



Energikommisionen

M 2015:01

Kansliet

Referat av Energikommisionens Fördjupningsseminarium 2 - Hur skapar vi ett robust och leveranssäkert elsystem till år 2050? Seminariet ägde rum den 7 december 2015

Innehåll

Inledningstal	2
Sammanfattning	2
Strategier för att anpassa ett system i förändring.....	2
Sammanfattning	2
Utmaningar och vägval för det svenska elsystemet	6
Sammanfattning	6
Ett lika robust elsystem i framtiden? – Svenska kraftnäts syn.....	8
Sammanfattning	8
100 % förnybar elproduktion – vad innebär det för elsystemet?.....	11
Sammanfattning	11
Ett robust och leveranssäkert elsystem – vad säger forskningen?	14
Sammanfattning	14
Effektkonsekvenser av en betydligt lägre andel kärnkraft	16
Sammanfattning	16
Konsekvenser av mer förnybar energi	17
Sammanfattning	17
Elmarknad för ett robust elsystem 2050 utan marginalkostnader	18
Sammanfattning	18
Avslutning – Summering	18

Inledningstal

Talare: Lars Hjälmered, riksdagsledamot (M), ledamot i
Energikommissionen

Sammanfattning

Kommissionen har nu arbetat i nio månader. Många seminarier har genomförts och vi kan se att de har bidragit till en bred samhällspolitisk energidebatt. Vi uppskattar alla de inspel som kommer i samband med seminarierna.

Dagens seminarium handlar om ett robust och leveranssäkert energisystem för framtiden. Leveranssäkerheten är viktig för samhället, inte minst för industrin. Robustheten är också en viktig förutsättning för att Sverige ska vara ett land som är attraktivt att investera i.

Vi kan inte förutse exakt om olika teknikers framtid, vad som kommer att hända vad gäller energimarknaden, men vi kan se att kraftsystemets egenskaper påverkas av den omdaning som sker på energimarknaden. Teknik, utmaningar och möjligheter har vi pratat om under de tidigare seminarierna, men idag är det fokus på att titta på helheten, robustheten och leveranssäkerheten i energisystemet.

Strategier för att anpassa ett system i förändring

Talare: Oluf Ulseth, verkställande direktör, Energi Norge

Sammanfattning

Det nordiska elsystemet står inför utmaningar, det gäller alla de nordiska länderna. Hur möter vi dem? Vi har, i Norden, mycket gynnsamma förutsättningar att klara dessa utmaningar. Vi hänger ihop, vi bör sträva efter att lösa utmaningarna gemensamt.

Perspektivet år 2030-2050 innehåller en stor osäkerhet. Det räcker med att titta några år tillbaka i tiden för att inse att mycket kan förändras – och det snabbt. Runt omkring oss ser vi många saker som troligtvis kommer att ha stor betydelse framöver.

De europeiska regelverken sätter upp energi- och klimatmål och ramvillkoren för elmarknaden samt för subventioner inom området energi/klimat. Energiunionen är ett arbetsprogram men också ett koncept för att utveckla energimarknaderna och lägger tydliga ramar för oss här i Norden.

Men osäkerheten handlar också om andra faktorer: Elpriserna är låga och incitamenten för investeringar är svaga. I många länder styrs investeringarna av andra faktorer än elpriset. Det är en konsekvens av en kraftig utbyggnad av förnybar el (pga förnybarhetsdirektivet).

Förbrukningen av el har planat ut i både industrin och hos hushållen. Norden lyfts ofta fram som ett av de områden där sambandet tillväxt och energiförbrukning har kopplats i sär. Vi ser nya förbrukningsmönster, men också nya användningsområden för el. I de utmaningar vi står inför när det gäller klimat, är det viktigt med kraftfulla åtgärder för att möta ambitiösa klimatmål. Eftersom vi i Norden har en nästan utsläppsfri elsektor måste vi klara klimatmålen genom andra åtgärder. Elektrifiering av andra sektorer kan spela en viktig roll.

Produktionsapparaten är på väg att förändras. I diskussionen om ett robust energisystem till 2030-2050 är frågan vad det innebär med en högre andel oregelbar förnybar effekt i Norden. Orsaken är att vi får in mer vindkraft och att vi planerar att fasa ut delar av den grundlast som vi får från kärnkraft. Konsekvenserna är: Större prisvariationer, större och kraftigare förändringar i produktion av effekt eftersom vind- och solbaserad produktion kan förändras snabbt och mer frekvent, större behov av reserver för att hantera strukturella obalanser och också oförutsedda obalanser, längre perioder med låg förnybar produktion – behov av energy backup. Förändringarna innebär att flexibla resurser får ett ökat värde. Exempel på faktorer som påverkar värdet: Var finns produktionen/resursen? Vad är det för typ av produktion/resurs? Hur ser utväxlingskapaciteten ut mellan områdena i Norden och mellan Norden och omvärlden?

