2014-06-09 Dnr 2014:979

INDUSTRINS ENERGIANVÄNDNING OCH KÄRNKRAFTAVVECKLING

– Hur mycket el och annan energi använder industrin i Gävleborgs län jämfört med övriga län?
– Hur anpassar sig industrin till eventuellt högre elpriser? Vad innebär 1 öre/kWh ökat elpris för industrin i Gävleborgs län?
– Hur påverkas elsystemet av vindkraft på kort och lång sikt?
– Hur många vindkraftverk behövs det för att ersätta Forsmark 1 och 2?
– Om två eller tre kärnkraftverk i Sverige avvecklas på kort tid, vad händer då med elpriset på marknaden när det som är kallast?
– Är detta överhuvudtaget möjligt att snabbt avveckla kärnkraft i Sverige utan att det uppstår elbrist?

Innehåll

Industrins energianvändning i Gävleborgs län jämfört med riket 1
Industrin och ökade elpriser 2
Beräkningsexempel vid ökat elpris på 1 öre/kWh och påverkan på industrin i Gävleborgs län 3
Elsystemet med vindkraft på kort och lång sikt 3
Vindkraften i systemet på kort sikt 4
På sikt ställer mer vindkraft högre krav på elsystemet 4
Forsmarks reaktor 1 och 2 samt motsvarande antal vindkraftverk och effekt 5
Om kärnkraftverk avvecklas i Sverige på kort tid - vad händer med elpriset på marknaden? 6
Snabb avveckling av kärnkraft i Sverige och eventuell elbrist 7

Industrins energianvändning i Gävleborgs län jämfört med riket

Från Statistiska centralbyråns statistik (SCB) över slutanvändning, efter region, förbrukarkategori och bränsletyp har utredningstjänsten hämtat statistik per län och riket. Statistiken på regional nivå är inte alltid fullständig pga. att sekretessreglerna blir tillämpliga. Industrin och byggverksamheten[1] i Gävleborgs län använde ca 2 TWh el under 2012, vilket var ca 5 procent av industrins elanvändning i riket. Se tabell 1. Observera att Gävleborgs län (se även Värmlands län) har stor användning av flytande förnybara bränslen, vilket förmodligen mest består av returlutar (restprodukt vid tillverkning av pappersmassa) som används för el- och värmeproduktion inom massa- och pappersindustrin. Även användningen av fasta förnybara bränslen är jämförelsevis stor, förmodligen också beroende på rester av ved inom massa- och pappersindustrin.

[1] På grund av sekretess redovisas inte fullständig statistik. Den regionala statistiken är också pga. sekretessen inte mer finfördelad, dvs. per industrigren.

Anders Vikström
Telefon: 08-786 59 21

Tabell 1: Slutanvändning efter region och bränsletyp i industri och byggverksamhet år 2009, GWh

	flytande (icke förnybara)	fast (icke förnybara)	gas (icke förnybara)	flytande (förny-bara)	fast (för-nybara)	gas (för-nybara)	fjärrvärme	el
Stockholms län	501	..	313	4	..	0	683	3 316
Uppsala län	..	0	52	..	..	0	171	735
Södermanlands län	291	..	..	..	..	..	74	1 126
Östergötlands län	466	..	221	..	..	0	282	3 396
Jönköpings län	..	0	338	..	..	..	..	1 680
Kronobergs län	..	0	93	..	..	0	157	592
Kalmar län	535	..	106	..	..	0	171	1 596
Gotlands län	223	..	..	2	..	..	9	323
Blekinge län	..	0	88	..	..	0	..	948
Skåne län	373	687	2 574	..	..	..	298	..
Hallands län	..	..	..	..	888	..	125	2 649
Västra Götalands län	1 091	1 516	15 461	..	638	..	..	..
Värmlands län	651	0	240	5 781	1 349	0	180	..
Örebro län	270	0	284	..	..	..	..	..
Västmanlands län	..	..	102	..	196	0	262	1 089
Dalarnas län	..	..	873	..	1 362	..	206	4 894
Gävleborgs län	798	..	441	6 163	1 302	0	..	3 019
Västernorrlands län	..	..	308	..	..	..	441	..
Jämtlands län	..	0	..	1	243	0	32	288
Västerbottens län	..	..	37	..	748	..	179	..
Norrbottens län	1 416	..	..	3 641	1 438	0	144	4 744
Riket	9 726	18 039	25 794	39 396	15 551	103	5 017	54 900

