

Möjligheter för svensk teknik att bidra till minskad klimatpåverkan

En rapport inom ramen för projektet Future Climate – Engineering Solutions

Sveriges Ingenjörer 2009

Rapporten är skriven av Johan Sittenfeld i samarbete med professor Erik Dahlquist,
Mälardalens högskola.

1. Inledning och bakgrund

Rapporten är framtagen inom ramen för projektet Future Climate – Engineering Solutions. Projektet syftar till att inför FN:s klimattoppmöte, COP 15, i Köpenhamn i december 2009 presentera ingenjörers syn på hur klimatproblemen kan hanteras. På en nivå handlar klimatfrågan om att göra internationella överenskommelser om utsläppsreduktioner. För att dessa ska vara möjliga att realisera krävs dock tekniska lösningar både i form av att bästa tillgängliga teknik tillämpas och att nya lösningar utvecklas.

En projektgrupp från IDA i Danmark, NITO i Norge, VDI i Tyskland och Sveriges Ingenjörer leder projektet. Därutöver medverkar ingenjörorganisationer från Australien, Bulgarien, Finland, Indien, Irland, Japan, Storbritannien och USA. I en till projektet knuten expertgrupp medverkar från Sverige professor Erik Dahlquist, Mälardalens högskola, som har bidragit med underlag och synpunkter till denna rapport och Sveriges Ingenjörers Miljöprofessor, Tomohiko Sakao, för närvarande verksam vid Linköpings universitet. Utmaningen är att lyfta lovande teknik som kan bidra till att globalt begränsa temperaturökningen till 2 grader Celsius i jämförelse med förindustriell nivå. Styrkan i projektet är att mobilisera de deltagande organisationernas medlemmar runt om i världen.

Sveriges Ingenjörer har som underlag för denna rapport gjort ett upprop på vår webbplats, www.sverigesingenjorer.se, där ingenjörer uppmanas att bidra med kunskaper och synpunkter kring hur svensk teknologi kan bidra till att de globala målen uppnås. Värdefulla synpunkter har inkommit vilka har utgjort en del av underlaget vid skrivandet av denna rapport. Exempel på andra underlag finns redovisade i litteraturförteckningen. I anslutning till arbetet med denna rapport har vi dessutom i samarbete med IVL Svenska Miljöinstitutet och Vinnova skapat webbplatsen www.energibruket.se som samlar ett antal tjänster kopplade till energieffektivisering.

2. Energieffektivisering

Den offentliga diskussionen i Sverige har länge fokuserat på tillförsel av energi. Samtidigt har många svenska företag länge arbetat med att minska sin energianvändning. Under senare tid har dock frågan om energieffektivisering fått ett ökat genomslag i Sverige. Pådrivande i den förändringen har bland annat varit en möjlighet för elintensiva företag som genomför effektiviserande åtgärder att få skattereduktion, den offentliga Energieffektiviseringsutredningen och olika rapporter som visar att potentialen för effektivisering är mycket stor.

Webbplatsen Energibruket som nämns ovan är ett initiativ för att samla ingenjörer i Sverige för diskussion och innovation kring denna fråga. Platsen erbjuder ett forum för tekniskt inriktade diskussioner under rubriker som transporter och byggande. Det är också möjligt att få en idé prövad med hjälp av den expertis som knutits till Energibruket i frågor om energi, miljö, immaterialrätt och kommersialisering. Vår erfarenhet är att många idéer som ingenjörer får aldrig realiseras därför att de kommer fram i en miljö där de ligger vid sidan om kärnverksamheten. Genom detta initiativ vill vi erbjuda sådana idéer en möjlighet att komma vidare.

Att effektivisera energianvändningen är en av de viktigaste åtgärderna om klimatproblematiken ska kunna hanteras. Det är också visat att det är den insats som i första skedet kan åstadkomma mest till minst kostnad. I själva verket finns det många enklare effektiviseringsåtgärder som är lönsamma på kort sikt.

Under två år har Energimyndigheten i Sverige drivit ett program för att stimulera effektivisering i energiintensiv industri. Programmet innebär att företag som genomför åtgärder slipper den skatt på 0,5 öre/ kWh (0,005 SEK) för processrelaterad el som infördes 2004 som en följd av EUs energiskattedirektiv. Över 100 företag deltar i programmet med en sammanlagd förbrukning på 30 TWh el per år. Indikationer tyder på att besparingen hittills är 1 TWh per år till en kostnad av 1 miljard SEK. Besparingar har gjorts inom produktionsprocesserna och inom hjälpsystem som pumpar, tryckluft, fläktar och motorer.

En ny svensk konsultrapport (Sweco 2009) indikerar att det kan vara möjligt att nästan halvera Sveriges totala energianvändning fram till 2030 med hjälp av styrmedel och ny teknik. Inom transportsektorn menar rapporten att potentialen är stor men förutsätter en teknikutveckling för att möjliggöra användning av plug-in-hybrider i stor skala. Inom industrin måste processerna förbättras men det finns stora möjligheter genom mindre förändringar på flera områden med befintlig teknik. Inom bostadssektorn handlar det mycket om förbättringar i det befintliga husbeståndet men tekniken finns i stor utsträckning redan.

3. Energiproduktion

Energieffektivisering kommer att påverka också elproduktionen. Samtidigt är det viktigt att komma ihåg att el som energibärare kan minska det totala behovet av energi. För att öka effektiviteten och minska energianvändningen kan vi alltså behöva öka elanvändningen. Sverige gjorde tidigt en stor utbyggnad av vatten- och kärnkraft vilket betyder att vår elproduktion länge haft små koldioxidutsläpp. Bioenergi och vindkraft kommer under de kommande decennierna att växa och öka den förnyelsebara andelen ytterligare. Längre fram är vågkraft och solceller intressanta liksom koldioxidavskiljning från biobränslen eller industriella processer. Ett stort osäkerhetsmoment i det svenska elsystemet är kärnkraftens framtid.

3.1 Vattenkraft

Vattenkraften är sedan länge en hörnsten i den svenska elförsörjningen. Mindre kraftstationer började byggas redan på 1800-talet och under 1930-talet tog utbyggnaden fart vilket lade en grund för framväxten av det svenska välfärdssamhället.

