

Varför högst 10 TWh vindkraft i Sverige?

-Delar av underlagsmaterialet till Energiutskottets Uttalande om vindkraft

Ekonomi

En förutsättning för att det skall vara lönsamt för vindkraftindustrin att satsa på en utbyggnad är det svenska elcertifikatsystemet. Det föreligger dock osäkerhet beträffande hur länge detta stödsystem kommer att finnas kvar i nuvarande form. Elcertifikatsystemet ger för närvarande ekonomiska förutsättningar för 25 TWh ökad förnybar elproduktion till 2020, men det är inte alls säkert att kraftproducenterna satsar just på vindkraft, särskilt när biokraft och biokraftvärme är förenade med lägre kostnader. Detta framgår av en av de mest fullständiga och relativt oberoende studier som gjorts av kostnader för elproduktion, nämligen EU-projektet CASES. Den fulla kostnaden (interna plus externa kostnader för hela livscykeln) för vindkraft är enligt CASES mer än dubbelt så hög som för biokraft och dubbelt så hög som för kärnkraft. Det är också värt att påpeka att vindkraftanläggningars livstid är förhållandevis kort (20 år), jämfört med nästan alla andra elproduktionsanläggningar. Totala kostnaden för vindkraftens elproduktion beräknas enligt CASES bli 6 eurocent per kilowattimme dvs. ca 60 öre som ett genomsnittspris för EU-länderna. Kostnaden för svenskproducerad el avviker enligt CASES inte nämnvärt från europeiskt genomsnitt. Analysen beaktar dock inte tillkommande systemkostnader, t.ex. för utbyggnad av kraftnät och reglerkraft. I Energiutskottets analys antas upp till 10 TWh kunna regleras med nuvarande tillgång på balanserande vattenkraft och existerande ledningsnät.

CASES (Cost Assessment for Sustainable Energy Systems)

CASES, <http://www.feem-project.net/cases/> är ett stort EU-projekt inom det sjätte ramprogrammet i vilket 26 partners från 20 länder medverkat. Sverige representerades av Stockholm Environment Institute. Inom projektet har, utifrån "standardiserade" data, detaljerade beräkningar gjorts av de interna och externa kostnaderna för energiproduktion från olika energikällor. Bedömningar av framtida kostnader har också gjorts, genom scenarier fram till 2030. Projektets huvudmål har alltså varit att redovisa kostnaderna för olika typer av energiproduktion samt att förmedla forskningsresultat till energiproducenter, -användare och -beslutsfattare. Nedan följer några exempel på resultat från projektet.

En sammanställning av totalkostnaden (interna och externa kostnader) för el-generering med olika energislag återfinns på sid. 14 i rapporten [D.06.1 Full costs in EU - 2 - assessment of updated estimates. LAST UPDATE SEPTEMBER 2008 \(file PDF, 530KBB\)](#)

Detaljer med uppgifter för enskilda EU-länder däribland Sverige finns redovisade i filen [D.06.1 Database of Full costs for EU, with external and private costs \(file XLS, 1.8MB\) Last update September 2008.](#)

När det gäller de interna kostnaderna kan hänvisas till [D.04.1 - WP4 report on private costs of electricity and heat generation. Last update August 2008 \(file DOC, 791KB\)](#)

Och de externa kostnaderna, alltså kostnader för ändrad markanvändning, landskapsförändringar, försurning, övergödning och klimatförändringar finns redovisade i [D.03.2 - WP3 report on the monetary valuation of energy related impacts on land use changes, acidification, eutrophication, visual intrusion and climate change. UPDATED JULY 2008 \(file PDF, 873KB\)](#)

Intermittens och reglerkraft

Eftersom vinden är en i högsta grad intermittent kraftkälla måste balanserande s.k. reglerkraft alltid finnas tillgänglig, att snabbt sättas in för att upprätthålla stabiliteten i elsystemet när vinden avtar eller blir för kraftig. I andra länder används oftast fossilkraft för att balansera den intermittenta vindkraften. Sverige har den stora fördelen att ha vattenkraften som reglerkälla, förutom att den bidrar med ca hälften av landets basproduktion av el. Vattenkraften som reglerkälla är dock redan "fullt utnyttjad för detta" enligt Statens energimyndighet (rapporten ER 2008:24, sid. 31). Även Svenska Kraftnät konstaterar att vattenkraften "redan är utnyttjad i hög utsträckning" och att alternativ inte finns tillgängliga idag (Dnr 617/2008/AN 40). Reglering av en utbyggd vindkraft kommer att åtföljas av ryckig vattenkraftskörning med snabba vattenståndvariationer och åtföljande påfrestningar på de lokala biotoperna i vattendragen och störningar i fisket samt ökade påkänningar på vattenturbinerna, som i sin tur leder till ökade underhållskostnader. Se bild 1-2.

