



Framtidens energisystem – vilja, vision och verklighet

En bakgrundsrapport inför STVs energikonferens
den 15 oktober 2009 klockan 13.00
Hanaholmen, Esbo

Björn Wahlström, Åsa Lindberg

i samråd med

Alec Estlander, Mikko Hupa, Peter Lund, Paula Nybergh

Föreliggande rapport har utarbetats som en del av Svenska tekniska vetenskapsakademiens i Finland (STV) energiprojekt som startades i maj 2008.¹ Projektet avser att på ett konstruktivt sätt bidra till den debatt som kom igång efter att EU kommissionen presenterat sin strategiska plan² för att minska Europas beroende av importerad energi och för att få energisystemen klimatneutrala. De mål Europarådet har ställt upp för år 2020 är följande:

- Reducera utsläppen av växthusgaser med minst 20%,
- Öka användningen av förnybar energi med minst 20%,
- Genom effektiviseringar minska den totala energiförbrukningen med minst 20%.

Det behövs redan nu klara visioner också för tiden efter år 2020, eftersom lösningar som väljs fram till dess fortfarande kommer att vara i drift ännu efter år 2050. Detta betyder också att de investeringar som görs i energisystemen efter år 2020 borde basera sig på i stort sett färdigt utvecklade koncept som kan mångfaldigas för att minimera kostnaderna. Om inte detta kan uppnås blir det svårt att år 2050 ha minskat koldioxidutsläppen i världen med 50–80%, vilket EU satt som mål och många klimatforskare anser vara nödvändigt.

Projektets motto "Vilja, vision och verklighet" valdes för att illustrera de spänningar som finns mellan viljan att förbättra världen och visionen om hur detta kan göras. Tyvärr får en idealistisk vision ofta vika på grund av den verklighet vi har framför oss. Det valda mottot illustrerar på många sätt vårt dilemma i att förnya våra energisystem.

Det är viktigt att framhålla att projektet inte syftar till att ge rekommendationer för hur Finland bäst kan anpassa sig till EUs mål, utan i stället att från ett tekniskt vetenskapligt perspektiv dels försöka förstå vad omstruktureringen kommer att betyda och att dels försöka se vilka möjligheter förändringsprocessen kan ge för Finlands näringsliv. Vi anser dock att dessa frågor är intimt kopplade till varandra och därför bör behandlas samtidigt. Vi bör ta ett ansvar för att driva vår egen förändringsprocess, vilket betyder att finländska företag bör engageras i utvecklingen av nya system och komponenter. För att detta skall lyckas måste det finnas en vilja att samarbeta bland intressenter i Finland så att nya produkter kan utvecklas. För att säkra våra arbetsplatser måste dessa kunna konkurrera på en global marknad med tillräckliga produktionsvolymer.

¹ Se <http://www.stvif.fi/energi>.

² A European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan), Towards a low carbon future, 22.11.2007, SEC(2007) 723.

De tre delseminarierna i STVs energiprojekt, trafik, CCS³ och bränsleceller, valdes dels för att de är aktuella och dels för att de representerar intressanta teknologiområden för Finland som förtjänar en genomlysning. Områdena kommer dock inte att vara de viktigaste bland de åtgärder som bör företas fram till år 2020. Här blir i stället energieffektivisering, som också togs med i energiprojektet, det område som i ett kort perspektiv kommer att utgöra det viktigaste sättet att minska på Finlands koldioxidutsläpp. Tillsammans har dessa fyra områden under projektets gång tjänat syftet att illustrera de utmaningar vi kommer att ställas inför i samband med omstruktureringen av vårt energisystem.

Rapporten är uppbyggd på så sätt att avsnitt 1 redogör för problemställningen och orsakerna till att vi bör handla nu. Avsnitt 2 diskuterar olika åtgärder som bör kombineras på ett bra sätt för att målen skall kunna nås. Avsnitten 3 och 4 granskar sektorer, teknologier och forskningsområden var för sig, eftersom de representerar olika infallsvinklar när man gör en samlande bedömning av hur olika åtgärder bör prioriteras. Avsnitt 5 diskuterar de åtgärder som borde företas. Det sista avsnittet framför tre övergripande åtgärder som STV anser att borde genomföras i skyndsam ordning. Vi hoppas att rapporten skall väcka debatt och i en förlängning bidra till att Finland kan uppfylla sina åtaganden.

³ CCS (carbon capture and storage), koldioxidinfångning och lagring.

Sammanfattning

Klimatdebatten har på senaste tid fått ett stort genomslag i media. Detta med rätta, eftersom vi står inför en av de största utmaningar som mänskligheten ställts inför. Vår nuvarande insikt om att ändring måste fås till stånd, har växt fram småningom under de senaste femtio åren. Problemet är att mänsklig aktivitet hotar den ekologiska plattform som vår existens bygger på. Utan att närmare gå in på alla detaljer i debatten, kan man sammanfatta situationen som så, att ju snabbare vi lyckas åstadkomma en förändring i hur vi använder jordens energiresurser desto bättre.

Europeiska Unionen (EU) har valt att vara en föregångare i att driva fram en förändring. Bytet av administration i USA signalerar också där en vilja till nytänkande i frågan. EU har internt ställt upp mycket ambitiösa mål för hur våra energisystem borde fungera. De kvantitativa mål man ställt upp för åren 2020 och 2050 kan inte nås utan kraftiga åtgärder i alla EUs medlemsländer. Medlemsländerna bör därför var och en för sig med det snaraste utarbeta planer för de nationella förändringar som behövs.

För Finlands del betyder detta att vi måste agera med kraft så att vår andel i omstruktureringen kan genomföras fram till etappmålen för åren 2020 och 2050. Ett betänkande⁴, som nyligen färdigställts ger vissa riktlinjer för hur detta kan ske, men de åtgärder som föreslås förefaller åtminstone delvis otillräckliga. Betänkandet ger dock en uppfattning om de svårigheter som kan väntas innan en politisk enighet om nödvändiga styråtgärder kan nås.

Ett åtgärdspaket för Finland bör tas fram för att möjliggöra en koordinerad styrning med avseende på teknologiutveckling, nya krav och normer, skatter och understöd samt upplysning till allmänheten. EU har inventerat olika teknologier som väntas bli viktiga och dessa bör nu granskas med avseende på sin relevans för oss. Nya krav och regler för våra egna energisystem bör tas fram, de måste harmoniseras inom EU och införas på ett strukturerat sätt. Skatter och understöd bör vara teknologineutrala och gynna en utveckling mot mindre utsläpp av växthusgaser. Eftersom alla finländare, i sina två roller som konsumenter och medborgare, kommer att beröras av omstruktureringen, så bör behoven och processen beskrivas och kommuniceras på ett sätt som är tydligt och lätt att förstå.

Föreliggande rapport har skrivits som en del av STVs energiprojekt för att ge en bakgrund till den diskussion som skall föras på konferensen under eftermiddagen på torsdagen den 15 oktober 2009. Energiprojektet har på uppdrag av STVs styrelse drivits av en projektledare och en arbetsgrupp, som tillsammans har tagit fram föreliggande rapport. Under projektets gång fram till slutet av sommaren 2009 växte en oro fram i arbetsgruppen, att man inte i Finland förhöll sig tillräckligt allvarligt till de utmaningar omstruktureringen av Europas energisystem kommer att innebära. Rapporten utgör ett försök till att adressera denna oro genom att analysera några centrala frågor på en väg mot mindre koldioxidutsläpp. Som en del av analysen ges några specifika åtgärdsförslag som till slut kombineras i tre generella konklusioner.

Under projektets gång har inspiration erhållits från Sverige av Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademiens (IVA) projekt "Vägval energi", vilket härmed erkänns med tacksamhet.

⁴ TEM (2009): Energiategohokkuustoimikunnan mietintö: Ehdotus energiasäästöön ja energiategohokkuuden toimenpiteiksi, 9 kesäkuuta, http://www.tem.fi/files/23350/TEM_ETT_Mietinto_8_6_2009.pdf.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Vi står inför en genomgripande omställning	6
1.1 Utsläppen av växthusgaser måste minskas.....	6
1.2 Våra energisystem måste förnyas.....	6
1.3 Vi måste handla nu.....	7
2 Ett paket av åtgärder	7
2.1 Teknologikutveckling.....	7
2.2 Nya krav och normer.....	7
2.3 Skatter och understöd.....	8
2.4 Upplysning för alla.....	8
3 Åtgärdsplaner inom olika sektorer	8
3.1 Industri.....	9
3.1.1 Energiföretag.....	9
3.1.2 Träförädling.....	9
3.1.3 Processindustri.....	10
3.1.4 System- och komponentleverantörer.....	10
3.2 Byggnader och samhällsstruktur.....	10
3.2.1 Våningshus.....	10
3.2.2 Småhus.....	10
3.3 Trafik.....	11
3.3.1 Persontrafik.....	11
3.3.2 Varutransporter.....	11
3.4 Hushåll.....	11
3.4.1 Energisnåla apparater.....	11
3.4.2 Undvika onödig konsumtion.....	12
4 Teknologins möjligheter	12
4.1 En utgångspunkt.....	12
4.2 Möjligheter på kort sikt.....	12
4.2.1 Vindkraft.....	12
4.2.2 Sol för värmeändamål.....	13
4.2.3 Småskalig vattenkraft.....	13
4.2.4 Geotermisk värme.....	13
4.2.5 Samproduktion av värme och el.....	13
4.2.6 Kärnkraft.....	13
4.2.7 Intelligent elnät.....	14
4.2.8 Biobränsle.....	14
4.3 Möjligheter på längre sikt.....	14
4.3.1 Sol för elproduktion.....	15
4.3.2 Kol- och gaskraftverk utan utsläpp.....	15
4.3.3 Fusionskraft.....	15
4.3.4 Väte och bränsleceller.....	15
4.4 Andra intressanta möjligheter.....	15
4.4.1 Nya forskningsrön.....	16
4.4.2 Logistik.....	16
4.4.3 Konsekvenser av en klimatförändring.....	16
4.4.4 Sektorövergripande lösningar.....	16
4.4.5 Våra närområden.....	16
5 Konklusioner	17
5.1 En åtgärdsplan.....	17
5.1.1 Kriterier vid val av åtgärder.....	17
5.1.2 Kostnader för att minska utsläpp.....	18
5.1.3 Val av styrmekanismer.....	18
5.1.4 Några etappmål.....	18

5.2	Beslut och uppföljning.....	18
5.2.1	<i>Nationellt</i>	18
5.2.2	<i>Internationellt</i>	19
5.3	En möjlighet för Finlands näringsliv.....	19
5.3.1	<i>Ett stöd för innovationsprocessen</i>	19
5.3.2	<i>Nya produkter och tjänster</i>	19
5.3.3	<i>En inlärningsprocess</i>	19
5.3.4	<i>En satsning på grundforskning</i>	20
6	Sammanfattning och slutsatser	20
	Bilaga. Energiprojektets komponenter	22
	Förnybar energi inom transportsektorn	22
	<i>Seminarier</i>	22
	<i>Bakgrund</i>	22
	<i>Referat av presentationerna</i>	23
	<i>Diskussionen</i>	25
	<i>Slutkommentar</i>	26
	Kolkraft utan utsläpp	27
	<i>Inledning</i>	27
	<i>Tekniköversikt inom CCS</i>	27
	<i>Slutsatser från den gemensamma diskussionen</i>	28
	Bränsleceller en del av vår framtida energipalett?	29
	<i>Seminarier</i>	29
	<i>Bränsleceller och deras egenskaper</i>	29
	<i>Transport</i>	30
	<i>Elproduktion</i>	31
	<i>Situationen idag</i>	32
	Energiekonomin i samhället	33
	<i>Inledning</i>	33
	<i>Primärproduktion av energi</i>	33
	<i>Förbrukning av energi</i>	33
	<i>En omställning av energiekonomin</i>	34
	<i>Energipolitiska mål i EU och i Finland</i>	34
	<i>Beslutsfattande och styrning av energiekonomin</i>	34
	<i>Allmänna mål för energiförbrukningen</i>	35
	<i>Marknadsekonomisk styrning av energiekonomin</i>	35
	<i>Politisk styrning av energiekonomin</i>	36
	<i>Möjligheter att spara på energi</i>	37
	<i>Förutsättningar och hinder för energieffektivisering</i>	38

1 Vi står inför en genomgripande omställning

Mänsklig verksamhet av olika slag frigör växthusgaser, vilket redan har påbörjat en global klimatförändring vars effekter blir allt mera uppenbara. Allvarliga konsekvenser väntas bli ett faktum senast mot slutet av detta sekel om inte kraftfulla åtgärder sätts in. Världens energisystem som står för över 60% av dessa utsläpp borde snabbt styras mot mera hållbara lösningar för att motverka den pågående utvecklingen. Genom att agera nu och med tillräcklig kraft kan vi undvika större kostnader senare.

1.1 Utsläppen av växthusgaser måste minskas

Det att mänsklig verksamhet höjer koldioxidhalten i atmosfären kan idag ses som ett obestridbart faktum. Lika obestridbart är att koldioxidhalten påverkar det globala klimatet på jorden. De beräkningsmodeller man använder för att estimerar vilka konsekvenserna blir för det globala klimatet, ger mycket samstämmiga resultat. Från beräkningarna har man försökt definiera en nivå på vilken man kan anta att konsekvenserna är hanterbara. Denna nivå har legat som grund för de mål som EU har ställt upp för åren 2020 och 2050. Mera allmänt kan man konstatera att världens energisystem borde stå för 50–80% mindre koldioxidutsläpp år 2050 och bli koldioxidneutrala senast till utgången av nuvarande sekel.

Konsekvenserna av en global klimatförändring är svåra att förutspå, men olika mekanismer kommer antagligen att förstärka varandra. Om ingenting görs kan detta betyda att den ekologiska plattform på vilken vår civilisation bygger rubbas på ett oåterkalleligt sätt. En global klimatförändring ger t.ex. förändrade vindförhållanden, havsströmmar och nederbördsmängder. En följd av detta kan vara radikalt förändrade förhållanden för jordbruket och som en konsekvens av detta, en minskning av jordens livsmedelsproduktion. Man väntar sig också att världshavens yta kommer att stiga, vilket gör att lågt liggande områden kommer att översvämmas. En ökad koldioxidhalt i atmosfären försurar haven, vilket i sin tur kan förändra livsbetingelserna för plankton och fiskar. Konsekvenserna av en global klimatförändring har beräknats medföra mycket höga samhällskostnader, vilket motiverar att vi investerar nu för att minska utsläppen av växthusgaser.⁵

1.2 Våra energisystem måste förnyas

Jordens energisystem står genom utvinning och förbränning av de fossila bränslena kol, olja och gas för huvudparten av människans koldioxidutsläpp. Vår nuvarande användning av fossila bränslen måste därför minskas radikalt. Detta kommer dessutom att bli nödvändigt redan av den orsaken att det endast är en tidsfråga när fossila bränslen kommer att bli en knapphetsvara med kraftigt förhöjda priser som följd. I ett längre tidsperspektiv är det uppenbart att vår energianvändning bör basera sig på förnyelsebara alternativ.⁶

Förnyelsebara källor för primärenergi är vattenkraft, sol, vind, vågor och biobränslen. Dessa energikällor svarar idag endast för ca. 13% av världens behov av primärenergi, medan kol, olja och gas står för 81%. Kärnkraft svarar för de resterande 6%, men det är knappast realistiskt att anta att kärnkraften kan byggas ut snabbare än att den svarar för ungefär 12% av världens

⁵ HM Treasury (2006): Stern Review on the Economics of Climate Change, http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm.