Den installerade effekten är 16 GW och produktionen ett normalår uppgår till 65 TWh, med variation beroende på nederbörd. Vattenkraft är viktig inte bara för elproduktion i det nordiska systemet utan även för effekttreglering så att produktionen i varje ögonblick svarar mot efterfrågan och nätfrekvensen därmed kan hållas konstant. Vattenkraften får enligt riksdagsbeslut endast byggas ut i liten skala och fyra stora älvar är skyddade från utbyggnad. Dock pågår en utbyggnad av småskalig vattenkraft och en successiv effekthöjning i de befintliga verken genom att äldre teknik ersätts med ny. Det har medfört en ganska avsevärd ökning av den installerade effekten även om energiproduktionen från vattenkraften inte har ökat de senare åren.

3.2 Kärnkraft

Kärnkraften har varit en viktig del av den svenska elproduktionen sedan utbyggnaden startade på 1970-talet. Kärnkraften har dock hela tiden varit en kontroversiell energiform i Sverige och debatten har fått ny näring under det senaste året. Som mest hade vi 12 reaktorer men efter stängningen av de två reaktorerna i Barsebäck (1999 och 2005) finns idag 10 reaktorer som producerar ca 70 TWh el per år. Kärnkraften har liksom vattenkraften varit föremål för effekthöjningar vilket gör att produktionen från svensk kärnkraft är större idag än innan Barsebäck stängdes.

Den dominerande politiska uppfattningen har varit att den befintliga kärnkraften ska nyttjas under reaktorernas livstid men sedan avvecklas i takt med att de tjänar ut. Vi räknar idag med en livslängd på 60 år vilket innebär att tidpunkten närmar sig då beslut om eventuell fortsättning med kärnkraft måste fattas. Frågan har fått en politisk vändning i och med att den sittande alliansregeringen har gjort en överenskommelse om att de befintliga reaktorerna ska få ersättas med nya på samma platser i takt med att de nuvarande blir för gamla. Det skulle om det genomförs innebära att Sverige har möjlighet att fortsätta med kärnkraft under hela detta sekel. Om samtliga reaktorer som är i drift nu ersätts är det värt att notera att det i själva verket skulle innebära en väsentlig ökning av elproduktionen från kärnkraft eftersom nya reaktorer är så mycket mer effektiva.

Vad som kommer att hända är oklart. Om den nuvarande regeringen väljs om nästa år är det troligt att de kommer med något konkret under nästa mandatperiod. Om vi får ett skifte till en socialdemokratisk regering är det möjligt att de river upp det nuvarande beslutet men det är också tänkbart att de inte gör det. Socialdemokraterna vill avveckla kärnkraften men samtidigt finns det inom partiet starka förespråkare för kärnkraft. Det gäller inte minst på orter där man är beroende av elintensiv industri. I sammanhanget spelar det också roll att den allmänna opinionen i Sverige är ganska positiv till kärnkraft. Cirka 80 procent vill fortsätta använda kärnkraft och det är fler som vill bygga ut än som vill avveckla.

När man diskuterar det framtida svenska energisystemet får man därför i perspektivet 2050 tänka sig två olika scenarier. Antingen en årsproduktion som överstiger dagens 70 TWh el och kanske snarare handlar om 100 TWh eller att vi helt saknar elproduktion från kärnkraft. I det förra fallet kommer Sverige att bli en stor exportör av elenergi och i det senare kommer en kraftig effektivisering att krävas om vi ska vara självförsörjande på el.

Den kärntekniska kompetensen är relativt god i Sverige även om den osäkerhet som har omgärdat kärnkraften medfört vissa problem och bland annat innebär att det finns brist på erfaren personal. Intresset bland yngre ingenjörer att ägna sig åt kärnkraft är dock växande och specialiseringar inom ingenjörsutbildningarna växer fram.

De nya reaktorer som byggs idag till hör det som kallas Generation III+. Det är vattenkylda reaktorer med inbyggda säkerhetssystem som väsentligt sänker risken för härdsmälta jämfört med dagens reaktorer. Fjärde generationens reaktorer som skulle kunna bli verklighet runt år 2030 kan använda redan utarmat uran som bränsle vilket dels skulle eliminera behovet att tillföra nytt uran och dels kraftigt reducera den nödvändiga lagringstiden för det långlivade avfallet.

Den svenska myndigheten för hantering av kärnavfallet har precis bestämt sig för lokalisering av slutföret. Det återstår ju en ganska lång process innan anläggningen kan börja byggas men Sverige kan därmed bli det första landet i världen som slutförvarar utbränt kärnavfall.

3.3 Bioenergi

Sverige har sedan länge ett stort kunnande inom bioenergi som efterfrågas från flera andra länder. I utvecklingsländer används ofta bioenergin på ett ineffektivt sätt vilket skapar möjligheter att exportera vårt kunnande. Kina är ett exempel på ett land som efterfrågar svenskt kunnande.

Av vår energitillförsel kommer 116 TWh från biobränslen vilket motsvarar 20-25 procent av vår totala tillförsel, beroende på hur man räknar. Det är internationellt sett mycket högt, inte minst för ett industriland. Nära hälften används i industriella processer och nästan en tredjedel för fjärrvärme men bioenergi används även för produktion av el och drivmedel.

Då över hälften av Sveriges areal utgörs av skog finns riklig tillgång till biomassa. Trots det är konkurrensen om biomassan stor då den efterfrågas av skogsindustrin för trävaror och massa och papper, av energisektorn för el och värme och som råvara för drivmedel. Inom transportsektorn kan bioenergin inte ensam ersätta fossila bränslen. Generellt sett måste en övergång mot förnybara energislag gå hand i hand med energieffektivisering.

Ur energisynpunkt är det lämpligt med samtidig produktion av el och värme i kraftvärmeverk. Problemet är att få avsättning för den producerade värmen i anläggningens närhet. Vi har också mycket stor värmeproduktion från vår omfattande processindustri, där en stor del, men inte allt, kan användas för fjärrvärme. Sådana aspekter medför att man ofta måste göra avsteg från det som är bäst ur strikt energisynpunkt. Valet av hur energiresurserna ska användas beror också på vilket som är det övergripande målet. Det viktigaste är kanske att minimera utsläppen av koldioxid och då blir valet av användningsområde för bioenergin beroende på vad den ersätter i den tillämpningen. Ett exempel kan vara första generationens biodrivmedel som ersätter fossila bränslen men där råvaran i vissa fall används på ett mindre effektivt sätt än om den nyttjas för el- och värmeproduktion.