Anm. .. = ingen uppgift eller så redovisas inte värdet pga. sekretess.
Källa: SCB

Industrin och ökade elpriser

Den elintensiva industrin som skulle kunna drabbas mest av eventuella elprisökningar uppges ha bilaterala hemliga och långsiktiga elavtal. I avtalen kommer förmodligen inte elpriserna att öka ”över en natt” för industrin men på sikt påverkas nivån i nya avtal. Om elpriserna ökar skulle det troligtvis vara en dynamisk process där industrin kanske successivt kan anpassa sig till de förändrade förutsättningarna. Men, det är också så att stora elanvändare agerar direkt på spotmarknaden och möter och påverkas direkt av ökade elpriser. Det som också i sammanhanget spelar roll är i vilken utsträckning som företagen kan föra kostnaderna vidare till sina kunder. De konkurrensutsatta företagen som verkar globalt har små möjligheter att övervältra ökade elkostnader på sina kunder medan den icke konkurrensutsatta till stor del torde kunna göra det. Om elmarknadspriserna är på väg uppåt ger det också en tydlig signal som har betydelse för investeringsviljan/-besluten (investeringarna görs i andra länder).

Hur elpriskänslig industrin är beror även på andra faktorer. För den konkurrensutsatta industrin har världsmarknadspriserna på de varor som de producerar stor inverkan. Om det råder höga världsmarknadspriser på exempelvis massa och papper kan det öka lönsamheten för dessa industriföretag och samtidigt kan de ”tåla” ett högre elpris. Detta gäller förmodligen på kort sikt. Den viktigaste faktorn är, som nämnts ovan, i vilken utsträckning man har möjlighet att föra kostnaderna vidare till kunderna. Dessutom påverkar skatter och styrmedelsregimer

också i stor utsträckning. Förutsättningarna ändrar sig dock över tiden (se Elforsk-rapport, ”Elanvändningen i Norden om tio år”).

Beräkningsexempel vid ökat elpris på 1 öre per kWh och påverkan på industrin i Gävleborgs län

Observera att följande beräkning är ett räkneexempel. Att räkna enbart på ett läns industri är egentligen ett för begränsat perspektiv då exempelvis ett högre elpris kan påverka en industri i ett annat län som det undersökta länets industrier är underleverantör till, etc.

I Gävleborgs län användes inom industrin och byggverksamheter ca 3 019 GWh (3,019 TWh) el under 2012. Enligt SCB hade industrin i Gävleborgs län ett förädlingsvärde[2] på närmare 16 miljarder kronor år 2012. Dessa företags totala kostnader var på ca 52 miljarder kronor under år 2012. Industrin i Gävleborgs län hade under samma år närmare 20 000 personer anställda.

Räkneexempel: Vid 1 öre/kWh ökat elpris skulle det, beräknat på 2012 års elanvändning, innebära att industrins sammanlagda kostnader ökade med ca 30 miljoner kronor vilket är en ökning med ca 0,06 procent. Kostnadsökningen utgör ca 0,2 procent av industrins förädlingsvärde (2012) i länet. Kostnadsökningen innebär ca 1 500 kr per anställd beräknat på antal anställda år 2012. Se tabell 2. Observera att det är fråga om räkneexempel och siffrorna ska användas med försiktighet.