⁶ VTT (2009). Energy visions 2050.

dens energibehov år 2050. Genom att utsläppen av koldioxid drabbar hela världen likformigt måste alla länder engageras i den omställning som behövs.

1.3 Vi måste handla nu

Våra energisystem karakteriseras av en långsiktighet som betyder att de anläggningar som byggs idag kommer att användas ännu mot slutet av detta sekel. Det är därför viktigt att alla investeringar idag och framöver görs med tillräckliga hänsyn på hur de kan medverka i den omställning som behövs. Samtidigt är det uppenbart att en omställning som endast sker på marknadens villkor inte kan ske tillräckligt snabbt för att minimera de mest kostsamma konsekvenserna av en klimatförändring.

Världen genomlider idag en ekonomisk recession som i de flesta länder har löst ut stödåtgärder för att motverka arbetslöshet och stimulera produktion. Knapphet på kapital bör dock inte tas som intäkt för att skjuta upp nödvändiga åtgärder, utan det är i stället viktigt att man i denna stimulans beaktar behovet att effektivisera vår energianvändning och att övergå från fossila till förnyelsebara källor för primärenergi.

2 Ett paket av åtgärder

Den omställning vi står inför har en sådan storleksordning att ingen enskild åtgärd kan ge önskat resultat. En teknologiutveckling kommer att behövas både för att göra vår energianvändning mera effektiv och för att ta nya energiformer i bruk. Samtidigt kommer vi att behöva nya krav och normer dels för att ge information om hur energisnåla olika produkter är och dels för att begränsa användningen av produkter som bidrar till stora koldioxidutsläpp. Skatter och understöd behövs som instrument för att från samhällets sida styra utvecklingen i en önskad riktning. Upplysning bör samtidigt ges åt alla för att en politisk vilja för att driva fram en förändring skall kunna skapas.

2.1 Teknologikutveckling

Forskning och utveckling inom energiområdet har fört fram betydande förbättringar jämfört med de energisystem som vi hade för ett halvt sekel sedan. Under åren har en betydande kunskapspotential skapats som nu kan utnyttjas i omställningen. Flera teknologier har en möjlighet att uppfylla de krav som vi ställer, men nackdelen är att de ofta blir dyrare än de alternativ som baserar sig på användningen av fossila energikällor.

Inom så kallad innovationsforskning har man försökt förstå de processer som leder fram till nya framgångsrika produkter på en marknad. Resultaten har då visat att det sällan är en enskild idé som får genomslag, utan oftast ett lyckat samspel mellan god idé, insiktsfull produktutveckling, lyckad marknadsintroduktion och effektiv produktion. Speciellt viktigt har det visat sig vara att utnyttja den förbättringspotential som finns i nya produkter för att skapa ökande produktionsvolym. Ökande produktionsvolym leder i sin tur till lägre priser, vilket då betyder att de nya systemen blir mera konkurrenskraftiga.

2.2 Nya krav och normer

Mycket inom energiområdet styrs av krav och normer. De krav och normer vi har idag är inte alltid anpassade till behovet att begränsa utsläppen av växthusgaser. Energibranschen står därför inför en revidering av dagens krav- och normsystem. Bland annat borde krav ställas på

energimärkning av alla produkter så att man dels kan se den energimängd som har använts för att producera dem och dels får information om hur mycket energi som går åt när de används.

Krav bör också ställas på produkter för att de skall få marknadsföras. Man kan t.ex. tänka sig att införa maximigränser för koldioxidutsläpp per kilometer för olika typer av bilar. På samma sätt kan man tänka sig att nybyggnation styrs av normer för energianvändning. Utvecklingen av krav och normer måste dock ske på ett harmoniserat sätt i Europa, samtidigt som man tar hänsyn till skillnader i lokala förhållanden. För att skapa en uppfattning om nuvarande normer står i förhållande till de nya kraven borde en inventering genomföras.

2.3 Skatter och understöd

Skatter och understöd kan användas för att prismässigt styra in förbrukning till önskade produkter. Idealiskt borde skatter och understöd vara kopplade till de utsläpp av växthusgaser som olika produkter antingen förorsakar eller undviker. Viktigt är dock att det inte uppstår stora skillnader i de skatter och understöd som tillämpas i olika länder i Europa.

Några beskattningsinstrument har redan tagits i bruk i Finland t.ex. för beskattningen av nya bilar där skalan bestäms av de koldioxidutsläpp de förorsakar per körkilometer. En annan form av understöd som några länder tillämpar är de så kallade inmatningstarifferna för elektricitet som genererats med vind eller bibränslen. Det är uppenbart att sådana former av understöd kommer att behövas också i Finland för att driva fram en koldioxidneutral elproduktion.

2.4 Upplysning för alla

Det är idag uppenbart att vårt nuvarande konsumtionsmönster på sikt borde gå genom en radikal förändring. Detta kan åstadkommas endast genom upplysning på alla nivåer. Varje finländare måste vara beredd att handla energisnålt och samtidigt vara villig att betala ett fullt pris för den energi han eller hon använder. Problemet är att energiområdet är svåröverskådligt och kontroversiellt, vilket betyder att skickliga popularisatorer måste engageras för att ett användbart upplysningsmaterial skall kunna tas fram.

Kunskap om energisystem och hur man på olika sätt kan spara energi bör förmedlas redan i skolornas lågstadier som en del av undervisningen i miljö- och naturkunskap. Denna kunskap bör senare kompletteras på ett lämpligt sätt för att tillse att attityder och föreställningar står i samklang med de mål man ställer upp för ett hållbart samhälle. Aktörer inom energiområdet borde åläggas att producera ett lättfattligt material som beskriver ansträngningar de gör för att minska sina koldioxidutsläpp.

3 Åtgärdsplaner inom olika sektorer

De åtgärder som behövs för att vi i Finland skall kunna anpassa produktion och konsumtion av energi till de nya kraven varierar från sektor till sektor. Det är uppenbart att ingen enskild åtgärd räcker till, utan varje sektor bör genom ett eget anpassat åtgärdsprogram bidra till helheten. Energieffektivisering kommer att vara viktig inom alla sektorer och redan nu finns det en outnyttjad potential att spara energi. Det är viktigt att denna potential utnyttjas först och att sedan andra åtgärder införs i en ordning som bestäms av de kostnaderna de för med sig för att

undvika en enhet av utsläppta växthusgaser.⁷ De åtgärder som företas borde dessutom ge en inbesparing på en global nivå, vilket förutsätter att en tillräckligt noggrann värdering görs innan åtgärderna införs. I en diskussion om åtgärder kan man använda en enkel segmentering av energianvändare enligt industri, byggnader och samhällsstruktur, trafik samt hushåll.

3.1 Industri

En grov segmentering av vår industri kan med avseende på olika åtgärder för att minska utsläpp av växthusgaser göras i grupper av energiföretag, träförädling, annan processindustri samt system- och komponentleverantörer. Aktörer i den första gruppen bör ställa om sitt behov av primärenergi till källor som undviker utsläpp av växthusgaser. Aktörer i den andra gruppen använder en betydande mängd förnyelsebara råvaror och frågan är här hur dessa skall fördelas mellan olika behov. I den tredje gruppen är det viktigt att aktörer utvecklar sina processer i en energisnål riktning medan företag i den fjärde gruppen genom innovativa produkter kan bidra till denna utveckling. Det skulle vara viktigt att en tillräckligt detaljerad helhetsplan finns tillgänglig för att se hur åtgärder inom olika sektorer påverkar helheten.

3.1.1 Energiföretag

Storskalig el- och värmeproduktion borde fås koldioxidneutral så snart som det är möjligt. Detta kan ske genom att fasa ut gamla koleldade anläggningar och genom att bygga om större moderna anläggningar för CCS teknik.⁸ Små och medelstora anläggningar kan användas för värmeproduktion eller kombinerad el och värme med biobränsle och avfall. Avfallsförbränning kunde dessutom ge den fördelen att utsläppen av metan från våra avfallsplatser kan minskas, vilket dock förutsätter att vår nuvarande avfallssortering förbättras.

Om man ser på de mål som formulerats för år 2050 är det uppenbart att vi i Finland borde ställa upp som mål att vår användning av primärenergi är koldioxidneutral så snart som det bara är möjligt. Hur detta kan ske kommer att bero på många faktorer, men något slag av helhetsplan skulle vara till stor hjälp när man från samhällets sida försöker styra in utvecklingen mot detta mål.

3.1.2 Träförädling

Träförädlingsindustrin i Finland omsätter råvara som hämtas från skogen i många olika produkter. Balansen mellan olika produkter bestämmer hur mycket el och värme som behövs för produktionen. Avfallsprodukter från verksamheten används redan nu för energiproduktion. Det finns även möjligheter att för energiproduktion utnyttja biomassa som nu lämnas kvar i skogarna. Nedgången i världsekonomin har gjort att efterfrågan på träförädlingsindustrins produkter sjunkit, vilket betyder att ett överskott på skogsråvara borde finnas tillgängligt för energiändamål. Hur detta överskott skall användas på bästa sätt kommer att bli beroende av hur olika teknologier utvecklas och vilka priser man kan vänta sig inom olika produkt-kategorier.

⁷ IVA (2009): Energimarknaderna och de energipolitiska vägvalen
<http://www.iva.se/PageFiles/0/Energimarknaden.pdf>.

⁸ S. Teir, E. Tsupari, T. Koljonen (2009): Översikt över avskiljning och lagring av koldioxid (CCS), STV-rapport xx.

3.1.3 *Processindustri*

Den processindustri vi har i Finland producerar utom papper och cellulosa även stål, kemikalier och cement. Utan att gå in på alla detaljer finns det här olika möjligheter att genom processändringar och enskilda besparingsåtgärder minska användningen av energi i alla led av produktionen från råvara till färdig produkt. Ökade energikostnader som dessutom är kopplade till koldioxidutsläpp kommer att öppna nya möjligheter att genom investeringar i nya processer och komponenter minska användningen av energi utan att produktionsförmågan minskas.

3.1.4 *System- och komponentleverantörer*

I Finland finns det många större och mindre företag som levererar energirelaterade system och komponenter. Det är viktigt att sådana företag nu engagerar sig aktivt i en innovations- och utvecklingsprocess som syftar till att dels förbättra nuvarande produkter och dels ta fram nya produkter som gör det möjligt att på olika sätt minska utsläppen av växthusgaser. För att styra processen skulle det vara bra att genomföra en mera detaljerad inventering av olika möjligheter. I en utvecklingsprocess är det viktigt att företagen bereds möjlighet att i ett tidigt skede konkret demonstrera användbarheten av föreslagna produkter.

3.2 **Byggnader och samhällsstruktur**

Byggnader och samhällsstruktur bestämmer en stor del av den energi som konsumeras i Finland. Man kan här skilja mellan el och värme, där värmen används dels för hålla en behaglig inomhustemperatur och dels för att värma vatten. El används för belysning och olika apparater, men också till en stor del för att generera värme. Olika koncept med vilka man radikalt kan minska energikonsumtionen i byggnader har föreslagits. Sådana konstruktioner borde användas vid all nyproduktion, medan man vid renoveringar av existerande byggnader alltid borde sträva efter en minskad energiförbrukning.

3.2.1 *Våningshus*

Våningshus används främst i större och mindre befolkningscentra. I dessa har man goda möjligheter att bygga energisnålt först och främst genom att enheterna blir större. Man kan också en tätare samhällsstruktur, vilket gör det möjligt att utnyttja produktion av el och värme i effektiva enheter. En välplanerad samhällsstruktur gör det också möjligt att minska behovet av transporter och annan energikrävande infrastruktur som behövs för ett fungerande samhälle. De byggnormer man har styr i synnerhet nyproduktion och dessa borde därför vara anpassade till behovet att minska koldioxidutsläpp.

3.2.2 *Småhus*

Ungefär två tredjedelar av Finlands befolkning lever i vad som kan kallas småhus. Man kan visserligen vänta sig en ökande koncentration av befolkningen som riktar sig mot olika centra, men samtidigt kan man också vänta sig en större andel av tvåhusboende. Här är det viktigt att nybyggnation och renoveringar görs med tillräcklig hänsyn med avseende på behovet att spara energi. Uppvärmningen av småhus borde styras så att andelen biobränslen kan ökas. Inom detta område finns många möjligheter för mindre företag att utveckla specialiserade lösningar.

3.3 Trafik

Trafiksektorn står för ungefär 17% av Finlands totala energikonsumtion. Av denna står vägtrafiken för mer än 90% och persontrafiken i form av privata bilar för mer än hälften, vilket gör att denna sektor kräver sitt eget åtgärds paket. Varutransporter är en viktig del av samhällets infrastruktur som närmast sköts med tyngre fordon som ofta använder dieselmotorer. De lösningar som föreslås för att effektivisera energianvändningen inom transportsektorn bör vara rimligt anpassade till de lösningar som tas fram globalt, eftersom både fordon och bränslen även framledes kommer att produceras av globala företag.

3.3.1 Persontrafik

Persontrafik både i tätorter och glesbygder sköts nu till största delen av privata bilar. Här borde en större andel av transporterna kunna skötas med kollektivtrafik. Kvarstående biltrafik borde vidare i stor utsträckning antingen gå över till biobränslen eller till eldrift. Första generationens biobränslen produceras redan nu som ersättare för bensin och dieselolja, men de är inte alltid fördelaktiga när man ser på de totala utsläppen de förorsakar. Minskningar i utsläppen av växthusgaser kan väntas uppstå först med de så kallade andra generationens biobränslen. För de privata bilar som behövs kommer antagligen laddhybrider att bli attraktiva åtminstone i ett övergångsskede.

3.3.2 Varutransporter

För varutransporter blir batteridrivna elektricitet knappast inte ett gångbart alternativ annat än lokalt i tätorter. Här borde således en övergång till en ökande andel av biobränslen fås till stånd. Dessutom borde i mån av möjlighet en optimering av olika transportleder, så att varje led kan ske med minsta möjliga utsläpp av växthusgaser. Det betyder bl.a. att en övergång från vägtrafik till spår- eller vattenbaserade transportmedel borde ske när det är möjligt.

Det ser ut som om det kommer att bli svårt att ersätta dieselmotorn för tunga varutransporter. Det teknologiskt mest intressanta alternativet är därför att ersätta de fossila alternativen med olika typer av biobränslen. Många olika alternativ har föreslagits och framtiden får utvisa vilka av alternativen som kommer att vara de mest fördelaktiga. Det är dock viktigt att man i Finland inom detta område både följer med och driver på utvecklingen.