3.4 Vindkraft

Vindkraften har i Sverige stått för endast en marginell del av elproduktionen och genererar idag 2 TWh årligen. Nu finns dock planer för en snabb utbyggnad av vindkraften till att år 2020 omfatta 30 TWh varav 20 TWh landbaserad och 10 TWh till havs. Vindkraften är relativt lättast att få tillstånd att bygga och den är dessutom möjlig att bygga både små- och storskaligt vilket gör den intressant för fler projektörer. Det svenska energisystemet har i huvudsak varit anpassat för ett fåtal stora producenter och kan därför behöva modifieras. En viktig intressent för att etablera ny vindkraft är basindustrin. Det finns ett samarbete mellan företagen inom basindustrin i företaget VindIn som bygger ny elproduktion men det finns även enskilda företag som satsar på vindkraft. Så har t ex SCA och norska Statkraft bildat ett gemensamt bolag som ansökt om att få bygga sex vindkraftparker med totalt 445 vindkraftverk på mark som SCA äger.

Vindkraften står även internationellt inför ett genombrott och kommer att byggas ut kraftigt. Det finns en dominerande design för vindkraft som framförallt utvecklats i Danmark och som består av en horisontalaxlad trebladig turbin som bromsar vinden och genom en växellåda driver en generator. Utvecklingen de senare åren har i huvudsak inneburit en ökad storlek på de enskilda kraftverken.

Det finns ingen svensk tillverkare av fullskaliga kraftverk men ett företag genomför tester med ett egenutvecklat kraftverk som laddar bränsleceller istället för att leverera el direkt till nätet. Det finns flera viktiga svenska underleverantörer som ABB och SKF. ABB levererar utrustning för hela det elektriska systemet mellan generator och elnät. Bland energibolagen gör Vattenfall stora investeringar och är en ledande aktör inom havsbaserade verk.

Vid sidan om den dominerande designen pågår en intressant utveckling av vertikalaxlade vindkraftverk vid Uppsala universitet vilket också har kommersialiserats i företaget Vertical Wind. fördelar är att den är oberoende av vindriktningen och att generatören kan placeras på

marken medan en nackdel är att den ger en något lägre totalverkningsgrad då man går miste om de höga vindarna.

3.5 Vågkraft

Vågkraften befinner sig globalt i ett intensivt utvecklingsskede men har inte nått ett kommersiellt stadium. Det finns dock pilotanläggningar som t ex utanför Lysekil på den svenska Västkusten. Potentialen för elenergi genererad ur vågrörelse är mycket stor. Fördelar med vågkraft i jämförelse med vindkraft är det större energiinnehållet i vågen och att det finns dyningar kvar även efter att det slutat blåsa. En svårighet för vågkraften är de mycket svåra förhållandena till havs som gör att en anläggning måste vara dimensionerad för de allra tuffaste villkoren trots att de bara uppträder ibland.

Inom vågkraft finns inte som inom vindkraft en dominerande design utan ett flertal teknologier konkurrerar med helt olika metoder att överföra vågenergin till el. Det är idag svårt att säga om flera lösningar kommer att kunna leva vidare parallellt eller om någon av teknikerna kommer att tränga undan de andra. ABB och Vattenfall är engagerade inom flera av de pågående utvecklingsprojekten.

Uppsala universitet har satsat stort på en av dessa tekniker och företaget Seabased har skapats ur den miljön. Man använder sig av en boj som absorberar vågens rörelse. Det som är typiskt för den svenska lösningen är att man använder sig av en linjärgenerator som är placerad på botten. Det gör tekniken ganska enkel och den mest känsliga delen placeras i den relativt skyddade bottenmiljön. En tanke bakom den svenska tekniken är också att placera flera bojar tillsammans men att varje enskild boj är ganska liten. Det gör att lösningen kan vara intressant även längs kuster med måttliga vindar som är fallet till exempel i Sverige.

Om Fortum får de medel man sökt från den svenska Energimyndigheten planerar man att tillsammans med Seabased bygga en fullskalig kommersiell anläggning i Lysekil på 10 MW. I så fall kommer man att starta tillverkning och anställa 600 personer i första skedet.

3.6 Solenergi

Utvecklingen inom solenergi är fortfarande på ett tidigt stadium och pågår efter flera utvecklingslinjer. På sikt har solenergin mycket stor potential både tekniskt och ekonomiskt. Utvecklingen handlar mycket om att få ned kostnaderna utan att verkningsgraden försämras.

Den installerade effekten i Sverige är 4 MW och har haft en långsam utveckling i jämförelse med många andra länder. Vi har inte haft särskilda stöd för solenergi och det generella styrmedlet gröna elcertifikat har snarare stimulerat billigare alternativ som vindkraft och biobränslen.

Sverige satsade ganska tidigt på forskning kring solceller. Idag har vi forskningsmässigt en god position vad gäller tunnfilms-, Grätzel- och polymerceller. Tunnfilmssolceller brukar beskrivas som andra generationens solceller. Den svenska forskningen kring dessa har kommersialiserats i företaget Solibro som dock köpts upp av den tyska giganten på området, Q-Cells. Forskningen finns emellertid fortfarande i Sverige medan tillverkningen sker i Tyskland. Kommersiellt har den en verkningsgrad på 10% men i forskningsmiljö har man uppnått 20%.

Grätzelsolceller kan beskrivas som tredje generationens solceller och bygger inte på att cellens ljus absorberas i en halvledare utan på att ett färgämne fäst vid en nanokristallin

halvledare får energi så att dess elektroner frigörs och skapar en ström. Potentialen för denna teknik är mycket stor.

Förutom forskning och utveckling finns det svenska leverantörer av komponenter och system. Ett möjligt hinder för svenska företag är den obefintliga hemmamarknaden.