Slutkundsmarknaden är också ett område i snabb utveckling. Smarta mätare har införts eller är på väg att införas i de nordiska länderna. En elhub, dvs en datacentral för alla elkunder, är redan införd i DK, och är i planeringsfas i SE, FI och NO. En elhub kan producera all förbrukningsdata, ända ner till timvärden. Tillgången till dessa data kan komma att påverka hur vi styr systemet och vilka incitament vi ger. Mätaren får m a o ett nytt gränssnitt och det kommer att öppna möjligheter för nya teknologier och för nya aktörer. Nordiska förbrukare har låg tröskel att använda ny teknologi. NO + SE tillhör de länder som använder mest el i världen, och vi gillar marknader. Det här har alla förutsättningar att bli ett spännande område för forskning och innovation.

Från centraliserad till decentraliserad styrning – med smarta nät och digitalisering. Vi är vana att tänka på optimering av systemet som en top down process. Nu finns behov och förutsättningar att göra det nedifrån och upp. Det kommer att finnas stora mängder data, från olika mätare,

och vi kan mäta användningen med högre upplösning. Det blir viktigt hur datafångst och lagring sker, hur data bearbetas och tolkas och hur data används för aktiv styrning och uppföljning. Andra frågor är hur data görs tillgänglig för andra aktörer, t.ex. aggregatorer och/eller ny teknologi. En aktiv systemdrift på DSO-nivån kommer att ha inverkan på balanshållning och styrning på den centrala nivån.

Kraftsystemet är alltså i förändring. Vi kan vara tämligen säkra på inriktningen - mindre baslast och mer icke reglerbar effekt – men det är svårt att bedöma hur snabbt förändringen sker. Men Norden har gynnsamma förutsättningar att möta utmaningarna, med ett energiöverskott, god utväxlingsförmåga och flexibilitet. Energiöverskottet är stort och ökande. Den nordiska energibalansen fram till 2035 (figur) visar att vi kommer att ha byggt ut kraftproduktionen så att vi kan producera flera hundra TWh mer än vad vi behöver! Sett från ett norskt perspektiv undrar vi varför den svenska riksdagen vill bygga ut produktionen ytterligare.

Elpriserna kommer alltså att vara fortsatt låga i många år framöver. Frånsett EU-ETS (vars utveckling är osäker) ser vi alltså att marknadspriset kommer att ge ytterst svaga incitament till investeringar, om än några alls. Orsaker: en svagare efterfrågeutveckling än väntat, en politiskt bestämd utbyggnad av (förnybar) el (SE+NO), dvs ett ökat utbud trots att det inte finns behov av det. Och ny finsk kärnkraft har förstås också betydelse.

Åtgärder för att (behålla och) stärka elsystemets robusthet bör ha ett nordiskt perspektiv med tonvikt på ökad flexibilitet och väl fungerande marknader. År 2021 kommer Norden att ha förbindelser med nästan alla grannländer [kommentar: UK, NL, DE, PL, RU, ES, LT, men inte LV(?), inte IS]. Bättre sammankoppling ger bättre möjligheter att exportera när vi har överskott och att importera när vi behöver det.

Effektbalansen är fortsatt stark men har en annan sammansättning. Vill understryka att det inte bara gäller hur produktionsapparaten ändras utan också hur nivån för topplast utvecklas, dvs. var den kurvan ligger och hur den kan påverkas.

Vi bör lägga ett nordiskt perspektiv, och inte ett nationellt, på försörjningsförmåga. Det ger bättre resursutnyttjande, högre kvalitet och lägre kostnader. Försörjningsförmåga (capacity adequacy) bör alltså analyseras i ett nordiskt sammanhang eftersom vårt system är integrerat och vi har en gemensam frekvens. Men att utgå från ett nordiskt perspektiv är samtidigt mer krävande än fyra nationella perspektiv när

det gäller politik och styrning. Med Energiunionen kommer det att komma nya ramar för den här typen av diskussion. Arbetet med att utveckla de europeiska ramarna syftar till att skapa förutsättningar för bättre fungerande regionala marknader. Men man ska inte underskatta utmaningen att klara beslut och samordning på regional nivå.