3.4 Hushåll

Dagliga konsumtionsbeslut i varje hushåll har ett stort inflytande på den energi som används i samhället. Trots att vi här har att göra med stora material- och energiflöden är det dock svårt att med enskilda åtgärder påverka alla de enskilda beslut som görs dagligen. Till en del kan inbesparingar möjliggöras genom att mera energisnåla apparater utvecklas och tas i bruk. Viktigast är dock att med information och upplysning göra gemene man medveten om vikten att spara energi och att undvika onödig konsumtion.

3.4.1 Energisnåla apparater

En medvetenhet om vikten att beakta energikonsumtion för t.ex. kylskåp och frysboxar samt tvätt- och diskmaskiner existerar redan genom energimärkning och upplysningskampanjer. Sådan kampanjer borde intensifieras och utsträckas även till andra produkter. En effektiviseringspotential finns också för system och komponenter för belysning. Ett annat sådant område är elektronik och datorer. Här är det viktigt att konsumenterna ges neutral och sanningsenlig information så att de kan göra upplysta beslut.

3.4.2 Undvika onödig konsumtion

Det är svårt att definiera vad som kan anses som onödig konsumtion. I vissa fall kan det dock vara ganska enkelt, som t.ex. då det gäller att stänga av en apparat som inte används eller att släcka belysningen i ett rum som ingen vistas i. Man har t.ex. uppskattat att man bara i Finland kunde spara närmare en TWh elektricitet bara genom att alltid koppla bort laddare för telefoner och andra apparater som inte används. Här finns det en potential att utveckla specialiserade produkter som kopplar bort och kopplar på beredskapen hos olika apparater.

4 Teknologins möjligheter

Tidigare forskning har skapat en palett av teknologier som har en potential att minska energi-relaterade utsläpp av växthusgaser. Problemet är dock att inte alla av dessa har drivits fram till färdiga produkter. Teknologerna är också olika med avseende på hur mogna de kan anses vara för att kunna tillämpas på ett storskaligt sätt. Den potential de har för att minska utsläpp av växthusgaser varierar också mycket. Idag är det svårt att sia om vilka teknologier som kommer att bli framgångsrika i ett förnyat energisystem. Detta betyder att det är viktigt att hålla möjligheter öppna tills man kan se vilka alternativ som blir relevanta.

4.1 En utgångspunkt

EU har som en bilaga till SET-planen tagit fram en teknologikarta⁹, som är avsedd att stöda utvecklingen mot de mål som ställts upp. Redan en ytlig granskning av dokumentet visar att endast en del av teknologier som föreslås kan bli aktuella i Finland. Orsaken till detta beror först och främst på vårt lands geografiska läge, men också på vår nuvarande infrastruktur. Vi bör således från en mängd i och för sig intressanta möjligheter välja dem som har den största potentialen för oss.

4.2 Möjligheter på kort sikt

När man går genom SET-planens teknologikarta utgående från hur relevanta de är för Finland, är det flera områden som är intressanta redan på kort sikt, medan andra kan bli det först efter en längre tid. Några av de föreslagna teknologerna har dessutom mycket liten möjlighet att etablera sig för finländska förhållanden. En genomgång ger också för handen att den potential som de olika teknologerna representerar har mycket olika potential att föra Finlands energisystem mot de mål som EU har ställt upp. En rapport som i detta avseende behandlar svenska förhållanden har skrivits.¹⁰ Nedan behandlas i korthet hur de föreslagna teknologerna redan i ett relativt kort tidsperspektiv kan bli relevanta för oss.

4.2.1 Vindkraft

Vindkraft kan redan idag räknas som en mogen teknologi, trots att de totala kostnaderna för producerad energi ofta visar sig bli högre än med alternativ som baserar sig på fossila energikällor. Under en tid av år har man i Finland samlat vindstatistik från olika platser, vilket betyder att man kan ge tillförlitliga estimat på årlig medelproduktion och skillnader i produktionsomfång. Man kan anta att uppskalningar av anläggningarna kan ge ett lägre pris per genererad

⁹ A European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) – Technology Map, 22.11.2007, SEC(2007) 1510.

¹⁰ IVA (2009): Vägval för framtidens teknikutveckling

<http://www.iva.se/PageFiles/0/Energi%20Teknikutveckling%20final.pdf>.

kWh, men anläggningarna blir då större och svåra att placera annat än till havs. En större andel vindkraft i Finland kan antagligen åstadkommas endast genom samhällseliga styråtgärder.

4.2.2 *Sol för värmeändamål*

Sol för värmeändamål används redan i en viss utsträckning genom att man i byggnader placerar stora fönsterytor mot söder. Speciella glaskonstruktioner kan dessutom öka utbytet. En viss utbyggnadspotential kan finnas för solfångare med aktiva medier, men sådana kan under det kallare halvåret endast bli ett komplement till andra värmekällor. Solvärme i kombination med värmeväxlare och fotocelldriven fläkt kan däremot redan nu vara ett attraktivt alternativ till eldriven basvärme i fritidsstugor under vinterhalvåret.

4.2.3 *Småskalig vattenkraft*

I Finland finns det ett antal små dammanläggningar som kunde tas i bruk på nytt. Preliminära beräkningar har visat att sådana kunde bli lönsamma, men deras sammanlagda kapacitet är dock ganska liten. En viss potential finns för att bygga ut nya små anläggningar, men här blir tillståndsprocessen svår genom att en ny damm alltid konkurrerar med lokala miljö- och fritidsintressen. Ny storskalig vattenkraft är knappast möjlig i Finland.

4.2.4 *Geotermisk värme*

Geotermisk värme kan i Finland med värmepumpar utnyttjas för uppvärmning av byggnader. En kWh satt in som elektricitet kan via en värmepump ge ungefär tre gånger så mycket energi jämfört med direkt elvärme. En övergång från direkt eluppvärmning till värmepumpar har en stor potential att spara elektricitet både i enskilda hushåll och i mindre samhällen med fjärrvärme. Här torde det finnas möjligheter för mindre företag att etablera sig som lokala systemleverantörer och en viss potential kan även finnas för leverantörer av specialkomponenter. Svårigheter med att övervinna fördomar och ingrodda vanor kan dock hindra även kortsiktigt lönsamma investeringar.

4.2.5 *Samproduktion av värme och el*

Samproduktion av värme och el, antingen i processindustrin för att generera bruksånga eller i fjärrvärmenätet för att generera värme för ett samhälle, har traditionellt varit ett starkt område i Finland. En fortsatt utbyggnadspotential finns i den mån man kan utnyttja även mindre värmesänkor. Problemet är dock att småskaliga anläggningar inte kan göras lika effektiva som större anläggningar och frågan är därför främst att hitta en balans mellan anläggningarnas storlek och deras placering. Samhälls- och jordbruksavfall kan tillsammans med annan biomassa ge ett viktigt tillskott till både värme- och elproduktion. Inom detta område finns det i Finland intressanta möjligheter för alla typer av företag.

4.2.6 *Kärnkraft*

Kärnkraft placerar sig enligt många studier som det mest lönsamma alternativet för storskalig produktion av elkraft. Kärnkraften är koldioxidneutral och den utgör också ett kristalligt alternativ eftersom bränsleolymererna är små. Kostnaderna per producerad enhet el är förhållandevis oberoende av kostnaderna för kärnbränslet, eftersom de endast utgör en liten del av de totala driftkostnaderna. I den diversifierade elproduktionen i Finland bör dock andelen kärnkraft inte varaktigt överstiga ca 40 % av den totala kapaciteten. De så kallade generation fyra anläggningarna är inte intressanta för oss i ett kort tidsperspektiv. Inom detta område är det viktigt att se till att tillräcklig kompetens upprätthålls nationellt för både i drift varande och planerade anläggningar.

4.2.7 *Intelligenta elnät*

Nuvarande elnät är anpassade för storskalig elproduktion. Ett identifierat utvecklingsbehov är att nätet dimensioneras så att man lättare kan få in småskalig elproduktion.¹¹ Detta kan ske genom att utnyttja modern informationsteknik för nätets styr- och skyddssystem. Nya halvledare för högspänningsteknik ger också en potential för att utveckla elnäten. Teknologi finns för att genom realtidsmätningar införa elpris som beror av belastningen i nätet. På lång sikt kan så kallade högtemperatur supraledare erbjuda intressanta möjligheter för elöverföring och för korttidslagring av el.

Detta område är av flera skäl mycket intressant för finländska företag. För det första är behovet stort och relativt lika världen över. För det andra är utmaningen att tillämpa elektronik och telekommunikation där ett betydande kunnande finns i Finland. För det tredje kommer här att behövas både nytänkande inom styrteknik och ett kunnande i att integrera många olika produkter på ett bra sätt för att uppnå önskat systembeteende.

4.2.8 *Biobränsle*

I Finland används biobränslen storskaligt inom träförädlingsindustrin och en viss ökningspotential finns genom att använda material som nu lämnas kvar i skogarna. Samhällsavfall, i vilket också ingår avfall från livsmedelsindustrin, är en energikälla som i Finland är relativt lite utnyttjad. Vilken teknologi som här blir det bästa sättet att utnyttja tillgängliga resurser blir antagligen en fråga om att välja mellan förgasning och tillverkning av flytande bränslen. Restprodukter från denna produktion kan brännas för att få el och värme eller komposteras för att användas inom jordbruket.

Detta område är av många skäl mycket intressant. För det första har vi en outnyttjad potential av råvara för biobränslen. För det andra har vi ett kunnande både för förbränning och förgasning av biologiska råvaror. Vi har lovande ansatser för produktion av biobränslen och vi har ett gasnät som åtminstone delvis kan utnyttjas för leverans av biogas. Ett problem som dock måste lösas är hur insamlingen och hanteringen av bioråvara kan göras på ett effektivt sätt och integreras i produktion och distribution av biobränslen.

4.3 **Möjligheter på längre sikt**

Forsknings- och utvecklingsinsatser bör i främsta rummet styras mot områden där man kan se en potential redan på kort sikt. Det betyder antagligen att man i de flesta nya områden måste rikta in sig mot vissa nischer för att skapa en möjlighet till utvecklingsinsatser som till en stor del stöds av egen omsättning.

De möjligheter man kan se för Finland på längre sikt betyder att man bör följa med och delta i internationella program där teknologier utvecklas. Egna forsknings- och utvecklingsinsatser på dessa områden behöver inte bli så stora så länge som man kan försäkra sig om att ett tillräckligt nationellt kunnande finns att tillgå. Grundforskare i Finland borde också beredas möjlighet att intressera sig för någon detalj, som kan bli en komponent i ett teknologiskt genombrott. För olika teknologier bör man etablera ett kunnande för gör det möjligt att agera som en intelligent inköpare.

¹¹ IVA (2009): Vägval för de svenska elkraftnäten för säkra elleveranser också efter 2020 - Underlagsrapport till Vägval för framtidens teknikutveckling, <http://www.iva.se/PageFiles/9145/elkraftnaten.pdf>.

4.3.1 *Sol för elproduktion*

I Finland finns det många avlägset belägna platser där man behöver elektricitet. Där är solpaneler och ibland småskalig vindkraft redan idag är ekonomiskt lönsamma. Vilka tillämpningar som blir aktuella är beroende av hur investeringskostnaderna utvecklar sig för olika typer av solpaneler. En gynnsam prisutveckling kan till och med göra det möjligt att vi i framtiden på våra hustak genererar elektricitet för konsumtion via elnätet. Här är det viktigt att se till att ett kunnande finns i Finland, så att man snabbt kan delta i den utveckling som blir möjlig när prisen för solpanelerna per installerad kilowatt når en sådan nivå att de är konkurrenskraftiga jämfört med andra energiformer.

4.3.2 *Kol- och gaskraftverk utan utsläpp*

Forskningsarbete för att utveckla teknologier för infångning och lagring av koldioxid (CCS) har kommit en bra bit på väg, men fungerande och konkurrenskraftiga lösningar kan ändå ligga ett tiotal år i framtiden. Här är det viktigt att den nya teknologin kan integreras i det kunnande inom förbränningstekniken som redan nu finns i Finland. Här kan fluidiserade bäddar och förgasningsanläggningar vara möjliga tillämpningsområden. Man väntar sig att CCS-teknologin också kommer att kunna användas för olika industriprocesser vilket kunde vara intressant för vår stål- och cementindustri. Intressant kunde också för Finlands del vara hur biobränslen och torvanvändning kan kombineras med CCS-teknologi.

4.3.3 *Fusionskraft*

För Finlands del är storskaliga satsningar på fusionskraft inte motiverade, men det vore dock viktigt att finländska forskare kan beredas en möjlighet att delta i pågående och planerade internationella projekt. Intressanta möjligheter finns för finländska företag att delta i material- och komponentleveranser till de försöksanläggningar som byggs.

4.3.4 *Väte och bränsleceller*

Många visioner talar om ett vätesamhälle, där väte har blivit den viktigaste energibäraren. Ett vätesamhälle är intimt kopplat med en utveckling av effektiva och långlivade bränsleceller. På detta område sker ett både stort och intensivt forskningsarbete över hela världen. Intressanta möjligheter finns också i att utnyttja väte och bränsleceller för energilagring och för att stabilisera nät med en stor andel av momentant varierande produktion. System med bränsleceller utvecklas redan idag i Finland för vissa nisch tillämpningar och det är därför viktigt dessa utvecklingsinsatser kan stödjas med riktade forskningsinsatser. I och med att det idag är omöjligt att se vilka av de olika föreslagna teknologierna som kommer att slå igenom är det viktigt att detta forskningsarbete görs brett och med ett inslag av grundforskningskaraktär.

4.4 Andra intressanta möjligheter

Ovan har tagits med endast rubriker som direkt refererar till EUs SET-plan, men det är också intressant att se om andra teknologiska möjligheter kunde ha tagits med. Den kanske största invändningen är att listan är energiorienterad och den kanske därför inte når de personer som sysslar med forskning inom andra områden. Den är också mycket applikationsspecifik, trots att man kan vänta sig att de mest intressanta genombrotten antagligen kommer via kombinationer av nya resultat från grundforskningen. Det är därför viktigt att energiforskningen integrerats brett med andra forskningsområden.

4.4.1 *Nya forskningsrön*

Utöver de tidigare indikerade tyngdpunktsområdena för energiforskning finns det många mera grundforskningsbetonade områden där nya teknologiska genombrott kan få oväntade tillämpningar. Det är därför viktigt att grundforskningen inte glöms bort i satsningarna på mera direkt energirelaterad forskning och utveckling. Områden som kan visa sig vara intressanta är bl.a. följande:

- materialteknik (höga tryck och temperaturer, batterimaterial),
- halvledarteknik (högspänning, belysningskomponenter),
- bioteknik (produktion av biomassa, olika separeringsprocesser),
- informationsteknologi (distribuerade system, programvara, algoritmer).

4.4.2 *Logistik*

I begreppet logistik innefattar man de transportkedjor som behövs för att frakta en råvara till det ställe där olika produkter tillverkas och därifrån till via distributionskedjor till ställen där produkterna används. I begreppet kan även innefattas hur man i produktions-, transport- och distributionskedjor placerar enskilda anläggningar på ett bra sätt. I planeringen av de logistiska kedjorna bör man ta hänsyn till att behovet varierar över tid, vilket kan göra det lönsamt att lagra material på olika ställen. Man får också skilja mellan olika former att transportera material och energi, eftersom sjö-, spår- och vägtransporter har olika karakteristika i både energi-användning och miljöbelastning. Goda logistiska lösningar kommer alltid att vara en viktig komponent när man effektiviserar användning av energi och logistik kunde därför tas med som ett eget område när forskningsstrategier utarbetas.