Vid sidan om solceller kan el från solenergi även fås genom termisk solkraft där vatten värms för att driva en ångturbin. Tekniken är beprövad och det finns internationella planer på storskaliga anläggningar i Sahara. Ett svenskt företag använder en parabol för att samla solenergi som sedan driver en stirlingmotor. En fördel med den är att den kan drivas även med annan värmekälla och således kan kombineras med biogas för att hålla en jämn elproduktion.

4. Transporter

Fordonsindustrin är mycket viktig för Sverige. Vi har forskning, utveckling och tillverkning av såväl tunga fordon som personbilar och dessutom ett stort antal mindre företag som är underleverantörer till fordonsindustrin. Volvo och Scania har gjort successiva förbättringar av sina tunga fordon vilket kunnat sänka bränsleförbrukningen med 40 procent den senaste 30-årsperioden. Förbättringar har gjorts inom drivlinan (motor, växellåda och axlar), rullmotståndet och vikten. Motorn har fått ökad prestanda samtidigt som utsläppen minskat betydligt. Volvo har en hybridlastbil där en elmotor driver vid acceleration och körning i köer.

De tekniska förbättringarna har dock urgröpts av ökade transporter med lastbil och en sämre fyllnadsgrad. Den mängd gods som transporteras med lastbil i Sverige ökar snabbare än BNP vilket inte är fallet för tåg- och båttransporter. Det bör finnas möjligheter att flytta gods från lastbil till tåg eller båt. Förbättrad logistik kan ge en ökad fyllnadsgrad i bilarna.

När det gäller personbilar ägs Volvo och Saab av Ford respektive GM. Under den rådande ekonomiska krisen är dessa företag liksom de flesta bilföretag världen över under press. På ett sätt har dock både Volvo och Saab goda utgångslägen då de prioriterat miljö och säkerhetsaspekter vilket efterfrågas av kunder. Saab som haft problem med lönsamheten under många år är beroende av att finna en ny ägare. Det förefaller nu klart att Saab kommer att tas över av Koenigsegg Group som utgörs av en liten svensk sportbilstillverkare och norska finansärer.

Volvo hade redan 1992 utvecklat en hybridbil som kallades Volvo ECC i samarbete med ABB. Den drevs av en elmotor kopplad till ett stort batteripaket. Batterierna kunde laddas via elnätet eller genom den dieseldrivna gasturbinmotorn. Mot slutet av 1990-talet utvecklade Volvo åter en hybrid som liknade den på marknaden dominerande Toyota Prius men Volvo lade ned projektet. Sedan skulle det dröja länge innan Volvo provade hybridtekniken igen. Nu har man dock precis presenterat en satsning på en plug-in-hybrid tillsammans med Vattenfall.

Under senare tid har Volvo annars i första hand satsat på konventionella dieslbilar men med reducerade utsläpp som klarar de nya EU-kraven. Årets modeller finns i olika storlekar men har utsläpp som ligger runt 115 g CO₂/km. Man har lyckats förbättra följande områden: Luft- och rullmotstånd, motorstyrning, styrservo, friktionen i växellådan, ändrad utväxling med sänkt varvtal, automatisk avstängning av motorn vid stillastående och laddning av batteriet främst vid bromsning.

Saab lanserade 2005 sin Biopower som är en etanolbil anpassad för att ge hög effekt vid körning på E85. Året efter presenterades en hybridbil som kombinerade en Biopowermotor

med en elmotor. Den har dock inte nått marknaden. Saab utvecklar också ett koncept baserat på att köra på ren etanol. Trots att de Saabbilar som nått marknaden i huvudsak varit konventionella bilar anses Saab ha god teknisk kompetens inom hybridteknik vilket stärker företagets position i förhållande till GM inför övergången till ny ägare.

Sverige tillverkade etanol från skogsråvara redan 1980 och senare det årtiondet gjordes försök med förgasning av biomassa för att framställa drivmedel. Dessa försök kom dock av sig och man satsade istället på att utveckla teknik för kraftvärme. Etanol och biogas introducerades ändå tidigt men i liten skala.

Första generationens biodrivmedel är växter från vilka man kan utvinna socker, stärkelse eller oljor. De är inte så energieffektiva och som exempel kan salix användas mer effektivt i el- och värmeproduktion än för att göra drivmedel. Nu sker en utveckling för att göra biobränslen från en bredare råvarubas som trä, grödor som inte används till livsmedel och avfall. Andra generationens drivmedel blir mer effektiva och görs genom förgasning av biomassa. Från svartlut, som är en restprodukt från massatillverkning kan framställas metanol, Dimetyleter eller Fischer-Tropschdiesel. Etanol kan framställas från cellulosa såsom skogsrester.

Den svenska Ingenjörsvetenskapsakademien presenterade nyligen (Vägval energi 2009) en vision att Sverige 2020 skulle kunna ha 600.000 elbilar. En elmotor är mycket mer effektiv än en bensinmotor, i det att den omvandlar mer än 90 procent av elenergin till mekanisk energi medan motsvarande för bensinmotorn bara är 20-30 procent. Elbehovet för 600.000 elbilar är bara ungefär 1,5 TWh per år. Om man leker med tanken att ersätta Sveriges alla personbilar med laddhybrider så skulle det betyda att vi ersätter 40 TWh drivmedel med 10 TWh el.

Ett genombrott för elbilar och laddhybrider är beroende av utvecklingen inom batteritekniken. Det för närvarande mest intressanta spåret är att fortsätta utvecklingen kring litiumjonbatterier. Dessa batterier har de egenskaper som är lämpliga och som tidigare saknats, hög ledningsförmåga och lagringskapacitet, hög elektrokemisk och mekanisk stabilitet och till en rimlig kostnad. Mycket utvecklingsarbete återstår och forskningen är bland annat koncentrerad på nya elektrodmaterial som kan lagra fler litiumjoner.

Batteriutvecklingen för fordonstillämpningar kan lära mycket av den utveckling som skett kring batterier för datorer. I grunden är det samma önskemål om att kapaciteten inte ska försämrats för mycket efter många laddningar. Problemet är bara ännu mer tydligt i fordon då det inte är acceptabelt att den möjliga körsträckan förkortas alltför mycket efter en tid. För fordon är uppladdningstiden och batteristorleken också viktiga. Idag tar det ungefär fem timmar att ladda ett batteri med 10 kWh från ett vanligt vägguttag, vilket om bilen laddas över natten är tillräckligt snabbt. Den energimängden räcker för cirka 50 km och många pendlingsresor är kortare än så. Vid sidan om detta är det dock nödvändigt att också ordna ett system för snabb laddning och med höga effekter kan ett sådant batteri laddas på 10 minuter.