Bild 1

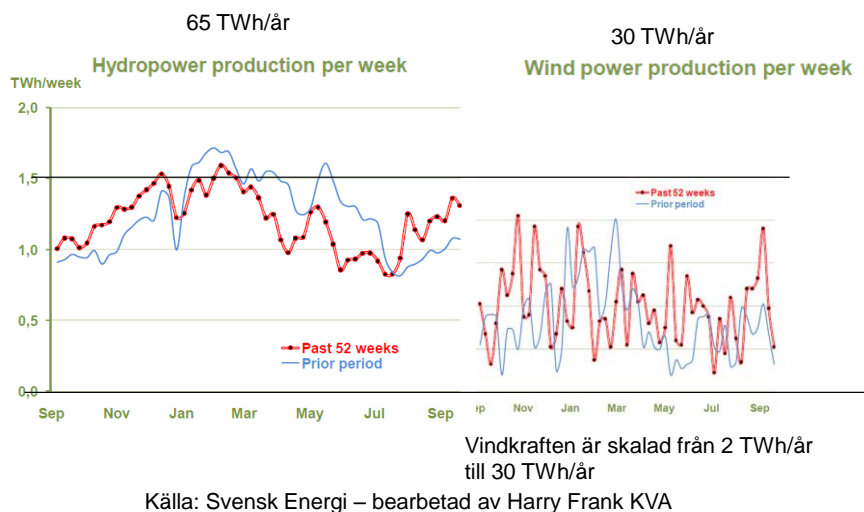
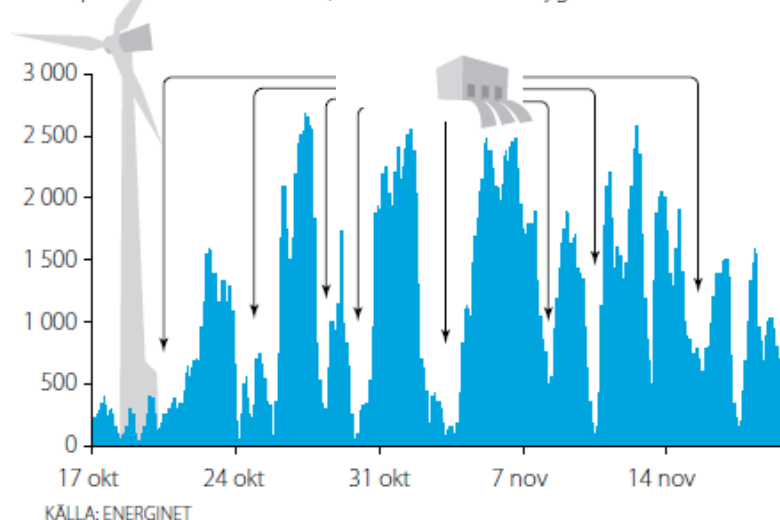


Bild 2

Energiboken KVA/IVA

Vindkraftens effektsvackor måste fyllas med annan elproduktion

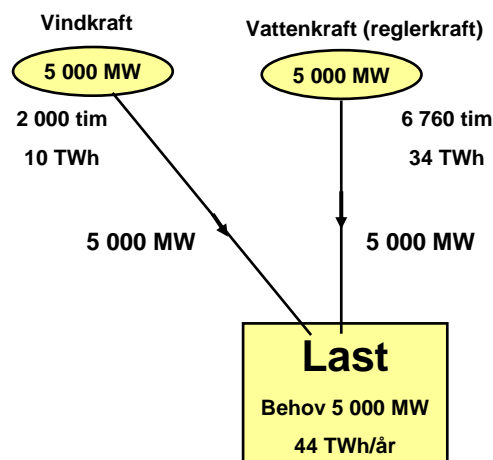
Exemplet visar dansk vindkraft, timvärden under 5 dygn i okt–nov 2006