4.4.3 *Konsekvenser av en klimatförändring*

Mot mitten av nuvarande sekel kan man vänta sig att mera tydligt börja se konsekvenserna av klimatförändringen. Då borde teknologi och planer redan finnas på plats för att minska oönskade effekter. Det kan t.ex. hända att nuvarande växtlighet inte mera klarar sig lika bra på de områden där de nu växer, utan bör flyttas till andra områden. Exakt vilka effekter som man borde ta hänsyn till är dock svårt att förutspå idag. En tillräcklig beredskap inom detta område borde därför småningom byggas upp i Finland.

4.4.4 *Sektorövergripande lösningar*

De speciella lösningar som Finlands geografiska läge förutsätter är naturligtvis inte intäckta i EUs plan, utan dem måste vi själva ta hand om. Ett exempel är hur våra skogar bäst kan utnyttjas som råvara i framtida energisystem. Samproduktion av el och värme samt el och kyla kommer att vara viktiga teknologier också i fortsättningen. Vår placering långt borta från Europas medelpunkt kommer också att kräva speciella hänsyn med avseende på logistik och försörjningstrygghet. Kunskaper att bygga för ett kallt klimat kan vara av intresse för andra länder i nordliga regioner. Vår närhet till viktiga gasfält i de arktiska områdena kan erbjuda både arbetsplatser och möjligheter för leveranser av både produkter och tjänster. I valet mellan olika energirelaterade projekt för forskning, utveckling och demonstration (FUD) är det viktigt att beakta de resurser som vi har både lokalt och regionalt. Det är också skäl att hela tiden vara medveten om att sådana resurser kan ha ett större värde utanför energiområdet.

4.4.5 *Våra närområden*

När en strategi för att förnya energisystemen i Finlands byggs upp är det viktigt att även ta hänsyn till våra närområden, dvs. de nordiska länderna, de baltiska länderna, Ryssland och

polarhavet. Interaktionen med våra grannar är fördelaktig genom både likheter och olikheter vi har i våra system. Likheter t.ex. med avseende på kallt klimat gör det möjligt att kombinera forsknings- och utvecklingsresurser för att ta fram specifika lösningar. Där våra energisystem skiljer sig, kan det finnas möjligheter att utnyttja diversiteten genom olika former av samarbete. En möjlighet kunde t.ex. vara att man i Norden byggde ut vindkraft längs kusten i Norge hellre än att man satsade på placeringar i Finland och Sverige med sämre vindförhållanden. Ett effektivt FUD-samarbete med grannarna i vårt närområde kommer med säkerhet att vara en viktig komponent i en kommande utveckling av världens energisystem.

5 Konklusioner

Det står klart att EUs målsättningar inte kan nås utan kraftiga styråtgärder från samhällets sida. Vilka dessa styråtgärder skall vara bör bli resultatet av en politisk process som förs både på nationell och på EU nivå. Styråtgärderna i EUs länder bör vara sinsemellan koordinerade så att de driver utvecklingen åt samma håll. Samtidigt måste man för varje enskild åtgärd göra en bedömning hur den kan påverka helheten. En målsättning för den politiska processen borde vara att den är resultatorienterad och att de åtgärder som vi genomför åstadkommer en reell minskning av de globala koldioxidutsläppen. Vi borde också rikta styråtgärderna så att de kan skapa nya arbetstillfällen i Finland.

5.1 En åtgärdsplan

Eftersom de åtgärder som sätts in för att förändra vårt energisystem är intimt sammankopplade genom både sektorer och teknologier så behövs en åtgärdsplan som tar ställning till helheten. En sådan åtgärdsplan skulle göra det möjligt att ställa upp delmål för sektorer och över tid. När en åtgärdsplan tas fram är det skäl att se på vår energianvändning idag och jämföra den med de mål som ställts upp för år 2050. I Sverige har en sådan studie genomförts¹² och den gör bedömningen att nollutsläpp går att åstadkomma, men att detta förutsätter en målmedveten handlingsplan som också följs. Rapporten identifierar tre nödvändiga prioriteringar för Sverige fram till år 2043 för att nollvisionen skall vara genomförbar. Eftersom stora likheter finns mellan Finland och Sverige, kan man anta att liknande prioriteringar kommer att gälla även här, men man bör i alla fall minnas att vårt energisystem i vissa avseenden skiljer sig avsevärt från Sveriges.

5.1.1 Kriterier vid val av åtgärder

Det övergripande målet är att minska utsläppen av växthusgaser till en sådan nivå att en förväntad klimatpåverkan kan hållas inom rimliga gränser. Utöver klimatmålen bör även hänsyn tas till nationell försörjningstrygghet. De mål EU har ställt upp har formulerats på ett sådant sätt att de delvis också går in på medel för att nå det övergripande målet. En viss flexibilitet bör därför finnas med avseende på hur delmål hanteras. Med sikte på det övergripande målet står det klart att olika åtgärder, dvs. teknologier och lösningar bör utvärderas i ett livstidsperspektiv med avseende på utsläpp som de förhindrar eller förorsakar. Sådan information finns idag, men basdata måste göras fritt tillgängliga för att kunna verifieras och användas.

¹² IVA (2009): En svensk nollvision för växthusgasutsläpp, <http://www.iva.se/PageFiles/8263/200901-IVA-v%c3%a4gval%20energi-nollvision-K.pdf>

5.1.2 *Kostnader för att minska utsläpp*

En åtgärdsplan för att minska utsläppen av växthusgaser borde utgå från en sektorsvis gjord betraktelse av kostnader för olika åtgärder jämförda med de effekter de förväntas ha. Ett sådant betraktelsesätt styr dock inte alltid de åtgärder som införs, vilket kan ses i det faktum att åtgärder som redan idag kunde ha gett betydande inbesparingar trots allt inte har blivit införda. En nyligen publicerad svensk rapport¹³ föreslår ett åskådligt sätt att illustrera kostnader och den effekt för minskade koldioxidutsläpp de kan få. Det skulle vara bra om ett liknande bakgrundsmaterial kunde tas fram för åtgärdsalternativ som blir aktuella i Finland.

5.1.3 *Val av styrmekanismer*

I ljuset av utvecklingen sedan energikrisen på 1970-talet står det klart att uppsatta mål inte kan uppnås utan kraftig styrning från samhällets sida. En utmaning blir därför att välja sådana styrmekanismer som dels uppfattas som legitima och dels driver utvecklingen i en önskad riktning. Dagens diskussion om framtidens energisystem visar dock klart att meningarna här är delade. Man kan i alla fall ställa upp några generella krav på de styrmekanismer som tas i bruk. Ett viktigt krav är att olika teknologier behandlas sinsemellan neutralt och ett annat är att inga stödmekanismer skall förutsättas gälla i all framtid. Ett sätt kunde vara att via beskattningen i kostnaderna för olika former av primärenergi internalisera de så kallade externaliteter som förorsakas av koldioxidutsläppen. Om skatter används som styrmedel bör de summor som samlas in riktas för att stöda de nya system som fasas in för att ersätta de gamla.

5.1.4 *Några etappmål*

När en åtgärdsplan utarbetas är det skäl att lägga in lämpliga etappmål, dels för att konkretisera åtgärdsplanen och dels för att göra det möjligt att bedöma hur planen framskrider. Det kan t.ex. visa sig att några etappmål var orealistiska eller alltför lätta att uppnå. I sådana fall bör åtgärdsplanen revideras. Detta betyder att planen skall vara levande och anpassa sig till hur man vid varje enskild tidpunkt anser att huvudmålet kan nås. Etappmål kan också ges för enskilda sektorer och för intressanta teknologier för att göra det möjligt att omvärdera de styråtgärder som behövs.

5.2 **Beslut och uppföljning**

Det måste finnas en politisk vilja att agera för att det skall vara möjligt att nå de mål som ställts upp. En sådan vilja förutsätter en öppen debatt där alla parter får presentera sina synpunkter och argumentera för sina ställningstaganden. För att nå nationell enighet om nödvändigheten av de åtgärden som föreslås, borde politiker och beslutsfattare klart och tydligt redovisa för var de står i energifrågan. Här är det också viktigt att inse att omstruktureringen kommer att ge ökade kostnader, som alltid på något sätt kommer att kanaliseras till konsumenterna. Å andra sidan medför uteblivna åtgärder sannolikt mycket större kostnader som i sin tur drabbar morgondagens konsumenter.

5.2.1 *Nationellt*

En stor nationell enighet måste uppbådas för att genomföra de åtgärder som behövs. Det betänkande som nyligen publicerats borde nu överföras i en mera konkret handlingsplan som sträcker sig fram till år 2020. En sådan plan kunde även formulera en vision av åtgärder fram

¹³ IVA (2009): Energieffektivisering – möjligheter och hinder, http://www.iva.se/PageFiles/8960/4_ENERGIEFFEKTIVISERING_web.pdf

till år 2050 då vårt energisystem kunde vara koldioxidneutralt. Planen borde också innehålla konkreta milstolpar med vilka man kan följa att utvecklingen går i rätt riktning. Åtgärdsplanen bör ge en utfästelse för ett aktivt deltagande i EUs beslutsprocesser, så att Finland kan ha ett inflytande på de nya krav och regler som tas fram.

5.2.2 *Internationellt*

De krav och regler som kommer att styra utvecklingen i Europa tas fram i olika expertgrupper. Det är viktigt att detta arbete följs av våra egna experter, så att synpunkter kan matas in i processen vid rätt tidpunkt. Här är det också viktigt att EU kan upprätthålla en inre enighet om de krav som bör ställas på energirelaterade produkter som importerats till Europa, eftersom meningen inte är att industri flyttas från Europa till miljömässigt mindre nogräknade länder. Det kan därför vara viktigt att kunna ställa krav på miljömärkning av basprodukter såsom metaller, cement, bränslen och kemikalier. Det kan också vara nödvändigt att kunna införa gemensamma handelshinder för produkter som inte uppfyller de krav som tillämpas inom EU.

5.3 **En möjlighet för Finlands näringsliv**

Man kan vänta sig att omstruktureringen av världens energisystem kommer att kräva en global insats som kan uppgå till flera hundratals miljarder euro. Detta kan naturligtvis tolkas som en mycket stor kostnad, men omstruktureringen innebär en unik möjlighet för innovativa företag. För Finlands del skulle det vara viktigt att våra företag engagerar sig i processen, vilket dock kommer att kräva olika typer av stöd från samhällets sida.

5.3.1 *Ett stöd för innovationsprocessen*

Finland har traditionellt väl utvecklade mekanismer för att stöda forskning och utveckling. Det som kanske borde tillföras är mekanismer med vilka lovande produkter kan föras fram till fungerande demonstrationer och referenser. Speciellt viktigt här är att åstadkomma ett fungerande trepartssamarbete mellan systemanvändare, systemleverantörer och teknologiexperter. Detta betyder också att finländska företag för den goda sakens skull bör engagera sig i projekt som syftar till att driftsätta produkter som är de första av sitt slag. Detta betyder vanligtvis att något slag av garanti kan uppåddas för det fall att en utvecklingsprocess stöter på oförutsedda svårigheter.

5.3.2 *Nya produkter och tjänster*

Man kan anta att det blir en kapplöpning bland företag inom energiområdet som syftar till att skapa nya plattformar som de kan agera från. De som kommer först har de största möjligheterna att etablera sig på en global marknad, medan företag som endast försöker utveckla alternativ till existerande produkter ofta klarar sig betydligt sämre.

Vilka produkter eller tjänster som kunde lämpa sig för företag i Finland är svårt att förutspå. Sektor- och teknologispecifika utredningar kan användas för att ge idéer till sådana, men i synnerhet systemanvändare borde göras alerta för att varje problem de ser samtidigt utgör en potentiell möjlighet för något annat företag. Viktigt är också att nya produkter kan få avsättning på en hemmamarknad för att skapa referenser och finansiera utvecklingen genom intäkter.

5.3.3 *En inlärningsprocess*

Det är vanligt att nya produkter genomgår en utvecklingsprocess mellan produktgenerationer som gör dem mera konkurrenskraftiga i pris- och leveranshänseende. Man brukar säga att en

fördubbling av produktionsvolymen både sänker priset och förkortar leveranstiderna med några tiotals procent. Rätt utnyttjad kan en sådan inlärningsprocess motivera ett initialt samhällsstöd för en ny produkt genom de inbesparingar som erhålls av senare produktgenerationer. Om systemanvändare, systemleverantörer och teknologiexperter har ett förtroendefullt samarbete som kombineras med systematiska ansträngningar för att ta fram förbättringar är det ofta möjligt att snabba upp inlärningsprocessen. Här kan det bli nödvändigt för samhället att stöda konkreta demonstrations- och pilotinstallationer.

5.3.4 *En satsning på grundforskning*

Forskning och utbildning kommer otvivelaktigt att vara de kanske viktigaste komponenterna i den kommande förändringsprocessen. Målinriktad forskning, utveckling och demonstration (FUD) bör rikta in sig mot lösningar som ser lovande ut i ett nära perspektiv, men det är också viktigt att inte mera långsiktig forskning blir eftersatt i konkurrensen om resurser. Speciellt viktigt skulle det vara att skapa en bättre förståelse för de nationalekonomiska sambanden som styr samspelet mellan länder, regioner och sektorer. Systemanalys har en potential att närma sig denna helhet och skapa en sådan förståelse. Utmaningen är att kunna skapa en logisk och konsekvent energipolitik som samtidigt är marknadsekonomiskt effektiv. Utan en sådan blir åtgärder lätt ett lappverk av sinsemellan motstridiga styråtgärder, för vilket det då också blir svårt att skapa ett nödvändigt politiskt engagemang.

6 Sammanfattning och slutsatser

Den viktigaste insikt som STVs energiprojekt genererat, är att kraftiga styråtgärder kommer att behövas från samhällets sida för att nå de mål som EU ställt upp. Här måste inställningen "business as usual" till våra energisystem kunna brytas. Vi bör också hjälpa till med att förmedla denna insikt både nationellt och internationellt.

Vi anser också att Finland kan genomföra sina åtaganden för att EUs mål skall kunna nås. Det kommer visserligen att kräva både systematiska insatser och en talkoanda, men den kanske mest intressanta frågan är hur Finlands näringsliv på bästa sätt kan utnyttja de möjligheter som förändringsprocessen öppnar. Det är här viktigt att man inser att dessa möjligheter existerar endast under en begränsad tid, eftersom vi i den globala konkurrensen måste vara tidigt ute för att kunna skapa en konkurrenskraftig industriell position. Det skulle därför vara viktigt att det finns stödmekanismer som kan användas på ett flexibelt sätt så att vi kan utveckla produkter som kan säljas på en global marknad.