Det finns forskning i Sverige kring litiumjonbatterier som tar sikte på fordonsindustrin. En svensk forskare har lyckats gå hela vägen från grundforskning till kommersialisering och är idag VD för Boston Power som levererar batterier till HP och nu siktar på bilindustrin. Företaget stöds av svenska finansärer men är placerat i USA.

5. Avskiljning och lagring av koldioxid

I Sverige finns praktiskt taget ingen elproduktion med kolkraft. Svenska Vattenfall driver dock kolkraftverk i Tyskland och har där en pilotanläggning för avskiljning och lagring av

koldioxid. Energibolagen Fortum och E.ON utför tester i mindre skala i Sverige. Forskning bedrivs bland annat vid Chalmers, KTH och Mälardalens högskola i samarbete med kinesiska universitet och vid Umeå universitet i samarbete med bland annat cementtillverkaren Cementa. I Sverige är det främst aktuellt med avskiljning av koldioxid från stora punktkällor inom till exempel stålindustri eller av biologiskt och inte fossilt ursprung vilket kan vara från massa- och pappersindustri. I det senare fallet kan man över tid i den tillämpningen åstadkomma en minskning av mängden koldioxid.

Priset på koldioxidutsläpp avgör om det blir lönsamt att satsa på tekniken. Geologiskt tror man att det främst är södra Sverige som är aktuellt vilket om man ska undvika alltför långa transportavstånd också betyder att det i första hand är energiintensiva industrier i den delen av landet som är aktuella.

6. Bostäder och service

I statistiken sammanförs bostäder och service vilka 2007 tillsammans använde 143 TWh. Av dessa svarade svensk bostadssektor för 124 TWh vilket ungefär motsvarar 30 procent av vårt lands energianvändning. I många länder är sektorns andel ännu större och runt 40 procent. Sverige har ett mål om halverad energianvändning i bebyggelsen till 2050.

Sveriges energianvändning inom sektorn bostäder och service har minskat något sedan 1970. Det har dock skett en stor förändring såtillvida att oljeanvändningen minskat kraftigt från nivån 119 TWh 1970 till 13 TWh 2007. Istället har under samma period elanvändningen ökat från 22 till 72 TWh och fjärrvärme byggts ut från 12 till 42 TWh. Ungefär 80 procent av de svenska flerbostadshusen värms med fjärrvärme medan andelen för kontorslokaler är något lägre. Uppvärmning av bostäder och kommersiella lokaler sker till 55 procent med fjärrvärme.

Den stora andelen energi som går till sektorn i kombination med den långa tid under vilken nya bostäder kommer att vara i bruk gör det angeläget att nybyggnation sker så energieffektivt som möjligt. Det finns tre nyckelaspekter kring energieffektivt byggande: Använd mindre mängd energi, ”skapa” energi i byggnaden och använd överskottsenergi på ett bra sätt.

Byggprojekt kännetecknas av att de ofta har många inblandade aktörer med ibland bristfällig samordning. Processen kan liknas vid ett stafettlopp där olika aktörer avlöser varandra. Kompetens kring energitjänster som kan bidra till en minskad energianvändning kommer in först då byggnaden är i drift. Dessa omständigheter utgör hinder för att bygga på andra sätt än man traditionellt har gjort. Att överbygga detta hinder kräver ett strukturerat samarbete redan från start, kunskap, vilja och ledarskap inom byggbranschen.

Det finns erfarenheter från ett par årtionden av att bygga energieffektiva hus med ett gott inneklimat. Lågenergihus har dock haft svårt att slå igenom på bred front. Beräkningar av livscykelkostnader ger dock en indikation om att riktigt energieffektiva byggnader kan ge lägre kostnader än om de byggs enligt minimikraven. Striktare styrmedel skulle kunna bidra till att bästa tillgängliga teknik används i högre grad. Utöver att försöka minimera behovet av värmeförsel kan det, då kostnaden för solfångare och solceller minskar längre fram, bli aktuellt också för enskilda att placera sådana på sina tak.

Merparten av de befintliga flerbostadshusen är över 30 år gamla och står inför större renoveringar. Det är lämpligt att i samband med annan större renovering också förbättra husens energiprestanda vad gäller till exempel fönster och ventilation. Det behövs dock

incitament för fastighetsägaren och en möjlighet är att en leverantör av energitjänster inte bara tar över drift och underhåll under en tidsperiod utan även energikostnaden.

En nyligen genomförd utredning (Energieffektiviseringsutredningen 2009) bedömer att potentialen för effektivisering inom bebyggelsen redan 2016 uppgår till 23 TWh.

Det svenska företaget Skanska är ett av världens tio största byggföretag. Kommersiella fastigheter som de bygger ska vara certifierade enligt Green Building vilket innebär väsentligt lägre energianvändning än gällande normer föreskriver.

7. Möjligheter inom svensk industri

Svensk industri använder 157 TWh per år vilket fördelar sig på 36 procent el, 34 procent biobränslen, 13 procent olja, 11 procent kol och koks, 3 procent fjärrvärme och 3 procent naturgas. Energianvändningen per producerad enhet har minskat till en tredjedel sedan 1970. Under denna period har också användningen av olja minskat medan den har ökat för el och biobränslen. Som nämnts är effektiviseringspotentialen stor och uppgår till minst 15 TWh redan till år 2016.

