

**Tomas Kåberger, Chalmers, Snabbt mer än 100 % förnybart**

<https://www.chalmers.se/sv/personal/Sidor/tomas-kaberger.aspx>

Man står inför stora globala utmaningar vad gäller utsläppen av växthusgasen koldioxid. I Europa och Eurasia har de totala utsläppen av koldioxid minskat. Östra Europa är dock fortfarande ett problem där det fossila får stora subventioner. I Nordamerika har man sett en minskning av koldioxidutsläppen beroende på en övergång från kol till gas, samt pga. energieffektivisering. I Kina har koldioxidutsläppen ökat dramatiskt under senare år beroende på en kraftig urbanisering, utbyggnad av infrastrukturen och att flera hundra miljoner människor blivit rikare. Kinesiska städer är förfärligt förorenade. Detta har medfört att man fått svårt att rekrytera experter till dessa områden då dessa inte vill utsätta sig själva och sina familjer för denna förorenade miljö. Nu köper framgångsrika kineser lägenheter på andra ställen med mindre föroreningar för att fly från föroreningarna. Detta är något som hotar utvecklingen i Kina samt självkänslan. De kinesiska ledarna tar detta hot på största allvar och genomför energieffektivisering, satsar på icke förorenande energi och stänger förorenande fabriker. I Kina är det en risk att lokal korruption gör att de stängda fabrikerna ändå körs vidare, men staten har löst det genom att spränga de förorenande fabrikerna även om dessa är lönsamma.

En ännu viktigare faktor som påverkar övergången till renare elproduktion är hur mycket kostnaderna fallit för elproduktion av olika teknologier, då främst vindkraft och solceller, då man skaffat sig ökad industriell erfarenhet från användning av dessa. Ökad industriell erfarenhet ger lägre kostnader. Om man subventionerar el från sol, vind och biomassa då de ej är lönsamma så blir dessa lönsamma och konkurrerar ut det fossila. Detta beroende på att kostnaderna för det förnybara sjunker vid ökad industriell användning. Emellertid så blir kärnkraften dyrare ju mer erfarenhet man får av denna beroende på att ökade säkerhetskrav tvingar fram dyrbara investeringar samt att anläggningarna blir mer komplicerade.

Tomas har suttit med i en internationell rådgivargrupp.

Kina såg framför sig att 500 miljoner människor skulle bli rika och detta skulle kräva import av idéer utifrån. Ju mer ekonomisk tillväxt man får desto svårare blir det att få ny ekonomisk tillväxt. Man såg positivt på att ju mer vindel och solel som produceras desto billigare blir denna och då blir det lättare att få fortsatt ekonomisk tillväxt.

I Sverige har koldioxidskatterna gjort att vi fått den största bioenergianvändningen per invånare i hela världen och detta till den lägsta kostnaden. Sedan 1970 har Sveriges användning av bioenergi tredubblats. I resten av världen är det andra förnybara energiformer som har vuxit snabbare. Vindkraften har vuxit mycket snabbt, från nästan ingenting 1980 till nästan 450 GW installerad effekt 2015. Kina har blivit världens största vindkraftproducent på bara några få år, då man 2005 knappt hade någon vindkraft alls. 2015 byggde man hälften av den vindkraft som installerades i världen. Andra länder med mycket vindkraft och som bygger ut denna snabbt är bl.a. USA, Tyskland, Indien och Spanien. Investeringskostnaden per MW har minskat snabbt och elproduktionen per installerad MW har ökat pga. större rotordiametrar och effektivare rotorblad. T.ex. har elproduktionen från ett vindkraftverk med en effekt på 2,3 MW, av samma fabrikat, nästan ökat med 50 % från 2002 till 2011. Man har även högre torn och med högre torn kan man få in fler vindkraftverk per ytenhet. Det finns rapporter från 2013 och 2014 som säger att vindkraft är det billigaste sättet att producera el.

Det finns rapporter från Portugal och Danmark om att ny vindel bara kostar hälften så mycket jämfört med nya kol- och gasanläggningar. Det är stora skillnader mellan olika länder, hur mycket ny vindkraft kostar. I Japan kostar installationen av vindkraft 2-3 gånger mer än i andra länder beroende på onödiga hemmagjorda kostnader. Danska DONG Energy rapporterar att havsbaserade Anholt Vindmøllepark hade en kapacitetsfaktor på 70 % i januari och 71 % i februari (de högsta någonsin uppnådda) och dessa kan jämföras med de 4 äldsta svenska kärnkraftverken (O1, O2, R1 och R2) som 2014 i medeltal hade en utnyttjandegrad (jämförbar med kapacitetsfaktor) på 69 % i medeltal. En kapacitetsfaktor på 71 % är väldigt högt även för havsbaserad vindkraft, men det är möjligt att nå så högt som upp till 70-80 % för denna. Det krävs stora turbinblad för att nå dessa höga kapacitetsfaktorer.