Tabell 2: Industrin i Gävleborgs län, elanvändning, förädlingsvärde, totala kostnader, antal anställda och beräknade konsekvenser av ökat elpris med 1 öre/kWh, uppgifter för år 2012

Elanvändning (OBS, inkluderar byggindustri), GWh	3 019
Förädlingsvärde, Mkr	15 852
Totala kostnader inom industrin, Mkr	-51 546
Antal anställda i industrin	19 576
1 öre/kWh ökat elpris, Mkr	30,2
1 öre/kWh ökat elpris i procent av förädlingsvärdet	0,19%
1 öre/kWh ger kostnadsökning, procent	0,06%
1 öre/kWh elpris ger kr/anställd	1 542

Källa: SCB, utredningstjänstens beräkningar

Elsystemet med vindkraft på kort och lång sikt

Vid 2011 års slut fanns det 2 039 stycken vindkraftverk med en sammanlagd effekt på 2 899 MW och en årsproduktion på ca 6,1 TWh. Vid utgången av år 2012 fanns 2 403 vindkraftverk med en installerad effekt på totalt 3 744 MW med en årsproduktion på ca 7,1 TWh. Vindkraften levererade något mindre energi (-6 procent) än föregående vinter, trots att drygt 850 MW vindkraftskapacitet tillkom under 2012. Vinterns högsta timnotering (2 960 MWh/h) blev ca 600 MW högre än toppnoteringen året innan (2 390 MWh/h).

Vindkraften stod för 4,2 procent av den totala elproduktionen i Sverige år 2011. För år 2012 stod vindkraften för ca 4,4 procent av elproduktionen i Sverige. Un-

[2] En bransch förädlingsvärde är branschens produktionsvärde minus sektorns/branschens *insatsförbrukning*. Insatsförbrukning består av värdet av de varor och tjänster som används som insats i produktionsprocessen, exklusive *fasta tillgångar*, vars användning förs som *kapitalförslitning*. Dessa varor och tjänster kan antingen vidareförädlas eller förbrukas i produktionsprocessen

der år 2012 var högsta totala elproduktionen någonsin i Sverige med 161,6 TWh (146,9 år 2011).

Vindkraften i systemet på kort sikt

Under ett år varierar elanvändningen, den går ned under sommarmånaderna och ökar under vintermånaderna. Elproduktionen i alla kraftslag följer elanvändningen men mixen ändras vilket beror på bl.a. på tillgängligheten i kraftverken, framförallt tillgången på vatten i vattenkraftverken. Efterfrågan på el och tillgängligheten i kraftverken påverkar även behovet av import eller export av el. Om det inte blåser täcks således i dag minskad vindkraftsproduktion av något annat kraftslag eller av import.

Vinden är dock växlande och kan inte lagras. Det gör att vindkraften inte garanterat producerar el när elanvändningen är hög. Vindkraften är därför beroende av annat produktionsslag, till exempel vattenkraft, som kan komplettera produktionen så att den totala produktionen motsvarar efterfrågan. Vattenkraften används då som så kallad reglerkraft.

Vindkraftsutbyggnaden bedöms fortsätta och ca 900 MW ny vindkraft antas bli installerad och tas i drift under 2013, enligt Svenska Kraftnät[3]. Vindkraftens levererade effekt under timmen med den högsta förbrukningen varierar från vinter till vinter. Svenska Kraftnät antar att vindkraftens tillgänglighet är sex procent. Tillgänglighetstalet anger hur mycket vindkraften producerar i andel av installerad effekt under minst 90 procent av tiden.