7.1 Basindustrin och dess processer

Sverige har en stor andel basindustri som är beroende av riklig tillgång till el till konkurrenskraftiga priser. Denna industri är dessutom ofta lokaliserad till platser med få alternativa arbetsgivare varför företagets fortlevnad också blir en överlevnadsfråga för en hel ort. En del av denna industri använder kol i sina processer, t ex som reduktionsmedel i järn- och stålindustrin, varför den genererar en hel del koldioxid som inte går att få bort på annat sätt än genom infångning och lagring. Om denna industri slås ut i Sverige kommer motsvarande kapacitet att byggas i utvecklingsländer med negativa konsekvenser för de globala utsläppen. Svensk basindustri har under många år förbättrat sina processer och minskat sina utsläpp. Vi införde tidigt en koldioxidskatt som har bidragit till denna utveckling. Energianvändningen har legat ganska konstant under en följd av år trots att produktionsvolymen har ökat kraftigt. En effekt av detta är att Sverige idag har mycket låga koldioxidutsläpp i relation till BNP och i detta avseende endast överträffas av Schweiz (2006).

7.1.1 Skogsindustrin

Sverige är världens tredje största exportör av sågade trävaror och världens fjärde största exportör av papper och massa. Skogsindustrin svarar för 10-12 procent av vår industris sysselsättning, omsättning och förädlingsvärde. Branschen är energikrävande men användningen av fossila bränslen har stadigt minskat sedan 70-talet och idag täcks 90 procent av värmebehovet av biobränslen. Branschen har också gjort omfattande energieffektivisering och blivit bättre att använda sina egna bränslen som returlutar, bark, spån och beckolja. Målsättningen är att inte alls använda fossila bränslen i tillverkningsprocesserna.

Genom att bättre nyttja grenar och toppar och andra avverkningsrester bör uttaget av biobränslen med samma avverkning som idag kunna öka med kanske en faktor fyra från dagens 7 TWh. Rätt skött blir skogen också viktig för att binda kol och minska mängden koldioxid.

Bara massa- och pappersindustrin behöver nära hälften av svensk industris totala elanvändning men den producerar också 5,5 TWh el genom mottryck.

Ett problem är att vägtransporterna av virkesråvara har ökat kraftigt. Från branschen vill man få möjlighet att köra med större timmerbilar men det skulle öka vägslitaget kraftigt.

En spännande utveckling är bioraffinaderier. Tanken är att på ett effektivt och samordnat sätt utvinna mer ur skogsindustriens produkter än man gör idag. I ett kluster mellan Örnsköldsvik och Umeå samlas företag med kunskaper inom skog, processer och energi tillsammans med flera universitet för att bedriva forskning och utveckling inom områden som nya drivmedel (etanol, biodiesel och biogas) och restprodukter från processindustrin som kan förädlas till biobränslen, framställning av kemikalier för livsmedel, industri och sjukvård.

7.1.2 Gruvindustrin

Den största källan till koldioxidutsläpp från svensk gruvindustri är från pelletstillverkningen vid LKAB. Företaget går alltmer mot att enbart producera pellets och produktionen närmar sig 30 miljoner ton årligen. Man återvinner dock energi från tillverkningen för uppvärmning. Transporterna från gruvdriften är omfattande men sker till övervägande del med järnväg. Vid pelletstillverkningen används kol och olja men även tillsatser som dolomit och kalcit bidrar till koldioxidutsläppen.

En fördel med svensk järnmalmsbrytning är att den främst utvinner magnetit som till skillnad från hematit frigör energi vid förädlingen. Det medför att 60 procent av värmen som krävs vid pelletstillverkningen kommer från oxidation av magnetit vilket minskar behovet av att tillföra bränslen. Hematitmalm är vanligast vid tillverkning av pellets globalt sett vilket kräver ca 15 liter olja per ton färdig produkt att jämföra med LKABs gruvor som använder 5 liter per ton.

Utsläppen per producerat ton minskar men de totala utsläppen ökar beroende på ökad total produktion. Den tekniska utvecklingen leder i riktning mot större enheter och därmed ökad effektivitet. Det sker en utveckling vad avser utrustning och metoder för att optimera styrningen av processerna. Flera svenska gruvföretag medverkar i EU-projekt såsom ULCOS och BioMine för att minska sin klimatpåverkan.

7.1.3 Stålintustrin

Svensk stålintustrin producerade 2007 5,7 Mton råstål. Av denna mängd exporteras 82 procent vilket betyder att stålintustrin står för 7 procent av svensk varuexport. Av världens samlade produktion på 1344 Mton svarar länder utanför Kyotoavtalet för mer än 2/3.

I masugnen reduceras järnoxid till järn med hjälp av kol vilket leder till att det bildas koldioxid. Processerna är nära den teoretiska gränsen för hur lite kol som det är möjligt att använda. Det betyder att den enda möjligheten att minska utsläppen av processrelaterad koldioxid är att avskilja den för lagring.

Forskning pågår både kring produktionsprocessen och hanteringen av den bildade koldioxiden, bland annat inom ramen för det nämnda ULCOS-programmet. Vid värmning och värmebehandling vid höga temperaturer används olja eller gas. Utsläppen skulle kunna minska vid en övergång till naturgas men det skulle kräva stora investeringar. Restenergier från processer används redan idag antingen som bränsle i andra delar av processen eller för att producera el och fjärrvärme. Här finns dock en potential att ta tillvara mer restenergi.

De stora energikostnaderna i branschen har varit en drivkraft för effektivisering. Vid sidan om processskolet har stålintustrin sedan 1990 effektiviserat sin energianvändning med 20 procent.

Koldioxidutsläppen härrör dock huvudsakligen från kolet i masugnen och med en prognosticerad ökning av produktionsvolymen så kommer också de totala utsläppen att öka.

För att en mer omfattande minskning av utsläppen från stålindustrin ska vara möjliga räcker det inte med förbättringar av dagens teknik utan då krävs tekniskskiften. Områden som behöver bli föremål för forskning är koldioxidinfångning och lagring, nya stål som kan minska mängden som krävs i olika produkter, atomnära modellering för att få fram nya stål, bättre styrning av processer och framtagning av alternativa processer.

7.1.4 Kemiindustrin

Även kemiindustrin är en utpräglad exportindustri och tillsammans med raffinaderierna och plast- och gummiindustrin utgör dess export 18 procent av vår totala export. Det utländska ägandet är stort i branschen vilket bland annat är tydligt i vår omfattande läkemedelsindustri.

Svensk kemiindustri har sedan många år arbetat med att effektivisera sina processer och återvinna de restenergier som uppstår i processerna. Under den senaste femtonårsperioden har produktionen trefaldigats medan energianvändningen ökat med 30 procent.