Mera konkret kan denna insikt på basen av den tidigare diskussionen formuleras som följande allmänna konklusioner:

1. Statsmakten borde i skyndsam ordning tillsätta ett organ som kan styra framtagandet av ett realistiskt åtgärdsprogram med klara etappmål för vägen fram mot år 2050. Detta organ borde även ges till uppgift att koordinera de insatser som görs inom olika delar av samhället så att onödiga kostnader för omställningen kan undvikas.
2. Näringslivet bör skapa ett motsvarande organ som på ett insiktsfullt sätt kan delta i diskussionen av åtgärder som behövs för att incentiv skall kunna skapas som för utvecklingen mot ett energisystem som stort sett kan anses vara koldioxidneutralt år 2050. Här bör också olika finansieringsmekanismer skapas för innovativa energi-relaterade system och produkter så att de erhåller stöd för att kunna etablera sig på en marknad. Principer för hur man kan stöda stora pilot- och demonstrationsprojekt bör också utvecklas med skyndsamhet.

3. Insatser för utbildning, forskning och utveckling inom energirelaterade områden bör stärkas, så att en skara av välutbildade experter finns tillgängliga i Finland. Dessa personer får i uppgift att planera och genomföra de forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprojekt som behövs. Viktigt är även att utbildningen i energifrågor kan påbörjas tidigt, så att också allmänheten får en kunskap om energisystemen och hur användningen av energi påverkar miljön. Här kan man också stöda ungdomars benägenhet att välja tekniskt naturvetenskapliga ämnen för sin yrkesbana.

Bilaga. Energiprojektets komponenter

Följande sammanfattningar har skrivits av fyra olika personer, Nils-Olof Nylund, Petra Lundström, Rolf Rosenberg och Eero Tamminen, för att sammanfatta de tre delseminarierna och den ena utredningsrapporten som varit delar av STVs energiprojekt. Ämnena för de tre delseminarierna valdes för att de dels är aktuella och dels representerar intressanta teknologiområden som förtjänar en mera detaljerad genomlysning. Energieffektivisering togs med som ett extra område som förtjänar sin egen behandling, eftersom denna åtgärd redan i ett kort perspektiv kommer att utgöra det viktigaste sättet att minska Finlands koldioxidutsläpp.

Seminariepresentationerna kan laddas ner från adressen <http://www.stvif.fi/cms/view/77>.

Förnybar energi inom transportsektorn

Nils-Olof Nylund

Seminarier

Trafikseminariet med temat "Renewable Energy in Transport" arrangerades i Innopoli 2 i Ottnäs 15.12.2008. Vid planeringen av trafikseminariet beslöt man att seminariet begränsas till bilar (vägtrafik) och att fartyg, tåg och flyg inte behandlas, samt att man håller sig till bränsle- och fordonsteknik, och inte behandlar exempelvis samhällsplanering, modal shift och styrning av transportflöden.

Till seminariet som hölls på engelska inbjöds fyra utländska föredragshållare. Programmet för endagsseminariet lades upp så att de inledande anförandena (Björn Wahlström och Nils-Olof Nylund), de utländska föredragen (Anders Røj/Volvo Corporation, Olle Hådel/Vägverket, Axel Munack/Johann Heinrich von Thünen-Institut VTI, Urs Muntwyler/IEA Hybrid and Electric Vehicles) samt utfrågning av de utländska föredragshållarna hölls på förmiddagen. Eftermiddagssessionen omfattade tre inhemska föredragshållare (Kai Sipilä/VTT, Harri Turpeinen/Neste Oil, Jari Suominen/St1 Biofuels) samt slutdiskussion. Professor Matti Kleimola, tidigare Chief Technology Officer vid Wärtsilä Corporation agerade ordförande. Större delen av seminariet handlade om biodrivmedel. Elbilar behandlades närmast i Muntwylers presentation.

Bakgrund

Vårt samhälle är i hög grad beroende av trafiken. I världen i genomsnitt står trafiken för ca. 25% av CO₂-utsläppen, och över 90% av utsläppen kommer från vägtrafiken. Vägtrafiken ger även upphov till betydande lokala utsläpp av bl.a. partiklar och kväveoxider. Bättre motorer, bättre avgasrening och renare bränslen kommer med tiden att ta hand om problemet med reglerade utsläpp och dålig luftkvalitet. Problemet med trafikens CO₂-utsläpp kvarstår dock. Man kan introducera förnybar energi i form av effektiva biobränslen och förnybar el. Icke att förglömma då man diskuterar CO₂-utsläpp i transportsektorn är energieffektivitet. Det finns en stor potential för att förbättra energieffektiviteten på konventionella fordon. Hybridisering och eldrift bidrar till energibesparing. Speciellt i fråga om personbilar finns det stor potential för inbesparingar genom ny teknik, val av miljövänliga fordon och rationell användning av bilarna.

Vägtrafiken är ännu till 96% beroende av olja, dvs. andelen alternativa bränslen är endast ca. 4%. Det finns över 800 miljoner bilar i världen, och antalet alternativa fordon (hybrid, el, etanol, gas) är i storleksordningen 25 miljoner. Det finns en stor tröghet i infrastruktur och bilpark. En buss som köps in 2009 tillåts t.ex. att trafikera i huvudstadsregionen ännu 2025.

Den internationella energiorganisationen IEA har i flera sammanhang betonat vikten av reducerade specifika utsläpp. Till följd av kraftig tillväxt i bl.a. Kina och Indien kan världens bilpark tredubblas fram till år 2050. För att ens hålla utsläppen från bilparken konstanta, borde specifika utsläppen reduceras med 2/3-delar. Något borde kanske även göras för att begränsa tillväxten av transportsektorn och fördelning mellan olika transportformer (befrämja kollektivtrafik samt godstransporter med järnvägar och båt).

IEA har gjort projektioner fram till 2050. Det är dock svårt att göra uppskattningar på lång sikt. Enligt IEA kan andelen batterielbilar och bränslecellbilar av nya personbilar vara mellan 0 och 90% år 2050. IEA säger att eldriftens betydelse kommer att öka, men samtidigt att eldrift inte passar för alla fordonstyper, och att tunga dieselfordon kommer att behöva CO₂-effektiva biodrivmedel. IEA bedömer att man skall kunna skära ner energiförbrukningen på personbilar med 50% och på tunga fordon med 30%, och i detta är förbättrad motorteknik och hybridisering viktiga element. IEA poängterar att kostnaderna för CO₂-reduktioner genom energibesparing oftast är negativa medan CO₂-reduktion med hjälp av biodrivmedel kan kosta mer än tiofaldigt jämfört med vad motsvarande utsläppsrättigheter kostar.

Referat av presentationerna

Røj (Volvo, Sverige):

Bilindustrin är "The Engine of Europe" och sysselsätter direkt och indirekt mer än 12 miljoner människor. Fordonsindustrin vill inte att lagstiftarna kräver en viss teknik, kraven borde i stället sättas på miljöprestanda och vara teknikneutrala. Enligt Røj kan konventionella biodrivmedel, etanol och FAME-biodiesel (fatty acid methyl ester), ställa till med problem i slutanvändningen. Bränslespecifikationer som garanterar att problem inte uppstår är av högsta vikt. Utvärdering av biodrivmedel bör göras som livscykelanalys för både växthusgasutsläpp och energianvändning.

Røj poängterade vikten av fordonsteknisk utveckling. Från 1975 till 2005 sjönk bränsleförbrukningen på tunga fordon med 40%, och Røj spår att utvecklingen går vidare med 1% per år. Dieselmotorn kommer att finnas som drivkälla ännu i årtionden, speciellt i tunga fordon. Drivmedel som påminner om dagens diesel, dock med ökande inslag av biokomponenter, kommer att dominera. Volvo tog i demonstrationssyfte fram 7 olika lastvagnar för förnybara bränslen. Volvo skulle dock helst se att antalet teknikooptioner (som kräver olika fordonsspecifikationer) skulle vara begränsat till storleksordningen två eller tre. Volvo flaggar för DME. Ett fältprov med 14 DME-drivna Volvo lastvagnar kommer att starta 2009.

Hådell (Vägverket, Sverige):

Hådell beskrev svenska regeringens klimatstrategi för transportsektorn: minskat transportbehov, mer effektiva fordon, förnybara drivmedel. Hådell konstaterade att det går lättare att sänka CO₂-utsläppen från lätta än från tunga fordon. Sverige har satt in en rad incentiv för att befrämja alternativa fordon, främst etanol- och gasfordon: stöd vid inköp, sänkt skatt för tjänstebilar, fri parkering, skattelättnader för biobränslen. E85 etanolbränsle finns idag på 2000 tankstationer, natur- eller biogas på ca. 100 stationer. Trots alla incentiv och närmare 100 000 sk. flexible fuel etanolbilar står E85 bränslet för endast 0,7% av den totala bränslemängden i Sverige. Låginblandning av etanol i bensin står för 1,9%, och enligt Hådell är låginblandning

av biokomponenter ett mer kostnadseffektivt sätt att introducera biobränslen än exempelvis E85. Hådemell hade räknat ut att redan fri parkering för etanolbilarna hade kostat svenska staten 300€ per undvikta ton CO₂. Han poängterade även att personbilsköpare genom sina val kan påverka CO₂-utsläppen. I fallet Volvo S40 varierar CO₂-utsläppen mellan 119 och 217 g/km för bilar som ger samma transportkapacitet och samma komfort. Hådemell ser dieselpersonbilar som en interimistisk lösning fram till 2020, och enligt honom kan plug-in hybridernas betydelse öka efter 2020.

Munack (VTI, Tyskland):

Tyskland är den största producenten av konventionell biodiesel som en följd av tidigare skattelättnader. Den europeiska produktionen var 6,7 miljoner ton 2007, och Tyskland stod för 51% av produktionen. Som bäst fanns det 1700 tankstationer som sålde 100% biodiesel. 2006 kom en ny skattelag och man började beskatta biodiesel. Detta ledde till att marknaden för 100% biodiesel rasade, i mars 2008 stod 85% av den tyska biodieselpkapaciteten outnyttjad och 70% av företagen stoppade produktionen eller gick i konkurs. Munack efterlyste långsiktiga skattebeslut för att undvika snabba svängningar på marknaderna. Han berättade även att CHOREN's BTL-projekt (biomass-to-liquids, syntetisk diesel, 15 000 t/a) borde ha kört igång redan 2007, men kommer igång tidigast 2009.

Munack redovisade resultat från avgasmätningar med olika biodieselvarianter. Tyska lastbilsåkerier har i rätt stor utsträckning använt obehandlad växtolja som dieselbränsle. Munack har kunnat konstatera att detta bränsle kan öka avgasernas hälsoeffekter med en faktor på 10 till 30. Munack konstaterade att biodrivmedlens betydelse kommer att öka i framtiden trots vissa bakslag på sistone, och att dieselsättande komponenter kommer att dominera i Europa. Munack ser ur användartekniskt perspektiv växtgasbehandlad biodiesel (HVO) och syntetisk biodiesel som bättre alternativ än konventionell FAME biodiesel

Muntwyler (IEA HEV, Schweiz):

Muntwyler började sin presentation med att konstatera "The future will be renewable and electric". Trots det talade han om "electric hype", dvs. att man laddar orealistiskt stora förväntningar på elbilar. Ackumulatorernas pris, energitäthet och livslängd är problemet i den närmaste framtiden. Han tror mer på hybridbilar än på batteribilar. Muntwyler berättade att "vanliga" hybrider, plug-in hybrider och batteribilar ställer olika krav på ackumulatorerna, och att det råder brist på tillverkningskapacitet för ackumulatorer och också andra komponenter för el och hybridbilar. Han beskrev även aktiviteterna inom IEA Implementing Agreement on Hybrid and Electric Vehicles. IEA HEV har bl.a. ett projekt vid namn "Lessons Learned", dvs. vad som har gått snett i olika elbilsprojekt och varför hybridbilarna har accepterats av marknaden men batteribilarna inte. Muntwyler kan betraktas som en realistisk elbilsentusiast. Enligt honom går vi mot elektrifiering, men processen fortskrider rätt långsamt.

Sipilä (VTT):

Sipilä beskrev hur man dragit upp riktlinjer för introduktion av biodrivmedel i Finland. Man har valt att inte satsa på första generationens biobränslen och inte använt sig av skattelättnader. Däremot har man satsat på utveckling av andra generationens biodrivmedel (Tekes, TEM, industrin). Vi har en lag enligt EU-modell för användningstvång för biobränslen, 2% år 2008, 4% år 2009 och 5,75% 2010. Lagen är flexibel och tillåter att bränslebranschen använder de mest kostnadseffektiva tillvägagångssätten.

Andelen förnybar energi i Finland är 28%, och Kommissionen har föreslagit att andelen höjs till 38% år 2020. Trots att Finland har stora resurser av biomassa räcker inte biomassan till för

att samtidigt producera stora mängder av el och värme, cellulosa och papper samt drivmedel för trafiken. Enligt Sipilä skulle det dock gå bra att inom en rätt nära framtid producera åtminstone 10% av vårt drivmedelsbehov från inhemska råvaror. Totalmängden baserad på både importerade och inhemska råvaror kunde uppgå till ca. 20% år 2020. Produktionen skulle lämpligast ske i samband med cellulosa- och pappersproduktion. VTT forskar aktivt i förgasnings- och pyrolysteknik. Sipilä påminde att produktionsanläggningarna för andra generationens BTL-bränslen är kapitalintensiva

Turpeinen (Neste Oil):

Turpeinen definierade kriterier för avancerade biodrivmedel. Enligt Turpeinen är kompatibilitet ett viktigt kriterium för biodrivmedel, både gällande fast infrastruktur och fordon. Ur samhälls- och synvinkel är hållbar utveckling (sustainability) ett viktigt kriterium. Då man betraktar hela produktionskedjan för biodrivmedel är de mest kritiska elementen tillgången på råvara och första steget i konverteringsprocessen (initial conversion, exempelvis förgasning och produktion av syntesgas). Enligt Turpeinen uppskattas den globala potentialen av energibiomassa till 2000 – 5000 Mtoe/a. De största potentialerna ligger i snabbväxande energigrödor (exempelvis miscanthus och eukalyptus) och i sidoprodukter från lantbrukssektorn. Nuvarande mängden trafikbränslen är i storleksordningen 2000 Mtoe/a.

Turpeinen konstaterar att man har varit tvungen att inleda produktionen av biodrivmedel från råmaterial lämpade för livsmedelsproduktion, men att man bör frångå livsmedel som råmaterial. Neste Oil har satt upp som sitt mål att helt frångå råmaterial lämpade för livsmedelsproduktion år 2020. Neste Oil jobbar samman med Stora Enso och VTT för utveckling av BTL-teknologi, och en pilotanläggning i Varkaus kör igång 2009. Turpeinen påminde att energisektorn är väldigt stor. 10% av energisektorn motsvarar energimässigt hela vår skogsindustri. Han höll med Sipilä gällande kapitalintensiteten. Den relativa kapitalkostnaden för konventionella biodrivmedel är som lägst 0,6 i jämförelse med oljeraffinering. Däremot kan den relativa kapitalkostnaden vara i storleksordning 8 för BTL-produktion.