Hur mycket svenskproducerad vattenkraft som kommer att finnas tillgänglig för att reglera svensk vindkraft är inte helt enkelt att uppskatta. Sannolikt kommer andra länder, som också bygger ut vindkraften, att vilja importera miljövänlig svensk vattenkraft. Men som ett räkneexempel bortser vi från export/import och beräknar mängden vattenkraft som behövs för att reglera 10 TWh vindkraft med en effekt på 5000 MW och 2000 fullasttimmar. Av årets 8760 timmar behövs teoretiskt sett 6760 timmar vattenkraft med effekten 5000 MW, d.v.s. 34 TWh. Se bild 3. Enligt Svenska Kraftnät behövs ett utökat reglerbehov på 1400 – 1800 MW för vindkraftsutbyggnad på 10TWh. Reglerbehovet ökar linjärt vid utbyggnad över 10 TWh. Vid 30 TWh vindkraft ligger det på hela 5300 MW utökad reglering från vattenkraft.

Bild 3

Effektreglering - Exempel



Som ett räkneexempel beräknar vi mängden vattenkraft som behövs för att reglera 10 TWh vindkraft med en effekt på 5 000 MW och 2 000 fullasttimmar. Av årets 8760 timmar behövs teoretiskt sett 6760 timmar vattenkraft med 5 000 MW d.v.s. 34 TWh.

En kraftig utbyggnad av vindkraften leder till ökad spillvind när det är goda vindförhållanden, vilket innebär att vindkraftverken producerar mer effekt än vad som kan förbrukas och regleras. I t.ex. Danmark, som har mycket vindkraft, är problemet påtagligt och resulterar i att hälften av den energi som produceras i vindkraftverken exporteras till underpris. Mer om denna problematik finns beskrivet i

http://www.cepos.dk/fileadmin/user_upload/Arkiv/PDF/Wind_energy_-_the_case_of_Denmark.pdf

Utbyggnad av den svenska vindkraften utöver 10 TWh bör som nämns ovan åtföljas av en utbyggnad av vattenkraften. Vattenkraften begränsas dock dels av gällande vattendomar för vattenmagasinsnivåer och flöden och dels av miljölagstiftningen, främst EU:s ramdirektiv för vatten (European Water Framework Directive 2000/60/EC, Council of the European Communities, 2000). Det senare föreskriver att akvatiska ekosystem skall skyddas, återställas till god ekologisk status och inte utsättas för försämring. De vattenmyndigheter som ansvarar för genomförandet av vattendirektivet har explicit frågat energimyndigheten om vilken förändring i vattenproduktionen, på grund av genomförandet av detta direktiv, som skulle påtagligt påverka energisystemet. Energimyndighetens direkta svar på detta var att vattenkraftens funktion inte får minskas, men omfattar inget budskap om hur mycket vattenkraften behöver byggas ut för att reglera en vindkraftsutbyggnad på vare sig 10 eller

30TWh (Energimyndighetens rapport ER 2008:24). Energimyndighetens svar klargör dock, i enlighet med våra bedömningar, att: i) det inte finns alternativ till vattenkraften som reglerkälla, ii) vattenkraften inte bara behöver behållas på dagens produktionsnivå utan snarare byggas ut om framtida mål om andel förnybar energi ska kunna uppnås, iii) det finns en konflikt mellan olika miljömål, om förnybar energi å ena sidan och vattenmiljö å den andra och iv) ett nationellt beslut behöver tas om vilket av dessa motstående mål som ska prioriteras. En förutsättningslös utredning om hur mycket vindkraft och relaterad vattenkraft för vindkraftsreglering som kan och bör optimalt byggas ut i Sverige behöver därför snarast initieras.

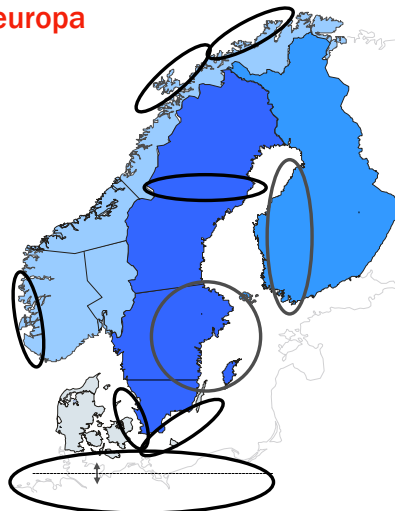
Det är inte bara i Sverige som man planerar att bygga ut vindkraften. Danmark, som för närvarande har 20 % av sin elproduktion från vindkraft, planerar att utöka andelen upp till 50 %. Tyskland väntas också fortsätta sin kraftiga utbyggnad. Finland och Norge har också planer på att bygga vindkraft. Se bild 4.