Även kapaciteten installerad solcellsel ökar mycket snabbt. Den ökar så snabbt att 1/5-del av all världens solet är installerad under de senaste 5 månaderna. Vid slutet av 2014 fanns det nästan 250 GW installerad solcellsel. Även här, är Kina ledande och har på bara några år gått från nästan ingenting till mest i världen. Tyskarna är de vi ska tacka för att solceller nu blivit betydligt billigare. Tyskarna betalade för denna utveckling, i och med att man i Tyskland fick så mycket betalt för elen från solceller att produktionen och utvecklingen av dessa kom igång, vilket ledde till att kostnaden för solceller sjönk så mycket att andra länder nu kan installera lönsam solet. Nu har installations-takten av solet minskat något i Tyskland. Från 2004 till 2014 har tarifferna (betalningen) för solet i Tyskland minskat med ungefär tre fjärdedelar. Länder med mycket solcellsel är Kina, Tyskland, Japan, USA, Italien och Storbritannien. Prisutvecklingen för solcellssystem har varit anmärkningsvärd i Sverige. Priserna för dessa minskade med 2/3-delar till 3/4-delar mellan 2005 och 2013. I Sverige får man solceller till en villa billigt. Kostnaden är ungefär hälften mot i USA. Svenskarna är duktiga på att installera solcellsel. I USA blir solcellerna mer effektiva då man där har mer sol. Nu kan man lägga solceller på taket och elen från dessa blir billigare än att köpa el från nätet. Det kostar ungefär 9 kr/watt att installera solceller på ett ladugårdstak. I Japan kan inte myndigheterna hindra folk från att installera solceller. I Bangladesh, utan subventioner, sker en snabb utbyggnad av solceller som är billigare än allt annat och dessutom tillförlitligare än el från nätet. Utvecklingen av solcellerna, genom Tysklands inhemska subventioner, är världens genom tiderna billigaste och effektivaste biståndsprojekt till de fattigare länderna.

Risken är nu att det kan bli väldigt mycket solceller. Detta gillar inte elbolagen. Elbolagen har nu 1000 dagar på sig att ändra sina affärsmodeller, annars kan de krossas av alla solcellstak. Detta leder till att elbolagen får sälja allt mindre el, vilket medför att de måste höja sina priser, vilket leder till att solcellerna blir än mer lönsamma och då säljer mer och elbolagen får sälja ytterligare mindre el och måste höja elpriserna igen osv. Det är populärt att låna ut pengar till investeringar i solceller då man inte behöver ha så hög ränta då man vet att man kommer att få igen de här pengarna. Det finns många finansbolag som ser att kraftbolagen inte är lika stabila som tidigare och denna finansiella instabilitet leder till högre räntor. Det finns elbolag i USA som har tagit fram eltariffer för att göra solceller mindre lönsamma. Emellertid, Tea party-rörelsen i USA som hatar alla monopol, gillar därför att lägga solceller på sina tak. Det har därför bildats en koalition i form av en miljörelse, Green Tea Coalition, som hindrar lagar mot solceller.

Solceller blir ofta billigare än kol om kolet måste transporteras. Vintern 2014/15 gjordes ett genombrott i Dubai där man lyckades att bygga 100 MW solet som producerar för 5,8 cent/kWh,

vilket var mindre än hälften mot vad som budgeterats. I Dubai blev då solelen billigare än gaskraft. Efter några veckor höjde man i Dubai ambitionsnivån för solkraft till 3000 MW. I Chile upphandlas all slags elproduktion via anbud och det billigaste vinner. Det billigaste anbudet var el från solceller. I den senaste upphandlingen kom inget fossilt med. Peru har gjort liknande upphandlingar av elproduktion. I USA kan idag stora solcellsanläggningar producera el billigare än man kan med gas. Barclays har nedgraderat alla elbolag då dessa är för riskabla att investera i på grund av konkurrensen från solel. I USA har Energy Future Holdings, som är ett stort kraftbolag, gått i konkurs. De bildades med filosofin att storskalig kärnkraft och kolkraft alltid skulle vara det billigaste och hade många kraftverk i Texas. I Texas har mycket vindkraft byggts och i Texas är det blåsigt under nätterna. Det ledde till problem för kärnkraften som inte kunde minska sin produktion då elpriserna blev låga och till och med negativa och dessa fick betala för att leverera el. I Europa fick Vattenfall skriva ner sina tillgångar med 100 miljarder, liknande gällde även för EON.