Suominen (St1 Biofuels):

St1 har som sitt mål att vara den ledande producenten och distributören av koldioxidneutral energi i Finland med närområden. St1 har utvecklat ett decentraliserat system (Etanolix) för produktion av bränsle-etanol. Nu är råvaran avfall från livsmedelsindustrin, men i framtiden siktar St1 på bl.a. bioavfall från hushåll. Produktionen av vattenhaltig etanol sker i små enheter närheten av råvarutillgångarna, i detta nu i Villmanstrand och Närpes. Dehydreringen sker i en centralanläggning i Fredrikshamn, kapaciteten är nu 44 000 m³ absolut etanol per år, och den fördubblas 2009. Enligt Suominen kunde produktionen av etanol uppgå till 300 000 m³/a år 2014 (motsvarande ca. 10% av bensinkonsumtionen). St1 har öppnat en demonstrations tankstation i Vallgård i Helsingfors. Stationen har en liten vindturbin och solpaneler som förser tankstationen med el.

Diskussionen

Under slutdiskussionen ställdes bl.a. följande frågor som diskuterades:

Fråga: Kan vi enligt EU:s målsättning täcka 10% av biltrafikens energibehov med förnybar hållbart producerad energi år 2020?

Svar: Ja, det borde rimligtvis vara möjligt.

Fråga: Vilken roll kommer batteribilar och plug-in hybrider att spela?

Svar: Utvecklingen går kanske inte fullt så fort som man skulle önska, batteribilarna kommer högst antagligen fungera som en andra bil i familjer, hybridbilarna har bättre möjligheter att slå igenom.

Fråga: Kan Finland ta en ledande roll då det gäller teknologi för och produktion av avancerade andra och tredje generationens biodrivmedel?

Svar: Med vårt bioenergi- och processkunnande samt satsning på forskning och utveckling borde vi ha alla möjligheter till detta.

Fråga: Har vi råd med de dyra investeringarna som krävs för produktion av andra och tredje generationers biodrivmedel?

Svar: Bra fråga men svårt att hitta entydigt svar. Svängningarna i oljepriset gör det svårt att kalkylera investeringar i biodrivmedel.

Slutkommentar

Vi tycks vara benägna att falla för olika slag av orealistiska förväntningar. För ett antal år sedan trodde man att biodrivmedel skulle lösa alla problem, och det sades det att vi inte gör tillräckligt för att befrämja biobränslen, och att alla kommuner även här i Finland borde ha sin egen produktionsanläggning. I Sverige förde man in etanolbränslen med politiska beslut utan att tänka på kostnader och verklig teknisk prestanda. Sedan en tid tillbaka har vi en ”motståndsrörelse” som säger att vi i själva verket ställer till med problem med biodrivmedel, bl.a. genom förhöjda livsmedelspriser och miljöförstöring i länder i utveckling. Det har även konstaterats att vissa första generationens biodrivmedel i själva verket kan öka utsläppen av drivhusgaser. Bilindustrin har inte varit speciellt entusiastisk över biodrivmedel, och dåliga produkter har ställt till med problem i fordonen. Biodrivmedel med bättre växthusgasbalans och bättre användaregenskaper är på kommande, och här har Finland en god chans.

Nu har vi en hypeväg angående elbilar. Vissa intressenter påstår att man inom några år kan lösa alla problem i transportsektorn med hjälp av elbilar. Realismen kommer antagligen in här också, men vi går mot elektrifiering. Denna process kommer dock att ta tid, speciellt för de system som laddas via elnätet. Elbilskomponenterna och speciellt ackumulatörerna måste komma ner i pris. Vi har antagligen inte heller i tillräcklig mån diskuterat återvinning och säkerhet för avancerade ackumulatörsystem, prestanda vid låga temperaturer och faktiska kostnader för ackumulatörer och ackumulatörbyten. Komponenter och delsystem för elbilar och hybrider kan dock vara en möjlighet för finländsk industri. Vi har kunnande inom informationssystem, kontrollsystem, kraftelektronik osv. Stora mängder elbilar skulle också innebära att man måste kunna styra elnätet och laddningen av bilarna på ett bra sätt.

Energibesparing genom val av vettiga fordon kostar inte nödvändigtvis extra, utan snarare tvärtom. På kort sikt är antagligen en flexibel körstil och val av bränslesnåla bilar mer effektiva åtgärder, både beträffande absoluta effekter och kostnadseffektivitet, för att minska bilar- nas miljöpåverkan än biodrivmedel och invecklade hybridbilar. I dagens läge borde man köra 30 000 – 40 000 km per år i med en hybridbil och detta i stadstrafik för att hybriden skall vara ekonomisk i jämförelse med en vanlig bensinbil. Bussar i stadstrafik är en annan sak, här kör man nästan dygnet runt och stannar varje 300 meter.

Seminariet omfattade inte exempelvis samhällsplanering och begränsning eller styrning av trafikflöden där man också potentiellt kan erhålla stora inbesparingar. För att anpassa våra transportsystem till hållbar utveckling och minskade koldioxidutsläpp kommer det inte att räcka med enbart tekniska åtgärder och förbättringar.

Kolkraft utan utsläpp

Petra Lundström

Inledning

Seminarieriet ”Kolkraft utan utsläpp” ordnades den 4.3.2009 i samarbete mellan Svenska Tekniska Vetenskapsakademien i Finland och energibolaget Fortum. Seminariet besöktes av mer än 80 personer, som representerade högskolor, forskningsorganisationer, företag inom energibranschen och olika samhällspåverkare. Inbjudna representanter för media rapporterade om seminariet i bl.a. Svenska YLE, Forum för ekonomi och teknik, Tekniikka ja Talous och Sanomalehti Länsi-Suomi. Eftersom seminariet var internationellt med talare och deltagare från Belgien, Polen, Ryssland och Tyskland förutom de nordiska länderna, användes engelska som seminariespråk.

Seminarieprogrammet byggdes upp kring de centrala elementen inom koldioxidavskiljning och –lagring med följande presentationer:

- **Opening words and background of the STV project** Björn Wahlström, STV
- **Welcome to Fortum** Mikael Lilius, CEO, Fortum
- **Setting the scene: What is CCS and why is it important?** Petra Lundström, CTO, Fortum
- **Oxycombustion development by Foster Wheeler** Arto Hotta, R&D Director, Foster Wheeler Energia
- **Pre-combustion capture** Marcus Scholz, Sales Director, GE Energy – Europe
- **Carbon dioxide transport possibilities** Joonas Rauramo, Business Development Manager, Fortum
- **Carbon dioxide storage experiences** Erik Lindeberg, Seismic and Reservoir Technology, SINTEF, Norway
- **EUs ambitions within CCS** Chris Bolesta, DG TREN, EU Commission
- **Status of carbon capture and storage technologies** – conclusions from new STV prestudy Sebastian Teir, Research Scientist, VTT
- **Round-up** Björn Wahlström, STV

Tekniköversikt inom CCS

Eftersom koldioxidavskiljning och – lagring (carbon capture and storage, CCS) är relativt okända begrepp i Finland, gav STV inför seminariet uppdraget till VTT att ta fram en tekniköversiktsrapport på svenska. Rapporten ”**Översikt över avskiljning och lagring av koldioxid (CCS)**” av Sebastian Teir, Eemeli Tsupari och Tiina Koljonen kan laddas STVs webbsida.¹⁴ Rapporten beskriver de olika teknikerna för avskiljning av koldioxid (avskiljning från rökgaser, avskiljning före förbränning, syrgasförbränning etc.), transportalternativen (fartyg och rörledningar) samt geologisk lagring och övriga lagringsalternativ.

De olika teknikernas mognadsgrad och kostnadsnivå analyseras också i rapporten. De största kostnaderna för CCS är relaterade till avskiljningsprocessen, som i sig konsumerar rätt mycket energi. Enligt McKinsey & Co’s kostnadsanalyser förväntas CCS komma ned till en kostnad på 30–45 €/ton avlägsnad koldioxid. Om utsläppsrätternas kostnad blir högre än så,

¹⁴ <http://www.stvif.fi/dms/show/784>

kommer det att bli lönande att ta i bruk CCS-teknikerna. Detta kan bedömas ske inom 10–20 år.

Rapporten förklarar också att CCS spelar en stor roll inom EUs klimatpolitik och –åtgärder. Eftersom den europeiska energiproduktionen baserar sig så starkt på fossila bränslen och i synnerhet på förbränning av stenkol, är potentialen för nedskärning av utsläpp ytterst hög med just CCS. Sammanfattningsvis konstateras det i rapporten att CCS kan få en stor betydelse för finska energiteknologiföretag, t.ex. de finska tillverkarna av kraftverkspannor. En speciell nisch för Finland kunde också vara tillämpning av CCS inom bioenergiproduktion.

Slutsatser från den gemensamma diskussionen

En aktiv modererad diskussion fördes på seminariet kring följande frågeställningar:

Hur viktigt är CCS för lindring av klimatförändringen globalt sett? Seminariedeltagarna var rätt eniga om att CCS-lösningar blir nödvändiga, eftersom potentialen att minska utsläpp är betydande och eftersom alternativa lösningar inte riktigt räcker till. Det poängterades dock att man bör se CCS som en övergångsteknologi mot ett långvarigt hållbart energisystem. Energisäkerhetsaspekterna fördes också fram: stenkolsfyndigheterna är geografiskt mycket utspridda. Det skulle vara viktigt att kunna använda detta bränsle i framtiden – men utan koldioxidutsläpp. Acceptans sågs som en nyckelfråga för att komma vidare med CCS och verkligen kunna ta i bruk teknikerna. I synnerhet den geologiska lagringen känns oacceptabel för många människor. Erfarenheter och mätresultat som påvisar att lagringen är tillförlitlig bör aktivt kommuniceras med medborgare och beslutsfattare.

Hur viktigt är CCS inom EUs klimatpolitik? EU har tydligt tagit en ledande roll i att utveckla CCS mot kommersialisering. Ett viktigt steg är det stora demonstrationsprogrammet med 10–12 stora CCS-demonstrationsanläggningar, som skall starta ca år 2015. EU har gått in för att på olika sätt att stöda och finansiera demonstrationsprojekten. Seminariedeltagarna tyckte dock att man bör vara försiktig med att lägga den ena stödmekanismen på den andra, för att helheten då kan bli svår att greppa. Den djupa lågkonjunkturen kan göra det svårt att finansiera stora demonstrationsprojekt – men å andra sidan har nya finansieringsmöjligheter uppstått genom att olika länder och EU har vidtagit olika ekonomiska stödåtgärder t.ex. för att säkra sysselsättningen. Också CCS-projekt har i vissa länder fått finansiering som stora investeringsprojekt med många nya arbetstillfällen.

När blir CCS kommersiellt gångbart? Eftersom de olika delteknikerna inom CCS redan används industriellt, ansåg seminariedeltagarna att CCS-helheten kommer att gå mot kommersialisering rätt snart (på 10–15 år). Det ansågs dock viktigt att också politik och drivmedel stöder och accelererar utvecklingen.

Vad betyder CCS för Finland? Seminariepubliken ansåg att kärnkraft är en viktig storskalig energiproduktionsform för Finland. Inom elproduktion är Finland därmed inte lika beroende av kol- eller gaskraft som många andra länder. Från denna synpunkt sett så kommer CCS inte att spela lika stor roll i det finska energisystemet som i t.ex.. Storbritannien, Tyskland, Polen, USA eller Kina. Dock ansåg seminariet att finska leverantörer av energiteknologi har en enorm global marknad för lösningar inom CCS. Ett exempel är Foster Wheeler, tillverkaren av kraftverkspannor, som på seminariet presenterade det utvecklingsarbete inom koldioxidavskiljning som utförs i Varkaus i Finland. En finsk specialitet är också kunnandet inom bioenergi och det vore viktigt att utveckla möjligheten att tillämpa CCS på bio-CHP-anläggningar. CCS kan också göra vår inhemska och rikliga torvresurs till ett värdefullt och miljövänligt bränsle för energiproduktion.

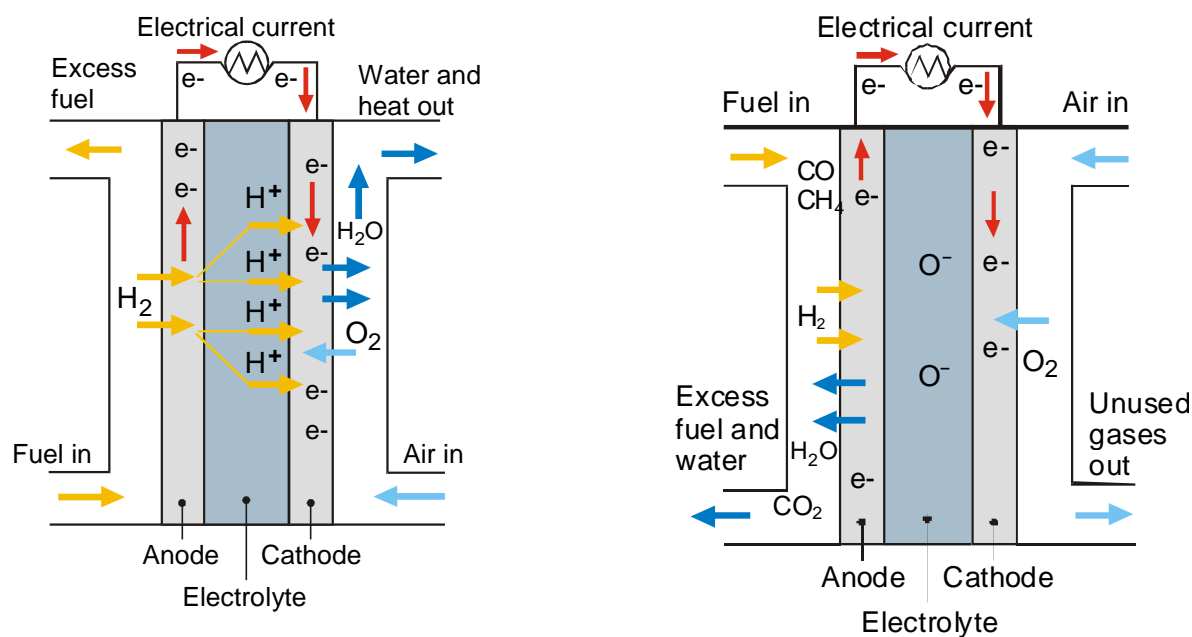
Bränsleceller en del av vår framtida energipalett?

Rolf Rosenberg

Seminariet

Den 28.5.2009 hölls ett seminarium som diskuterade bränslecellernas roll i framtida energisystem. Deltagare var 70 prominenta finländska åhörare och prominenta föredragshållare från flera länder: USA: Donna Lee Ho, USDOE, Danmark: Inger Pihl Byriel, Energinet, Tyskland: Georg Menzen, Federal Ministry of Economics and Technology, Sverige: Bengt Ridell, Grontmij AB, Norge: Steffen Möller-Holst, SINTEF, Finland: Martti Korhikoski, Tekes, Erkkö Fontell, Wärtsilä, Jorma Nurmi, Kalmar Industries. Björn Wahlström, STV och Rolf Rosenberg, VTT fungerade som diskussionledare. Det här korta sammandraget summerar slutsatserna. Föredragen finns att läsa på STVs webbsidor.

Bränsleceller och deras egenskaper



Figur 1. Exempel av bränsleceller. Polymerelektrodbränslecell (PEFC, eller PEM) och fastoxidbränslecell (SOFC).