På sikt ställer mer vindkraft högre krav på elsystemet

Vindkraftsproduktionen varierar med hur mycket det blåser. På sikt och ju mer vindkraft som kommer in på den nordiska marknaden ställer det högre krav på flexibilitet i andra delar av elsystemet. Det gäller exempelvis krav på ökad reglerbarhet i värmekraftverk och i vattenkraftverk och på ökad överföringskapacitet för att kunna utnyttja existerande reglerbarheten i vattenkraften bättre. Planering av systemet sker i första hand genom den dagliga auktionen på elspot. Även relativt små variationer i vindhastighet kan ge stora variationer i vindkraftens elproduktion. Analyser baserade på budstatisk indikerar att det är mycket svårt att prognostisera vindkraftsproduktion, enligt Nordic Energy Perspectives[4] (NEP). En annan effekt av att vindkraften är svår att prognostisera är att de systemansvariga måste reservera mer kapacitet på nätet i samband med budgivningen till elspot.

Ökade volymer vindkraft i det nordiska systemet kan även innebära ett ökat behov av att transportera kraft. Det finns stora geografiska variationer i vindhastighet. Om det är lite vindkraftsproduktion i södra Norden kanske det blåser mycket i norr, öster eller väster, dvs. kraften måste överföras från var vindkraftsproduktionen sker. Dessutom kommer man att behöva utnyttja den lättreglerade vattenkraften i norr mer i förhållande till vindkraftsproduktionen. NEP antar att en del eller kanske en stor del av vindkraften kommer att byggas i norr och därmed ökar behovet av överföring av el söderut. Genom elcertifikatsystemet, som nu även är gemensamt med Norge, investeras och byggs mycket ny elproduktion i Norden. Vid en långsam efterfrågeutveckling (olika prognoser och scenarier visar på detta, enligt NEP) kan utbyggnaden leda till ett kraftöverskott i Norden som med

---

[3] Se Svenska Kraftnät, *Kraftbalansen på den svenska elmarknaden vintrarna 2012/2013 och 2013/2014*, http://www.svk.se/PageFiles/56786/130813%20Kraftbalansen%20-%20Rapport%20(3).pdf

[4] NEP var ett tvärvetenskapligt forskningsprojekt som har inbegripet forskargrupper från fyra nordiska länder och. Syftet med projektet är att ge ett bättre underlag för beslut om energi- och miljöpolitik på både nationell och internationell nivå. En andra fas av projektet genomfördes under 2007-2010.

lönsamhet kan exporteras till kontinenten förutsatt att det finns överförings-kapacitet, enligt NEP.

Forsmarks reaktor 1 och 2 samt motsvarande antal vindkraftverk och effekt

I det följande görs ett beräkningsexempel. I exemplet beräknas ungefär hur många nya vindkraftverk som motsvarar Forsmarks reaktorer 1 och 2 i effekt och energi. År 2015 planeras en effekthöjning i Forsmarks reaktor 1 varför två olika beräkningar utifrån effekt görs[5]. Årsproduktionen per reaktor beräknas utifrån effekt med 85 respektive 90 procents tillgänglighet. Vid 85 procents tillgänglighet beräknas elproduktionen ske under 7 460 timmar under ett år och vid 90 procents tillgänglighet 7 770 timmar. Exempelvis beräknas Forsmarks 1 produktion år 2014 vid 85 procent tillgänglighet uppgår till 7,6 TWh (1 014 MW * 7 460 timmar/1 000 000 = 7,56 TWh).

Elproduktionen i vindkraftverken är beroende av hur mycket det blåser där verken står. I bra vindlägen på land producerar ett ”mindre” vindkraftverk el upp till 6 000 av årets 8 760 timmar, med en effekt som varierar med vindstyrkan. Detta motsvarar att vindkraftverket ger full effekt under cirka 2 850-3 250 av årets timmar[6]. I snitt producerade befintliga verk ca 2 400 timmar under år 2012. Ett verk med effekten 1 MW producerar 2 850 MWh el (ca 0,003 TWh) under ett år.