Kapacitetssituationen är generellt god, sannolikheten för ”ett produktionsgap” existerar enbart i extrema situationer, och sannolikheten för detta är låg. Åtgärder för att förbättra marknadens funktionssätt och öka flexibiliteten: inför lägre tidsupplösning i de kortsiktiga marknaderna, tex Elbas: 15 min, skapa en nordisk marknad för bättre systemtjänster, förbättra flaskhalsmetodiken och säkerställ anpassning av prisområden utan hänsyn till nationsgränser (det kanske ska vara färre prisområden i Norden), harmonisera kraftproducenternas inmatningstariffer, användning/införande av nationella reserver måste prövas kritiskt m.a.p. deras inverkan på prisbildningen på Nord Pool, DC-kablar är viktiga för flexibiliteten i hela det nordiska systemet: Undersök hur ramping restriktioner kan reduceras. I tillägg (för att främja investeringar i flexibilitet): Stärk incitamenten att delta i marknader för flexibilitet, både för produktion och användning, ta bort hinder för effektiva investeringar och användning av topplastkapacitet och flexibel produktion och förbered för en framtid där ökad flexibilitet kommer från distributionssystemet.

Samarbetet mellan TSO:erna behöver vara mer omfattande än vad det är i dag. Ett utökat samarbete skulle kunna: öka försörjningstryggheten genom bättre drift och gemensamma system, reducera de samlade investeringarna genom bättre gemensam planering och ökad utväxling, öka flexibiliteten genom att etablera marknader för flexibilitet. Det är samtidigt viktigt att TSO:erna fokuserar på sin verksamhet (stamnät och systemansvar) och har en tydlig avgränsning gentemot DSO-företagen och slutkundsmarknaden.

Avslutande rekommendationer:

- Nordisk värdering av energi- och effektbalansen
- Låt marknaden göra sitt jobb. Lita på EU-ETS och ta bort subventioner efter 2020.
- Lägg till rätta för nordiska marknader för balans- och systemtjänster.
- Tätare samarbete mellan de nordiska TSO:erna. Mer transmission i Norden och till Norden.
- Lägg till rätta för marknadsdriven efterfrågefleksibilitet i regioner med särskilda utmaningar.

Utmaningar och vägval för det svenska elsystemet

Talare: Bo Rydén, forskare, Profu

Sammanfattning

Det nordeuropeiska energiperspektivet (NEPP) är ett omfattande forskningsprojekt som drivs tillsammans av forskare, energibranschen, och myndigheter. En viktig fråga är robustheten i det framtida energisystemet. NEPP har identifierat ett antal utmaningar från svensk horisont. Vi har utgått ifrån ett baskrav – vi har sagt att ett robust elsystem ska ha:

- En rimlig balans i kraven på elsystemet. Det första kravet är att det ska vara leveranssäkert och robust, efter det kan vi prata priser, förnybart och klimatneutralitet etc.
- Ansvar för dimensionering och drift av elsystemet måste vara tydligt, ansvarsfördelningen måste vara klarlagd och alla aktörer måste ta sitt ansvar.
- Säker leverans. Alla använder el, alla gillar el och alla vill ha el varje sekund året runt. Därför är det centralt att produkten el ges möjligheten att fortsätta vara lika leveranssäkert även i framtiden.

Det här är baskrav som bör värnas när det handlar om vägval för energipolitiken.

Utmaningarna vi kommer att få beror i hög grad på vilken utveckling vi väljer. Alla utvecklingsvägar kommer att ge nya utmaningar men flest utmaningar och kanske störst får vi i systemen med stor andel variabel förnybar produktion. Analysen är därför koncentrerad kring de utmaningar vi har framför oss.

Vind- och solkraft har egenskaper som skapar utmaningar:

- De har en begränsad styrbarhet – vi vet inte när det blåser eller när det molnigt. Osäkerheten är en central utmaning.
- Det krävs speciella tekniska lösningar för att få vind- och solkraft att hitta lösningar för mekanisk svängmassa och spänningsreglering.

Utmaningar vid främst två driftsituationer:

- Mycket variabel produktion och liten konsumtion
- Lite variabel produktion och stor konsumtion

Några utmaningar gäller generellt och för alla driftsituationer när det är stor andel variabel produktion – att upprätthålla balansen och driftsäkerheten i systemet. NEPP har sammanfattat utmaningarna i rapporten Reglering av kraftsystemet med ett stort inslag av variabel produktion.

Generella utmaningar

- Svårare att *prognostisera* balansförutsättningarna (produktionen)
- Tidvis *snabba övergångar* mellan brist- och överskottssituationer
- Större behov av flexibilitet i styrbar produktion och förbrukning
- Ökat behov av att jämna ut variationer över året
- Oklar *ansvarsfördelning* för att långsiktigt upprätthålla nödvändig kapacitet

Utmaningar vid mycket vind och liten konsumtion

- Balansreglering
- Överföringsförmåga (spänningshållning samt kortslutningseffekt)
- Mekanisk svängmassa
- Överskottssituationer

Utmaningar vid lite vind och stor konsumtion

- Risk för periodvisa bristsituationer - tillgång till topplastkapacitet

Summan av dessa utmaningar är en utmaning i sig. Vi kan själva välja i vilken takt vi vill ta oss an de här utmaningarna. Vi behöver inte ställa om allt på en gång. **Riktat till Energikommisionen:** Överväg ambitionen och takten i omställningen.