Möjligheterna för branschen att minska sina utsläpp av växthusgaser består främst i en användning av alternativa råvaror och avskiljning och lagring av koldioxid.

7.2 Verkstadsindustrin, dess produkter och deras användning

Den för Sverige så viktiga fordonsindustrin behandlas under transportkapitlet.

Verkstadsindustrin i Sverige består av många små företag samtidigt som den övervägande andelen av de anställda finns i ett antal stora globala företag. Exporten uppgår till 67 procent och är ännu högre vad gäller färdiga produkter. Företagen inom denna sektor arbetar för att minska sin egen miljöpåverkan men gör sin främsta insats som leverantörer av teknik som kan bidra till en minskad miljöpåverkan i sin användning.

Teknik kring vitvaror har länge utvecklats i Sverige och är exempel på en bransch som dels klarat teknisksprång som i exemplet med utfasningen av freon och dels kännetecknas av en kontinuerlig effektivisering. Här skulle man önska en snabbare implementering av ny teknik då ca 1/3 av Europas kylskåp är över 10 år gamla och då förbrukar 40 procent mer energi än vad nya gör.

Generering och överföring av starkström är ett annat exempel på ett tidigt svenskt styrkeområde där vi fortfarande driver den tekniska utvecklingen. Kompetensen inom området har också haft betydelse för utveckling av vårt industriella kunnande inom hela det elektrotekniska området såsom tåg och kärnteknik. High Voltage Direct Current, HVDC, är en teknik för överföring av högspänd likström över stora avstånd utan de förluster som är förknippade med konventionell växelspanningsteknik. Tekniken är utvecklad av ABB och är en mycket viktig komponent i elkraftsystemet för att man ska kunna lokalisera elproduktionen på gynnsamma platser samtidigt som det är möjligt att nå slutkonsumenterna.

Ytterligare ett område där Sverige har en kompetens som kan vara intressant för att hantera klimatfrågan är informations- och kommunikationsteknologi, IKT. Riktigt använd kan IKT bidra till ett kraftigt minskat resande vilket får positiva effekter på utsläppen av koldioxid. IKT kan dock även effektivisera andra verksamheter och kan således också bidra genom bättre processtyrning och effektivare logistik för transporter, för att nämna två exempel.

Verkstadsindustrin använder främst el för maskiner, tryckluft, ventilation och belysning. Energiförbrukningen ligger konstant trots att produktionsvolymen ökar. Effektivisering i verkstadsindustrin kan ske genom att slutprodukten sammansätts så att den blir energieffektivare vid användning men också genom att delkomponenterna förfinas hos leverantörerna.

8. Slutsatser

Sammantaget finns det stora möjligheter att både på kort sikt och i perspektivet 2050 minska Sveriges klimatpåverkan. Det finns också ett flertal svenska teknologier som globalt kan bidra till att temperaturökningen begränsas till 2 grader Celsius i jämförelse med förindustriell nivå.

Vi vill framförallt framhålla möjligheterna med energieffektivisering och ser en stor potential inom snart sagt alla områden. Även om de större företagen har arbetat med frågan finns det fortfarande även enklare åtgärder som betalar sig på kort sikt. Den mindre och medelstora industrin har ännu inte tagit sig an frågan på ett systematiskt sätt. Att få en minskad energikostnad är ett incitament i sig men utvecklingen påskyndas om även företag som inte är stora energikonsumenter omfattas av ett liknande styrmedel som de energiintensiva företagen har genom möjligheten till skattereduktion. Dessutom kan företag många gånger vara hjälpta av att någon utifrån ser på verksamheten förutsättningslöst. Sveriges Ingenjörer vill genom initiativet Energibruket bidra till att lyfta fram teknik och idéer kring energieffektivisering.

Såväl vår produktion som konsumtion av elenergi kommer att i hög grad påverkas av de politiska besluten om kärnkraften de kommande åren. Om vi väljer att ersätta samtliga nuvarande reaktorer i den takt de blir för gamla så kommer vi att ha ett stort elöverskott som kan exporteras medan vi om vi väljer att helt avveckla kärnkraften kommer att behöva göra kraftiga effektiviseringar för att vara självförsörjande på elenergi. Under alla omständigheter så kommer den förnyelsebara elproduktionen att fortsätta växa från i första skedet vindkraft och bioenergi. Vi ser stora möjligheter för att svenskt kunnande inom vatten- och kärnkraft ska spela en internationell roll men också för möjligheter att bidra kring vind-, våg- och solenergi.

Inom transportsektorn är framtiden för Volvo och Saab mycket väsentliga för våra möjligheter att vara drivande i teknikutvecklingen. En fortsatt överlevnad för de båda personbilstillverkarna förutsätter en fortsatt anpassning till en marknad som i allt högre grad kommer att efterfråga lösningar med låg klimatpåverkan. Om Volvo och Saab lyckas med omställningen och de nya ägarna fortsätter att ha utveckling och tillverkning i Sverige så kommer de att bli viktiga draglok för utveckling av en mångfald svenska tekniker för fordonssektorn. Volvo Lastvagnar och Scania har i det rådande ekonomiska läget stora problem men har starka ställningar när det gäller miljöanpassning och kommer att kunna vara med och leda den globala utvecklingen av tunga fordon.

Eftersom Sverige i stort sett saknar elproduktion från kolkraft så har vi inte på samma sätt som Norge satsat på infångning och lagring av koldioxid. Den svenska elproducenten Vattenfall är dock engagerade i ett pilotprojekt i Tyskland och därutöver sker både forskning och viss försöksverksamhet i Sverige. Det som i första hand kan vara aktuellt är att en svensk insats på området koncentreras kring att utveckla lösningar för infångning och lagring av koldioxid antingen från industri som i sina processer på ett oundvikligt sätt alstrar koldioxid eller från utsläpp från användning av biomassa.