Bränslecellen är en apparat som omvandlar bränslets kemiska energi direkt till elektricitet utan förbränning. Principen är den att vi har en membran som leder endast en sorts joner, men varken elektricitet, gaser eller vätskor. När vi för bränslet till ena sidan av membranet och syret (luft) till andra sidan, joniserar väte och syre. Vardera bildar en jon som leds genom membranet medan elektriciteten (elektronerna) leds genom en ledare och gaserna leds genom sina egna kanaler (Figur 1). Det finns flera olika typer av bränsleceller med olika elektrolyter. PEFC används huvudsakligen för bärbara applikationer, transport och så kallad mikro CHP för el- och värmeproduktion i egna hem. SOFC används för stationär elproduktion. Smältkarbonatbränsleceller (MCFC) används mest för storskalig elproduktion.

PEFC använder rent väte som bränsle, medan SOFC och MCFC kan även använda metan och CO som bränsle. Genom att använda en bränsleprocessor som kemiskt sönderdelar kolväten till väte, metan, CO och CO₂, kan nästan alla kolväten användas som bränsle. Detta innebär att förutom väte och naturgas kan även biogas, biodiesel, metanol, etanol och gas från förgasning av fast biobränsle kan användas som bränsle. Även bensin och dieselolja kan användas som bränsle men i så fall är nyttan för miljön liten. Detta är en viktig fördel för bränsleceller, eftersom elektricitet kan framställas ur dessa olika bränslen med en verkningsgrad på 45–60% beroende på bränsle och typ av bränslecell. Utom elektricitet produceras värme som kan användas till uppvärmning av luft och/eller vatten eller till kylning. Bränsleceller kan användas i alla applikationer där elproduktion behövs. De kan ersätta batterier och ackumulatorer i bärbar elektronik och redskap, de kan ge reservkraft, driva fordon och de kan ersätta kraftverk för el- och värmeproduktion i storleksklasserna 1 kW till flera MW. I det följande behandlas främst transport och elproduktion.

Transport

Till transportsektorn räknas personbilar, lastbilar, bussar och rörliga arbetsmaskinen såsom truckar samt fartyg och tåg. Alla dessa använder ännu huvudsakligen förbränningsmotorer med antingen bensin eller diesel för sin framdrift. Ett problem är att oljan hotar bli en bristvara med stigande bränslekostnader som följd. Koldioxidutsläppen förorsakar global uppvärmning och diesel motorer ger olika partikel och oxid utsläpp som är skadliga för människan. Förbränningsmotorn är därtill ljudlig vilken orsakar olägenhet i stadstrafik. Vad som borde åstadkommas är att förhöja bränsleekonomin och minska emissionerna. En hel del utvecklingsarbete görs för att höja förbränningsmotorns verkningsgrad, rena avgaserna och hybridisera fordonen med elmotor för att nå båda effekterna. Faktum kvarstår dock att elmotorer har mycket högre verkningsgrad än förbränningsmotorer, de är tysta och har inga emissioner. Problemet med elmotorer är förvaringen av elektricitet i fordonen. Ackumulatorerna är tunga, dyra och laddas långsamt. Ett speciellt problem är att de fungerar dåligt vid kyla. Därtill producerar de inte värme som kan användas för att värma fordonen i kallt väder. Ackumulatorerna förbättras hela tiden, men trots det kommer kördistansen mellan laddningarna att vara så kort att de huvudsakligen kan användas i stadstrafik.

Frågan lyder, är då bränslecellen lösningen till problemen med elbil. Också bränslecellen är dyr, förvaring av väte är relativt svårt och dyrt och byggandet av infrastrukturen för tankning av väte är dyrt; vem betalar? Tekniskt har bränslecellbilarna redan kommit långt. Utrymmena är gedigna, komforten överlägsen med ljudlös maskin och hög acceleration. Distansen mellan tankning har redan stigit till nästan 600 km och kommer att stiga till 1000 km de närmaste åren. Körhastigheten är 140 km/h och verkningsgraden beräknas nå 60% i närmaste framtid. De problem som kvarstår är kostnaderna och hållbarheten för bränslecellerna. Kostnaderna väntas komma ner när massproduktionen börjar 2020 och hållbarheten väntas man också kunna förbättra. De japanska biltillverkarna väntas komma ut med leasingbilar kring år 2015. Tankstationer byggs i Tyskland, USA, Japan, Danmark, Norge och Sverige.

Nyttan med att övergå till bränslecell bilar är tyst och utsläppsfri stadstrafik, starkt minskade koldioxidemissioner och minskad energiåtgång per körd kilometer. Det har beräknats att om Europa övergår till att använda bränslecellbilar kommer trafikens koldioxidemissionerna att minska med 50% [1]. Teoretiskt kan man helt övergå till personbilar och bussar som använda enbart CO₂-fritt väte. I så fall minskar utsläppen med 100%. Energiåtgången per körd kilometer blir ungefär hälften av åtgången hos en förbränningsmotorhybrid. Ofta argumenterar man mot bränslecell bilar genom att peka på de höga kostnaderna för den nya distributionsinfrastrukturen. Man har dock beräknat att de totala kostnaderna för att undvika lokal luftföro-

rening och CO₂-emission blir märkbart mindre om man övergår till elbilar. Den totala kostnaden för samhället är något lägre om bränslecellbilar används än att om ackumulator drivna bilar används [2]. Elproduktion per genererad kWh orsakar mera CO₂-emission än motsvarande väteproduktion. I själva verket skulle övergången till batteridrivna bilar i Tyskland i dagsläget öka trafikens CO₂-utsläpp beroende på de höga CO₂-utsläppen i tysk elproduktion [3]. Det mesta av det som sagts här gäller också för bussar och motordrivna arbetsmaskiner av olika slag. För arbetsmaskiner tänker man närmast på den lokala luftkvaliteten och bränsleåtgången.

Bränslecell drivna gaffeltruckar byggs redan på nästan kommersiell bas. Bussar och personbilar utvecklas av de flesta biltillverkarna och hundratals prototyper har konstruerats och byggts. Det anses allmänt att tekniken är färdig för massproduktion 2020. Tiden visar hur populära bränslecellbilarna blir och om någon bygger tankstationer.

Elproduktion

Den andra viktiga sektorn för energi är produktionen av el, värme och kyla. Här talar vi också om kostnader, tryggad tillgång på energi och utsläpp av växthusgaser. Avgörande är alltså investeringskostnader, bränslekostnader, tillgång till bränsle, verkningsgrad och koldioxidutsläpp. Vi talar också om industrins konkurrensförmåga, både den som behöver billig energi, men i framtiden kanske mera om den industrin som exporterar ny energiteknologi till den globala marknaden. Kärnkraften skulle tillfredställa behovet av billig koldioxidfri elektricitet, men inte uppbyggnaden av en ny exportindustri.

Nu tillverkas PEFC och SOFC som små ungefär 1 kW anläggningar för samproduktion av el och värme i småhus. Flera tillverkare finns, i synnerhet i Japan och Tyskland. Det är meningen att de skall ersätta naturgasdrivna värmepannor i egnahemshus. I Japan har flera tusen anläggningar redan installerats runt om i landet. I Tyskland har de också demonstrerats och i dags datum planeras en demonstration på flera hundra enheter. De använder naturgas eller kerosen som bränsle. Problemet med dessa anläggningar är den låga verkningsgraden för elproduktion som ligger på 30–40%. Därtill kommer 40% värme. Jämfört med gammal kolkraft vinner man något i verkningsgrad och koldioxidutsläpp, men jämfört med moderna CHP kraftverk som drivs med naturgas, eller till och med kol, är fördelen liten eller ingen. Som affärskoncept i Japan eller Tyskland tycks anläggningarna löna sig ifall priset fås ner tillräckligt. Så är inte fallet idag.

Den andra kategorin kraftverk är industriella från 250 kW till 2 MW stora enheterna som de flesta idag är baserade på MCFC teknik men i framtiden kommer också att basera sig på SOFC teknik. De har redan bra verkningsgrad, 50% el och 40% värme. Investeringskostnaden 8000 €/kW är ännu för hög, men om den fås ner till 1500–2500 €/kW, kunde de redan nu ha kommersiell framgång. Flera hundra MW har redan installerats. Speciellt attraktivt är att som bränsle använda metan som fås från fermentering av bio-avfall. Verkningsgraden är här klart bättre än att använda gasen för mikroturbin eller förbränningsmotor. Speciellt attraktiva är SOFC bränsleceller om man vill ta tillvara CO₂. I ett SOFC kraftverk skulle det vara mycket billigare än i kraftverk av andra typer.

I USA planerar man bygga store 200 MW SOFC kraftverk som skulle använda gas från förgasning av kol som bränsle. Man räknar med mycket hög verkningsgrad också i samband med CCS. Tiden får visa hur det går med dessa.

Framtiden för bränsleceller i elproduktion är oviss. EU räknar i sin SET-plan med att distribuerad elproduktion, speciellt CHP och då bränsleceller med sin höga verkningsgrad, kommer

att spela en stor roll i framtiden [4]. Den s.k. EU snapshot beräknar att vi har 8–16 GW bränsleceller installerat 2020, vilket är endast ett par % av den totala elproduktionskapaciteten [5].

Ett problem med elektriciteten är att storskalig lagring är besvärligt och dyrt. Därför har det diskuterats vidlyftigt, i synnerhet i Danmark, Tyskland och USA, att man skulle lagra elektricitet i form av väte. Det här skulle vara aktuellt i synnerhet i kombination med storskalig vindkraft. Om vindkraftens andel är stor blir det tillfällen, t.ex. nattetid, då åtgången är mindre än produktionen. Då skulle man i stället elektrolysera vatten och ta tillvara väte och syre. Detta kunde sedan användas senare i bränsleceller för att generera el till nätet eller så skulle vätet sedan användas i bilar som bränsle. Principen att mata el till nätet är bra, men då verkningsgraden för hela processen är relativt låg, bör elektricitetens värde vara nära noll och investeringskostnaderna låga.

Situationen idag

Bränsleceller och väte anses vara lovande i många hänseenden och samtidigt anses möjligheten för kommersiell framgång vara stor. Därför stöds bränslecellutvecklingen i de flesta länderna med offentliga medel. Speciellt kan nämnas Danmark, Tyskland, Japan, USA och även Finland, som har stora offentligt finansierade forskningsprogram. I många länder, men speciellt Danmark, Tyskland, Japan, Kanada och USA är också den industriella aktiviteten märkbar. I Finland har den industriella aktiviteten koncentrerats till få företag, fast intresset att få information är relativt stort.

[1] Hyways the European Hydrogen Roadmap, Final Report of the EU Integrated Project HyWays, European Commission 2008.

[2] The Energy Evolution, an analysis of alternative vehicles and fuels to 2100, The national Hydrogen Association 2009

[3] Georg Menzen, STV bränslecell seminariet, 28.5.2009

[4] A European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan)-Technology Map, 22.11.2007, SEC(2007)1510

[5] European Hydrogen and Fuel Cells Technology Platform, Deployment Strategy, August 2005 (<https://www.hfpeurope.org/hfp/keydocs>).

Energiekonomin i samhället

Eero Tamminen

Inledning

Rapporten skrevs som ett komplement till de tre seminarierna i STVs energiprojekt. Syftet med insatsen var att komplettera de tre teknologibaserade områdena med en mera teknisk ekonomisk genomgång av olika förutsättningar och hinder i en ansats att spara energi och effektivisera energianvändningen. Nedanstående text utgör sammanfattningen av en rapport som efter det att den färdigställts kan laddas ner från STVs webbsidor.

Primärproduktion av energi

Den årliga konsumtionen av primärenergi i Finland, omvandlad till motsvarande mängd olja, uppgår till nästan 40 miljoner ton och hela världen förbrukar ca 300 gånger så mycket. Det finns bara sex globalt betydande energikällor, i storleksordning: olja, gas, kol, bioenergi, kärnkraft och vattenkraft. De tre första, fossila bränslen, täcker 80 % av det globala behovet. Den enda nya källan sedan 100 år är kärnkraften.

I Finland är bilden något annorlunda. Fossila bränslen och importerad el täcker hälften av behovet. Förnybara, inhemska källor bioenergi och vattenkraft, som inte förorsakar koldioxidutsläpp svarar för nästan 30 %. Denna andel är tredje högsta i EU, efter Sverige och Lettland. Resten 20 % svarar kärnkraft och torv för. Tillväxten av förbrukningen under det senaste decenniet var ca 10 %

Globalt sett växer förbrukningen i snabb takt, framför allt i Kina, Indien och andra ekonomier i utveckling, men också i många utvecklade länder, som USA. Under decenniet 1997-2007 steg världens konsumtion av energi med ca 25 %. Också tillväxten baserar sig på fossil energi, kolet ökade snabbast, med 37 %.

Förbrukning av energi

Energiförbrukningen varierar mycket mellan olika länder, men är alltid koncentrerad till följande sektorer: (i) industri och inom den tillverkning av energikrävande material, som papper, metaller, kemikalier, plast osv. (ii) fastighetsuppvärmning, (iii) trafik, i synnerhet vägtrafik och (iv) elektriska och elektroniska maskiner och apparater i hushållen, affärlivet och i olika slag av service.

I Finland svarar industrin för nästan hälften av förbrukningen. Massa och pappersindustrin ensam står för 30 %, metaller och kemi för drygt 10 %. Men Finland exporterar över 90 % av massa- och pappersindustrins, och en betydande del av hela den tunga processindustrins produktion. Den slutliga förbrukaren är då i importlandet. Av hela förbrukningen går 20 % till fastighetsuppvärmning och ytterligare 20 % till trafiken. Vägtrafik använder 15 %, inhemska och internationell flyg och sjötrafik sammanlagt 5 %. Elektriska och elektroniska maskiner och apparater i hushållen etc. förbrukar ca 10 %.

Samhällets alla sektorer är beroende av energi. Energikostnaderna utgör ändå bara en liten del av värdet av produktionen, men låga energikostnader är inte ett tecken på svagt beroende av energi. Produktions- och konsumtionsprocesserna är fysikaliskt beroende av energi och låga kostnader är ett tecken på energisektorns effektivitet.

En omställning av energiekonomin

Enligt prognoserna kan produktionen av råolja under de närmaste 30 åren knappast hålla takt med efterfrågan. Detta ökar trycket på naturgas och kol. Men fossila källor är inte en bestående lösning. Förnybar energi och kärnkraft utvecklas kraftigt, men erbjuder inte heller produktionsmöjligheter i tillräckligt stor skala. Det är möjligt, att teknologiska framsteg på t.ex. sol- eller kärnenergiområdet kommer att lösa världens energiproblem, men man kan inte räkna med att sådana lösningar står att finna. En kraftig energieffektivisering är då den enda praktiska möjligheten att möta kommande krav.

När energiförsörjningen omgestaltas, skall nya energisparande konsumtionsmönster, nya konsumtions- och produktionsteknologier och nya energikällor tillämpas inom de mest centrala delarna av energisystemet. Endast så kan en hållbar grund för vår energiekonomi och hela samhället uppnås. Vi står inför en grundläggande omställning av energisektorn. Det krävs energieffektivisering i mycket stor skala framför allt på de mest betydande konsumtionssektorerna.