I Sverige beräknas de den genomsnittliga effekten för år 2013 per verk uppgå till ca 1,7 MW[7]. Enligt Svensk Vindenergi[8] förväntas den genomsnittliga generatoreffekten för nya vindkraftverket på den svenska marknaden att öka. För år 2014 förväntas den genomsnittliga generatoreffekten uppgå till ca 2,5 MW och för år 2017 till ca 3 MW. Utredningstjänstens antar att den genomsnittliga effekten här uppgår till 2,5 respektive 3 MW.

I tabell 3 redovisas vad Forsmarsverkets reaktor 1-2 motsvarar i beräknade antal vindkraftverk och i effekt. Av tabellen framgår att ovan angivna rektorerna motsvarar ca 1 900-2 400 vindkraftverk beräknat på 2,5 MW respektive 3 MW per vindkraftverk.

---

[5] Forsmark meddelade dock i slutet av förra året att man sköt upp beslutet om effekthöjningar till år 2014. Det är dock tveksamt om det verkligen blir av, dels pga. konjunkturen, och dels för att Svenska Kraftnät kräver stora pengar för att ombyggnader och nätförstärkningar. Se http://umm.nordpoolspot.com/messages/14534 och http://umm.nordpoolspot.com/messages/14532

[6] Se Elforsk, *El från nya anläggningar*, sid. 32 http://www.elforsk.se/Programomraden/El--Varme/Rapporter/?rid=11_26

[7] Värdet baseras på Svensk Vindenergis prognos för år helåret 2013 där totalt antal verk beräknas till 2 724 st. med en installerad effekt på 4 538 MW, dvs. 4 538 MW/2 724 st.= 1,66 MW

[8] Se *Vinkraftsstatistik 2012 och prognos*, http://www.vindkraftsbranschen.se/wp-content/uploads/2013/02/Statistik-vindkraft-20130214.pdf

Tabell 3: Forsmarksverkets reaktorer 1 och 2 och beräknad motsvarande effekt i vindkraft och antal vindkraftverk

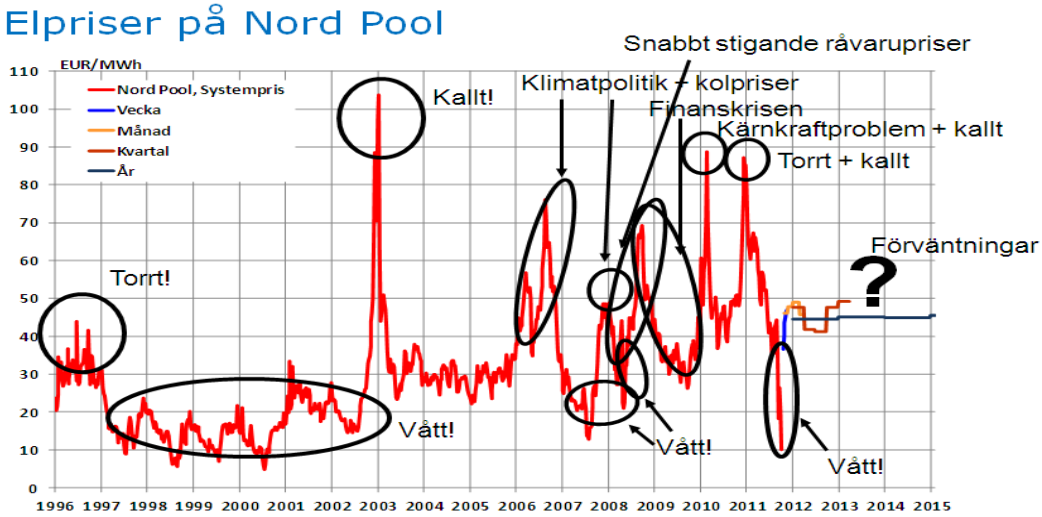
	Eleffekt, MW, år 2014	Eleffekt, MW, år 2015	Produktion vid olika effekt och 85-90 % tillgänglighet, TWh	Motsvarande total effekt i vindkraft-verk, MW	Antal verk vid 2,5 MW per verk	Antal verk vid 3 MW per verk
Forsmark 1	1 014	1 134	7,6-8,8	Ca 2 700-3 100	1 100-1 200	Ca 900-1 000
Forsmark 2	1 134	1 134	8,5-8,8	Ca 3 000-3 100	ca 1 200	Ca 1 000
Summa	2 148	2 268	16,1-17,6	Ca 5 700-6 200	Ca 2 300-2400	Ca 1 900-2 000