I Kina minskade elproduktionen från det fossila med 40 TWh 2013-2014. Under samma period ökade produktionen från vattenkraften med 175 TWh och vindkraften, solkraften och kärnkraften ökade med 15-17 TWh vardera medan biomassan ökade med ca 10 TWh. Utbyggnaden av kärnkraften går inte så snabbt som planerat i Kina. I Japan energieffektiviserar man för att minska elkonsumtionen och därmed produktionen av el. Japan är bäst i världen på energieffektivisering. I Japan växer inte ekonomin, man har recession, befolkningsminskning och stora pensionsavgångar. Allt detta leder till minskat behov av energi. I Japan minskade användningen av fossil energi med 45 TWh 2014-2015, medan det förnybara ökade med nästan 20 TWh. I Tyskland är produktionen av fossil el ganska konstant 2000-2015 med en topp 2007, kärnkraften minskar från 170 till 100 TWh medan det förnybara ökar från 40 till 200 TWh. Tyskland exporterar en del el. Tysk kolkraft konkurrerar ut Holländsk gaskraft vilket gör att utsläppen av koldioxid ökar därifrån. I Sverige är elpriset i år återigen lägre än i Tyskland. Danmark har nu mer än 50 % av sin elproduktion från förnybart av vilket vindkraften dominerar. I Tyskland har man fått en ganska jämn produktion över året per månad från vindkraft plus solkraft. Över året kompenserar vindkraften och solkraften varandra genom att de månader då man har mest vindkraft har man minst solkraft och vice versa. Sett per vecka eller särskilt per dag blir inte produktionen av vindkraft plus solkraft lika jämn över året. I Tyskland är tillgången på vind ganska mycket lägre än i Sverige, då det blåser mer här.

Marginalkostnaden för solkraft och vindkraft är noll, då dessa energislag inte behöver något bränsle för att producera el. Detta gör att idén om baskraft plötsligt blir dålig. Man är i behov av flexibla kraftverk som kan leverera el då den behövs och inte annars, detta kan inte kärnkraften vilket gör att den blir dålig. För att lösa problemen med att vindkraften och solkraften har en varierande produktion kan man t.ex.: göra eleffektivisering; göra bra elproduktionsprognoser; ha biokraftvärme som lätt kan startas; ha efterfrågestyrning t.ex. i form av värmepumpar som kan jobba ihop med biokraftvärmens; ha möjlighet till överföring till/från andra länder; lagra el i batterier, svänghjul m.m.; och ha reservkraftverk som kan startas vid underskott. Dåliga invändningar mot det förnybara är att de är subventionsberoende, intermittenta, att baskraft behövs och att de kräver nätinvesteringar. Det är argument som inte håller eller pekar på sådant som ändå skulle behöva göras eller inte behövs.

Nu gäller det att elektrifiera transportsektorn. I Norge har eldrivna Tesla blivit den mest sålda bilmodellen. I Australien har man lyckats utveckla en eldriven långfärdsbuss som kan gå 100 mil på

en laddning, på en rak och platt motorväg. Inom sjöfarten har man i Norge utvecklat en eldriven färja som laddar sina batterier varje gång den ligger i hamn för ur- och ilastning. Airbus har utvecklat ett eldrivet skolflygplan. Batterier har blivit mycket billigare. Kostnaden för litium-jonbatterier minskade från 1100 USD/kWh till knappt 400 USD/kWh mellan 2010 och 2015, och man uppskattar att kostnaden för dessa batterier ska halveras fram till 2020, och sedan halveras ytterligare en gång fram till 2025. Det låga priset på batterier gjorde att Teslas "Powerwall"-batterier för hushåll kunde säljas i 38 000 ex. på en vecka. Olja är inte längre den strategiska resurs som den tidigare varit. Detta visas bl.a. av att Kongressen i USA beslutade att upphäva USA:s 40-åriga förbud mot oljeexport 2015. Istället införde man skattelättnader för vindkraft och solkraft som kommer att fasas ut så småningom. Till slut så förlorar de fossila bränslena kapplöpningen mot det förnybara.