Bild 4

Vindkraftsplaner i Nordeuropa

| Effekt | 2005 - 2020 prognos |
|-------------|------------------------|
| Konservativ | 30 000 MW |
| Optimistisk | 70 000 MW |

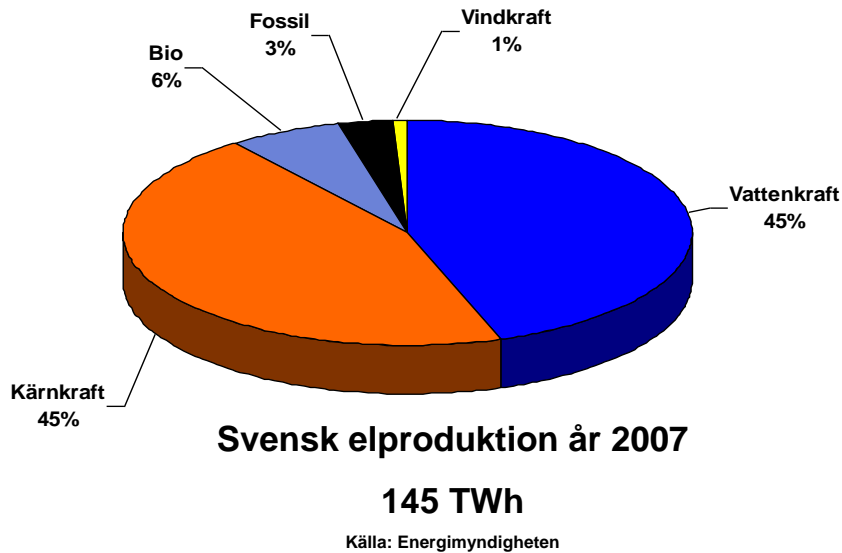
En kapacitet som motsvarar den installerade effekten i Sverige respektive Norden!



Den svenska elproduktionen

Elproduktionen i Sverige domineras av vattenkraft och kärnkraft med 45 % vardera. Kraftvärmeverken, där bränslet till två tredjedelar kommer från bio/avfall och en tredjedel från fossila bränslen, bidrar med 9 %. Vindkraften står för 1 % med sina drygt 1000 verk och en installerad effekt på ca 1 000 MW. 97 % av dagens svenska elproduktion är alltså klimatvänlig. Se diagrammet bild 5.

Bild 5



Kraftnätet

Svenska Kraftnät har i sin utredning ”Storskalig utbyggnad av vindkraft - Konsekvenser för stamnätet och behovet av reglerkraft” (Dnr 617/2008/AN40, 2008-06-01) angett 10 TWh vindkraft i Sverige som en gräns innan stamnätets överföringskapacitet måste förstärkas. I utredningens sammanfattning konstateras: ”Om utbyggnaden av vindkraft i Sverige överstiger 10 TWh nås ett läge då stamnätets överföringskapacitet behöver förstärkas. Vid större utbyggnad, upp mot 30 TWh, står vi inför ännu större anpassningar av elförsörjningssystemet, vilket gör stora och kostsamma åtgärder och nätförstärkningar nödvändiga. Då står olika miljöintressen mot varandra. Å ena sidan de globala miljöhänsynen med ökad vindkraftsproduktion för att ersätta fossil elkraftproduktion. Å andra sidan lokala miljöhänsyn som kan tala mot t.ex. markintrång för nya ledningar.”

När det gäller kostnaderna för utbyggnad av vindkraften till 30 TWh gör Svenska kraftnät bedömningen att investeringskostnaden för vindkraftverken uppgår till ca 150 miljarder kronor och kostnaden för utbyggnad av stamnätet jämte ökade kostnader för balanshållning och reglering uppgår till 25 miljarder, om merparten av utbyggnaden sker i Norrland.

Det framgår klart av Svenska kraftnäts utredning att flera olika antaganden om kraftnätet och olika inmatningspunkter måste utredas ytterligare innan totala systemkostnaden för kraftnätets dimensionering kan definieras. En sådan utredning är inte enbart betingad av vindkraften utan också med tanke på att elens användningsområden kommer att utökas i samhället, inte minst av energieffektiviseringskäl.

Stockholm oktober 2009

Dick Hedberg
Gia Destouni
Harry Frank
Sven Kullander

Ledamöter i Kungl. Vetenskapsakademiens Energiutskott