Energipolitiska mål i EU och i Finland

Den officiella energi- och miljöpolitiken i EU sätter konkreta mål för utsläppen av koldioxid, för beroendet av fossila bränslen och för energieffektivisering. Enligt EU kommissionens strategiska plan fram till år 2020 skall utsläppen minska med minst 20 %, användningen av förnybar energi skall öka med minst 20 % och den totala energiförbrukningen minska med minst 20 %. Detta ställer höga krav på energieffektivisering och utvecklandet av andra än fossila energikällor.

Finlands Arbets- och Näringsministeriets Energieffektivitetskommitténs betänkande (2009) tar upp 125 effektiviseringsåtgärder, vilka sammanlagt uppskattas leda till 11 % mindre energiförbrukning år 2020 än om dessa åtgärder inte vidtas. Nya motorteknologier i trafiken är den största enskilda faktorn och svarar ensam för ca en fjärdedel av hela inbesparingen.

Beslutsfattande och styrning av energiekonomin

Det är lätt att betrakta tekniska alternativ för olika komponenter av systemet, t.ex. bättre isolering i byggnader, eller bilmotorer med lägre bränsleförbrukning. Men tekniska punktlösningar är inte tillräckliga. Energikonsumtionen måste skäras mera och detta förutsätter att också samhällets strukturer och konsumtionsmönster och vår levnadsstil måste förändras. Då måste vi förstå de beslutsprocesser och val i samhället som har lett till våra nuvarande organisationer, samhällsstrukturer och vår levnadsstil med åtföljande hög energikonsumtion.

Ekonomi styrs av människorna i två olika roller, som konsumenter i en marknadsekonomi och som medborgare. Den totala energiförbrukningen i ekonomin och samhället bestäms i sista hand av ett mycket stort antal konsumtionsbeslut som fattas av både privata konsumenter och av funktionärer och tjänstemän på den privata och offentliga sektorn.

Bakom marknadernas konsumtionsalternativ finns en lång utvecklingshistoria och stora investeringar i forskning, utveckling, produktionskapacitet och infrastruktur. Marknadssektorn svarar för produktionen, många tjänster, distribution och handel. Den politiska sektorn svarar för lagstiftning, för en stor del av undervisning, forskning, utveckling och samhällsplanering, för produktnormerna, byggnadsbestämmelserna osv.

Energiförbrukningen är ett resultat av ett samspel mellan enskilda konsumenter, företagen och den politiska sektorn. Konsumenterna väljer mellan alternativ som har utvecklats av företagen

och den offentliga sektorn. I alla större frågor arbetar marknadssektorn och den politiska sektorn i nära samarbete. Många val på båda sektorerna styrs och koordineras av allmänna beteendemönster som kan kallas levnadsstilar. Dessa levnadsstilar är gemensamma uttryck för våra värden och vår kultur och de gör sig gällande både i marknadernas efterfrågan, i producenternas marknadsföring och i politiskt beslutsfattande.

Vår levnadsstil, samhällets organisationer och strukturer leder till en hög energikonsumtion. Hög materiell konsumtion marknadsförs som önskvärd både av den kommersiella och politiska sektorn. I många fall har konsumenten inte möjlighet att välja mer energieffektiva alternativ, eftersom sådana inte finns på marknaden. T.ex. förpackningsmaterial och papper tillhör de mest energikrävande produkterna, men konsumenten har ingen möjlighet att välja enklare förpackningar eller reklam endast på nätet. Både den fysiska samhällsstrukturen och samhällets organisationer har utvecklats så att personbilen är det enda praktiska alternativet i stora delar av den industrialiserade världen. Inom fastigheter har man effektiviserat uppvärmningen, men samtidigt har den uppvärmda volymen ökat betydligt dels på grund av att utnyttjandegraden har sjunkit.

Allmänna mål för energiförbrukningen

Den globala och nationella energiekonomin styrs av följande mål: (i) Maximering av den ekonomiska välfärden, alltså nyttan av konsumtionen av varor och tjänster, (ii) Minimering av energisystemets (produktions- och konsumtionssystemets) negativa påverkan på miljön och (iii) Maximering av energiförsörjningens tillförlitlighet (säkerhet) och minimering av dess risker.

Produktionen har inget egenvärde och varor och tjänster produceras endast för att uppfylla människornas privata och gemensamma konsumtionsbehov så bra som möjligt. Maximering av välfärden innebär också att produktionsresurserna (bl. a. energi) utnyttjas så effektivt som möjligt. Miljömålen är restriktiva och minimering av utsläppen av växthusgaser är det mest krävande globala miljömålet. Maximering av försörjningssäkerheten betyder på lång sikt hållning med naturresurser och avvecklande av ekonomins beroende av fossila källor.

Det är fråga om mycket stora ekonomiska och miljömässiga värden. Medborgarna och konsumenterna har rätt att förvänta, att energi- och miljöpolitiken är rationell och genomskådlig på alla nivåer. Detta innebär att politiken baserar sig på logiskt hållbara analyser om politikens mål och dess medel att uppnå målen. Politikens medel måste också väljas så, att man får största möjliga nytta för kostnaderna.

Marknadsekonomisk styrning av energiekonomin

I marknadsekonomi fattar företagen sina beslut om användningen av resurserna så att vinsten maximeras inom ramen för lagar, avtal och de möjligheter marknaden erbjuder. I idealfall leder detta till en struktur och volym för konsumtionen som är ekonomiskt optimal med avseende på konsumenternas behov och utnyttjandet av resurserna. Men konsumtionen och produktionen är optimala endast med hänseende till de mål som har uttryckts i form av marknadskrafter och med hänseende till den rådande inkomstfördelningen. En effektiv marknadsekonomi rättar sig efter de mål för konsumtionen som bestäms av inkomstfördelningen och de mål för användningen av produktionsresurser som ägarna av dessa resurser uttrycker som marknadskrafter.

Om medborgarna tillsammans, som den gemensamma miljöns "ägare", beslutar, att växthuseffekten måste motarbetas, är det fullständigt förenligt med marknadsekonomisk effektivitet att "sätta pris på miljön" i form av en skatt på utsläppen av växthusgaser. Medborgarna kan också

tillsammans agera som representanter för kommande generationer i fråga om användningen av världens begränsade fossila resurser. Detta kan ske med så höga skatter på primärproduktion av energi från fossila källor, att priset begränsar konsumtionen. Kommande generationers behov beaktas annars inte av de enskilda beslutsfattarna på marknaderna.

Effektiva marknader som styrs av miljö- eller resursskatter förverkligar en optimal lösning som beaktar miljömålen och kommande generationers behov i den mån de hade uttryckts i marknadspriser och gör detta med minsta möjliga kostnader.

Offentliga inkomster från miljö- och resursskatter gör det möjligt att i motsvarande mån sänka andra, t.ex. löneskatter, vilket har en positiv effekt på sysselsättningen. Det är förvånande, att dessa möjligheter inte i större grad har utnyttjats i sysselsättnings-, miljö- och skattepolitik. Orsakerna står att finna framför allt i det att i en global marknadsekonomi måste också miljöskatterna vara globala. Annars kan de alltid kringgå. Lokala lösningar skulle kräva miljötullar

Politisk styrning av energiekonomi

Ekonomisk lagstiftning och nationella och internationella avtal utgör grunden för utvecklad ekonomisk verksamhet och samarbete på alla nivåer. Lagar och avtal skapar den stabilitet och förutsägbarhet som krävs för all långsiktig ekonomisk verksamhet. Det har krävts mycket arbete för att skapa detta nationella och internationella regelverk och resultatet är ingalunda färdigt. Den globala ekonomin har lett till ökat välstånd i de flesta länderna och bidragit till upprätthållandet av världsfreden. Det moderna företaget, som opererar globalt och maximerar värdet av ägarnas innehav har helt praktiskt förverkligat denna utveckling. Den ekonomiska lagstiftningen har strävat efter att skapa optimala förutsättningar för företagets verksamhet. Man har strävat efter maximal, kontinuerlig materiell tillväxt och lyckats med det.

De ekonomiska framgångarna har dock blivit ett problem i form av en förestående brist på materiella resurser och hot mot miljön. Också kriserna har globaliserats. Hela världens ekonomi är beroende av de globala energimarknaderna och växthuseffekten är global redan på det fysikaliska planet.

Om hela världens ekonomi skall omgestaltas på hållbar basis måste den här utvecklingen få sitt fulla stöd också i lagstiftningen och i internationella avtal. Redan på företagsnivån kommer det att krävas legala, organisatoriska former för framgångsrikt ekonomiskt samarbete, som sparar på materiella resurser.

Val och beslut som gäller samhällets infrastruktur har mycket stor betydelse för den slutliga energianvändningen. Lokalisering av olika aktiviteter: boende, arbetsplatser och olika slag av privat och offentlig service sker inom den konkreta samhällsplaneringen. Lokaliseringen bestämmer sedan storleksordningen av transportbehovet. Planering och utveckling av trafikleder ger de alternativ som konsumenten har att välja emellan.

Genom offentliga investeringar och offentlig konsumtion fattas många val och beslut som har stor energiekonomisk betydelse. Detta gäller naturligtvis framför allt besluten om samhällets infrastruktur, men alla offentliga investeringar och all offentlig konsumtion t.ex. på fastighetssektorn har också en energiekonomisk dimension.

Egentlig energi- och miljöpolitik syftar konkret till valda mål och tillämpar följande typer av styrmedel: skatter, produktionsstöd, handel med utsläppsrätter, gröna certifikat, investeringsstöd, samhällsplaneringsbestämmelser, byggnads- och produktnormer, energimarkering av

produkter, frivilliga effektiviseringsavtal, stöd för grund-, program- och projektforskning, stöd för industriell utveckling, skolning och informationsverksamhet.

När man väljer styrmedel för energipolitiska mål borde man alltid beakta kostnaderna att uppnå dessa mål för hela ekonomin. Man borde sträva efter sådana styrmedel som leder till målen med minsta möjliga kostnader. I en marknadsekonomi betyder detta, att man så långt som möjligt utnyttjar marknadernas effektivitet i att välja medel att uppnå målen. Sådana styrmedel kallas marknadskonforma. En skatt på utsläpp av koldioxid är ett marknadskonformt styrmedel att minska utsläpp. Direkta bestämmelser på produktionen däremot ingriper i den operativa styrningen .

En annan viktig synpunkt är växelverkan mellan olika styrmedel. En modern ekonomi är ett invecklat system. Om man på olika sektorer av ekonomin tillämpar olika styrmedel, kan ekonomins interna sammanhang leda till oönskad växelverkan mellan medlen i form av negativa synergieffekter.

En tredje mycket viktig synpunkt gäller energipolitikens inverkan på inkomst- och förmögenhetsfördelningen. Det minsta kravet härvid är, att de beslutande medborgarna och politikerna vet vad de vill och förstår politikens konsekvenser. T. ex. om man inför en skatt eller miljöavgift på koldioxidutsläpp och om koleldade kraftverk utgör de marginella produktionsenheter som bestämmer prisnivån på elektricitetsmarknaden, stiger marknadspriset på el på motsvarande sätt, helt oberoende av i vilket kraftverk el har producerats. Värdet på vattenkraft- och kärnkraftverk stiger då och värdet på hus med direkt eluppvärmning sjunker.

Möjligheter att spara på energi

Här behandlas inte teknologiska möjligheter att spara energi utan hänvisas till den omfattande rapporteringen på området. Stigande energipriser sköter om, att alla praktiska och lönsamma förbättringar tas till användning. Större förändringar i energiförbrukningen måste baseras både på teknologiska innovationer och på mera djupgående förändringar i hela konsumtionen på alla viktiga sektorer. Detta förutsätter t.ex. följande:

Förbrukningen av alla energikrävande material minskas och återvinningen effektiveras. Detta gäller metaller, kemikalier, gödselmedel, plast, massa och papper, glas etc. Det är klart att man avstår från den mest onödiga konsumtionen först, det kan sedan vara förpackningar, reklam på papper eller dylikt.

På trafiksektorn går man delvis över till nya motorteknologier (el- och hybridbilar), men också trafikvolymen måste minska. Varutransporter och städernas interna trafik överförs i stor utsträckning på räls. Samhällsstrukturen utvecklas så att det rutinmässiga trafikbehovet, det dagliga pendlandet mellan hem, arbete, skola och service minskar. Rusningstoppar minskas med strukturella åtgärder och med direkt styrning. Minskad materiell konsumtion medför automatiskt minskade bulktransporter. En impopulär åtgärd, som genast leder till minskad bränsleförbrukning på vägarna är sänkning av hastigheter.

På fastighetssektorn kan man, utöver teknologiska effektiviseringsåtgärder, sänka rumstemperaturen, minska på uppvärmningen av fastigheter under den tid de inte används, öka utnyttjandegraden av fastigheter etc. Också i fråga om hushållsmaskiner, hemelektronik och energiförbrukning i servicesektorn finns det mycket sådan förbrukning om inte kommer till någon nytta.

Förutsättningar och hinder för energieffektivisering

Det moderna samhället bygger på långt gående specialisering och koordinering mellan de olika specialiserade funktionerna. Detta har lett till höjd total ekonomisk effektivitet på alla områden. Koordineringen sker inom de nuvarande strukturerna: samhällets organisationer, nätverken för information och kommunikation, samhällets fysikaliska infrastruktur: byggnadsbeståndet, trafiklederna, näten för transmission av energi etc. Alla dessa nätverk tillsammans bildar samhällets infrastruktur.

Inom denna infrastruktur är det lätt att genomföra sådana effektiviseringsåtgärder som passar väl in i strukturen, t.ex. att införa effektivare teknologi i existerande funktioner. Men en betydande del av energiförbrukningen bestäms av själva infrastrukturen. Strukturella förändringar är mycket svårare att genomföra. Sådana förändringar kräver nya organisatoriska former och ny fysisk infrastruktur för trafik eller information t.ex.

Ekonomisk effektivitet, framställs ofta som ett värde för sig, fast det är endast ett medel att tillfredsställa de materiella behoven med mindre resurser och frigöra resurser för värdefullare ändamål.

Vår ekonomi är byggd på tillväxt. Å ena sidan har tillväxten medfört önskad materiell välfärd, men senare har tillväxtens stabiliserande verkan i ekonomin blivit allt viktigare. I dag förutsätter full sysselsättning, tryggheten av pensionerna och balans på finansmarknaderna kontinuerlig tillväxt. Ekonomin måste producera sådant som inte behövs endast för att sysselsätta resurserna. All produktion är alltså inte i och för sig nödvändig, men däremot det, att produktionen skapar arbete och delar inkomster. Det är fråga om ett inkomstfördelningsproblem. En marknadsekonomi tar inte ställning i fördelningsfrågor, de förblir politiska.

Långt gående energieffektivisering förutsätter följande:

- Att ekonomisk balans, bl.a. full sysselsättning kan uppnås utan kontinuerlig tillväxt
- Att ekonomiskt samarbete som effektivt sparar på energiresurser framgångsrikt kan bedrivas i företagsform i marknadsekonomi
- Strukturella förändringar i samhällets organisatoriska och fysiska infrastruktur
- Ny teknologi i produktionen och konsumtionen