*Anm. Avrundade värden. För att beräkna vad vindkraftverken motsvarande effekt i för kärnkraftverken har utredningstjänsten utgått från den beräknade elproduktionen per reaktor. Exempel på beräkning för Forsmark 2 vid 90 % tillgänglighet: (8,8 TWh*1 000 000)/2 850 fullasttimmar i vindkraftverk = 3 087 MW. 3 087 MW/2,5 MW per verk = ca 1 235 st. vindkraftverk.*
Källa: Strålsäkerhetsmyndigheten, utredningstjänstens beräkningar

Om kärnkraftverk avvecklas i Sverige på kort tid - vad händer med elpriset på marknaden?

En av frågorna i uppdraget är hur marknadspriserna på el skulle påverkas vid en ”snabb” avveckling av kärnkraftverk. Hur dessa konsekvenser skulle påverka elpriset är förmodligen omöjligt att svara på. En sådan analys kräver att ett stort antal antaganden görs, inkluderande utvecklingen i vår omvärld. Utredningstjänsten har inte resurser att göra sådana analyser.
Generellt gäller dock att ett minskat utbud leder till högre priser (därmed inte sagt att de blir högre än i dag). Åtminstone på kort sikt, därefter kan det ske anpassningar i efterfrågan som åter dämpar priset, men det kan beror på att industrianläggningar m.m. stänger.
Det finns även många andra faktorer som påverkar elpriserna. Elmarknaden är i huvudsak nordisk men priskopplingar och kraftflöden beräknas gemensamt på de europeiska elmarknaderna. Elproduktionens sammansättning i Norden varierar över året och mellan år. Beroende på nederbörd varierar vattenkraftproduktionen vilket innebär att elpriserna kan skifta mycket. Även elförbrukningen är olika över tiden vilket bl.a. beror på temperaturvariationer och konjunkturläge. Från bland annat dessa förutsättningar för utbud och efterfrågan påverkas elpriset. Några fler faktorer framgår även av figur 1.

Figur 1. Nord Pool: Spotpriset på el och påverkande faktorer under perioden 1996-2015, euro/MWh



Källa: Svensk Energi

Snabb avveckling av kärnkraft i Sverige och eventuell elbrist

Sambanden på elmarknaden är komplexa och dessutom sker kontinuerligt förändringar. Komplexiteten ökar ytterligare då Sverige utgör en del av den nordiska elmarknaden och där det vidare finns en stark koppling till omkringliggande länder. Det är således mycket svårt att analysera konsekvenserna av en tänkt snabb avveckling av så stora elproduktionsanläggningar som kärnkraftverken utgör utan omfattande modellkörningar liknande de som Energimyndigheten eller Svenska Kraftnät gör. Utredningstjänsten har inte sådana resurser.

Svenska Kraftnät uppger att om exempelvis Forsmarks kärnkraftverk lades ner idag skulle det få stora konsekvenser för upprätthållandet av kraftbalansen (elproduktionsanläggningarna installerad effekt i relation till efterfrågan)[9] och effektbehovet i systemet både nationellt och lokalt.

Effekterna av en nedläggning av Forsmarksverket hänger på om det dels finns ledig överföringskapacitet i elsystemet (import av el), dels om det finns produktion tillgänglig i omvärlden. Åtminstone en del av bortfallet måste täckas av inhemsk produktion och då är frågan hur mycket kapacitet som finns tillgänglig.