Svensk bostadssektor kännetecknas av att vi ganska tidigt dramatiskt minskade vårt oljeberoende men istället använde el för uppvärmning i hög utsträckning. Den tekniken valdes vid en tid då elen var billig i Sverige. Även fjärrvärmen har byggts ut i stor omfattning men då Sverige är ett till ytan stort land med en liten befolkning så bor en förhållandevis stor del av svenskarna i småhus i områden där det inte är lönsamt att använda fjärrvärme. Det byggdes enstaka lågenergihus i Sverige redan för 25 år sedan men tekniken har inte fått ett brett genomslag. Det beror dock inte i första hand på att tekniken saknas utan på att ett arbetssätt med samverkan mellan byggprocessens aktörer och helhetssyn på både byggandet och nyttjandet av bostaden inte fått genomslag i en traditionell bransch.

Sverige har en omfattande basindustri som är en stor energianvändare. För dessa företag är tillgången till el till konkurrenskraftiga priser ett nödvändigt överlevnadsvillkor. I den mån dessa företag flyttar eller lägger ned verksamhet kommer motsvarande att bedrivas någon annanstans i världen där miljökraven sannolikt är lägre. Den globala miljön gynnas alltså inte av att verksamheten konkurreras ut i Sverige. Basindustrin arbetar på flera sätt för att effektivisera sin verksamhet och har i internationell jämförelse nått långt i riktning mot hållbara produkter och processer. Vid sidan om basindustrin har Sverige en omfattande tillverkningsindustri som i hög grad utvecklar produkter vilka i sin användning bidrar till minskad miljöpåverkan.

9. Litteratur i urval

Energiläget 2008, Energimyndigheten (2008)

Energiutblick 1/07, Energimyndigheten (2007)

Halva energin – hela välfärden, Sweco (2008)

Industrin, regeringen och klimatpolitiken – dags för handling!, Industrikommittén (2008)

Transportsektorns energianvändning, Energimyndigheten (2008)

Vinnova Analys 2009:06-10 (2009)

Vägval energi, Ingenjörsvetenskapsakademien (2009)

10. Appendix, Energy data for Sweden

First we present the data for 2007 with respect to the energy "consumption" in Sweden. There is a significant difference between production and consumption from one year to another depending on weather conditions. A high number of days with very cold weather combined with a low amount of rain will increase the import, while a high number of very rainy days will lead to a huge export of electric power instead.

Concerning biomass we only count the formal energy like oil and pellets/bark, while products like pulp and paper and refined materials like steel are not included in the energy calculus.

The official "consumption" of energy in Sweden 2007:

Hydro power	66 TWh (238 PJ)
Nuclear	64 (231)
Oil	131 (471)
Fossil gas	8 (28)
Coal	17 (60)
Fossil fuel total	156 (562)
Biofuels incl peat and waste	116 (432)
Wind power	1.4 TWh (5)
Total	404 TWh (1455)
Renewable energy	45.4 %
Non-fossil	61.2 %

Energy by sector 2007:

Industry 157 TWh (564 PJ) of which almost 50% pulp and paper
Transportation 105 TWh (564 PJ)
Residential and services 143 TWh (515 PJ)

Renewable fuels for transportation 2 TWh ethanol, 0.3 TWh biogas and 1,2 TWh FAME.

The emissions of GHG was with respect to CO₂ (fossil) 51 million tons 2007.

We can divide this by different sectors (2006):

Electricity, gas and heat power 11 million tons

Combustion in industry 11 million tons and industrial processes another 4.6 million tons.

Total 15.6 million tons

Transportations 20 million tons

Residential 4.5 million tons

The import of oil was 18 million tons and the emissions of NO_x was approximately 170 000 tons 2007.

We also should state the probable development of the energy utilization until 2030. If we look at the official statements we might have no nuclear and 30 TWh of wind power by 2030. The real figures will depend on what control mechanisms are introduced. We learned that from our experience after the referendum on nuclear power in 1980, when the government aimed at doubling Combined Heat and Power, CHP, and biomass utilization in 10-15 years. At the same time no mechanisms were introduced. There was no energy tax at all in 1980, and no tax

on negative emissions on carbon. No stimulations were made on CHP as well. The amount of biomass was almost the same in 1990 as in 1980 – 50 TWh, from which 45 TWh was in pulp and paper industry. CHP was almost on the same level as well. In 1992 a decision was made on a high carbon tax on coal, and a little less on oil and fossil gas. After that, biomass utilization and CHP has increased dramatically, and in 2007 the biomass utilization was 116 TWh, or more than the double! The CHP usage has also doubled.

In 1980 wind-power was considered obsolete in Sweden, as being totally uneconomical. Today the Swedish power organization declares that small wind power plants are the most economical (40 kW) after hydroelectric power and significantly more economical than nuclear power! The reason is that the wind power now is a reliable technology, with low demand for service, and the interest rate is very low. We also have "green certificates" even further subsidizing wind power. On the other hand wind power has the disadvantage to be available only when it is windy, which limits the usability compared to CHP, hydroelectric power and nuclear power.

In Sweden 45 TWh electricity is used to heat buildings. At the same time we use more than 100 TWh oil for transportation. If we start utilizing electricity combined with biogas in plug in hybrid vehicles, we could replace the 100 TWh oil by 20 TWh electricity and 20 TWh biogas or ethanol. Also the residual oil, natural gas and coal use can be replaced by bioenergy and the 45 TWh for heating buildings can probably be reduced to some total need of 10 TWh long term, and almost zero with respect to electricity. This means that the total need for electricity could be reduced by some 25 TWh at the same time as we take away almost all the need for oil and natural gas! The increased need for biomass can be met by using more organic waste, and by growing new species of energy crops and trees. From this discussion we have tried to make a prognosis that has a reasonable probability assuming that the driving mechanisms are sustained in different ways by the government.

	2009	2015	2030	2050
Hydro power	70	70	75	80
Nuclear power	70	70	50	30
Oil+ NG+Coal	140	110	50	10
Wind	1.4	10	30	30
Solar power (PV)	0	0.5	2	5
Biomass	120	140	170	200
Tot	400	400	377	355

By new technologies we believe it may be possible to replace fossil use in different areas by other energy forms like renewables and electricity:

	2009	2015	2030	2050
Fuels for Vehicles				
- Oil and NG	100	85	30	0
- Renewables	1	4	10	20
- Electricity	0	1	10	20
Biogas/ethanol/DME	1	6	10	20
Gasification High temp	0	3	5	10
Biogas	1	3	5	10
Industrial use	40	25	20	10