Under de senaste fem åren har tre större kondensdriftanläggningar lagts ned i Sverige med en total effekt på 550 MW. Dessa anläggningar har vid olika tillfällen varit med i den s.k. effektreserven[10]. En definitiv avveckling i Forsmark måste leda till ny inriktning för effektreserven med inriktningen att öka eller bibehålla produktionsreserverna.

---

[9] Försörjningstrygghet är energi- och effektbalansen i systemet där elnätet inkluderas. En *energibalans* ger en översiktlig beskrivning av hela energiflödet, från tillförsel och omvandling till slutlig användning i ett energisystem. *Effektbalans* innebär jämvikt mellan tillförd effekt (elproduktionskapacitet och kapacitet i eldistributionsnätet) och utnyttjad effekt. *Effektbrist* är ett tillstånd då ett elenergisystem saknar kapacitet att omedelbart leverera efterfrågad effekt. Effektbrist uppträder när produktionskapaciteten och/eller distributionsnätet inte räcker till.

[10] I ett elsystem måste eltillförseln vid varje tidpunkt vara lika stor som uttaget av el. Eftersom det alltid finns en viss osäkerhet när det gäller tillförseln och uttaget finns det en risk att eltillförseln understiger eluttaget. Det är i en sådan situation som effektbrist uppstår. För att kunna hantera effektbristsituationer har systemoperatören Svenska Kraftnät under flera år haft uppdraget att upphandla en effektreserv.

Det svenska elsystemet har för vintern 2013/2014 en marginal på ca 1 100 MW vid en normal vinter, vid en s.k. tioårsvinter[11] ca - 400 MW. Till detta kan man lägga ca 500 MW från effektreserven för lastreduktioner. Om man lägger ned Forsmark 1-3 (F1-3) innebär det att drygt 3 000 MW tas bort och risken för effektbrist i systemet ökar avsevärt. F1-3 stöder även spänningen i nätet och överföringen av el från Norrland till södra Sverige är också avhängig F1-3. Om F1-3 fallerar/läggs ned minskar stamnätets kapacitet i storleksordningen ett par tusen MW, dvs. det skulle minska överföringsförmågan av el från Norrland med motsvarande belopp. Sammantaget innebär stängning av F1-3 betydande risk för effektbrist i Mellan- och Sydsverige. Dessutom skulle det erfordras omfattande installationer i utrusning för spänningshållning och nya ledningar, enligt Svenska Kraftnät.

Därutöver kan nämnas att känsligheten för energibrist ökar särskilt vid torrår med låg elproduktion i vattenkraft, beroendet av elimport ökar och att perioder då elpriset skiljer sig mellan elområden[12] ökar.

Om Sverige på lång sikt ska vara beroende av import och förväntad tillkommande elproduktion i huvudsak är vindkraft och solkraft så kommer Sverige fortsatt ha perioder då resurserna blir knappa. Import ger en osäkrare tillgång pga. begränsningar i stamnätet och vind- och solkraft kan inte styras utan det produceras el när det blåser och solinstrålningen är god. Vattenkraften får i ett sådant system en än viktigare roll att hantera obalanser i kraftsystemet. Begränsningar i överföring av el från norra Sverige pga. (man kan bara överföra 13 000 MW av vattenkraftens 16 000 MW) att produktionen försvinner i Forsmark blir hämmande för vattenkraften.

Källor:

Löpande i text

[11] Extrem kyla som statistiskt återkommer vart tionde år vilket leder till ökat el/effektbehov

[12] Sverige införde i november år 2011 fyra elområden. Anledningen till detta är den ökade överföringen genom landet och den skeva balansen mellan produktion och förbrukning i de olika delarna av Sverige har lett till ett ökat flöde genom de trånga sektorerna i elnätet. Dessutom har kärnkraftverket i Barsebäck stängts. Detta har fört med sig ett ökat behov av att ibland begränsa flödet av el och därmed handeln mot angränsande länder, enligt Svenska Kraftnät.