Politiska vägval för ett robust system:

- Värna baskravet, välj *i första hand* ett robust och leveranssäkert system.
- Ägna ambitionen och takten i omställningen en tanke.
- Ge incitament till vindkraft med teknik som gör att man kan hantera mer "svängmassa".
- Välj väg för vattenkraften – än viktigare i det framtida elsystemet.
- Tydliggör ansvaret för att investeringar i effekt kommer till stånd i elsystemet – idag är det otydligt vem som har det.
- Överväg behovet av en långsiktig effektplan – som hanterar produktion, nät och efterfrågan. I dag finns det ingen som har ansvar för det långsiktiga effektbehovet. Behöver vi komplettera Energimyndigheten med en "effektmyndighet"? Vi behöver skaffa oss en beredskap när det gäller effekt.
- Elenergi och nya styrmedel: Vad händer efter elcertifikatsystemet?
- Nya regelverk på marknaden? Vänta med dessa båda vägval tills vi vet mer. Sverige har redan idag uppnått EU:s mål inför 2020 och skulle man bördefördela ansvaret inom Europa är vi i stort sett klara.

Angående behovet av en effektplan.

En bild över eleffektbehovet ett helt år i Sverige. Det totala effektbehovet på användarsidan är 24 GW. Figuren visar hur behovet fördelar sig mellan användarsektorer, baserat på dagens elförbrukning. Hur behovet ser ut i olika sektorer har ingen analyserat förut. Våra

slutsatser är preliminära. Det är rimligt att anta att industriprocesslasten är ganska jämn över året, till det kommer ett effektbehov drivet av behovet för uppvärmning, och till sist är det allt annat. Vad händer till 2040-2050? Vi ser en svag ökning av elförbrukningen i Norden i vårt referensfall. Vi tror på en ökad användning eftersom vi får en ökad befolkningstillväxt, en ekonomisk utveckling osv. Även om den totala förbrukningen ökar är det rimligt att anta att uppvärmningen minskar. Det beror på en stark trend att gå över från elvärme till värmepumpar och för att nya värmepumpar är effektivare än äldre. Byte av värmepump leder till effektivisering m a o. Ett förbud mot elvärme skulle inte vara en effektiv åtgärd för att minska det totala effektbehovet.

En analys av effektbehovet under några tuffa veckor i februari 2040-2050 visar att: ”spetsigheten”, dvs topparna, har inte med industriprocesser eller uppvärmning att göra, den har med annan last att göra.

Hur ser förmågan att täcka effektbehovet ut? I dag har vi en relativt liten andel variabel elproduktion. Vi har antagit att vind- och solkraftsproduktionen svarar för 50 TWh år 2014-2050. Hur mycket den kan bidra till att täcka effektbehovet beror förstås på vind-/solförhållanden de aktuella veckorna. En utmaning är att det växlar fort, och amplituden kan vara stor. Nettoeffektbehovet måste täckas på annat sätt, bl.a. med vattenkraft. Men vattenkraften räcker sannolikt inte. Det kommer att behövas reserver. Och det handlar inte om enstaka timmar utan flera dygn i sträck. Det talar för att efterfrågefleksibilitet (där man flyttar viss last mellan enstaka timmar) inte är tillräckligt. Här behöver vi ha kraftproduktion eller riktigt stora lager som kan möta effektbehovet. Slutsats: Effektbehovet kan se annorlunda ut i framtiden. Den handlar inte (längre) om momentan balansering under enstaka timmar, utan om flera dygn.

Ett lika robust elsystem i framtiden? – Svenska kraftnäts syn

Talare: Ulf Moberg, teknisk direktör, Affärsverket svenska kraftnät

Sammanfattning

Elsystemet befinner sig i stor förändring. Vi ersätter planerbar produktion med väderberoende produktion, vilket innebär att både produktionens och nätens robusthet minskar i kapacitet och tillgänglighet. Dessa utmaningar måste vi ta tag i. Det kommer att krävas åtgärder på många plan och en diskussion kring vilka risker vi är redo att ta.

Samhället går mot ett nästan totalt elberoende samtidigt som elsystemets robusthet minskar.

Leveranssäkerheten i elsystemet är beroende av hela kedjan samt av nät i närliggande länder. Viktigt att elsystemets behov prioriteras i de beslut som fattas inom olika områden.

När elsystemet byggdes upp skedde det koordinerat mellan produktion och nät med ett fokus på leveranssäkerhet. Då fanns nivåer och siffror att förhålla sig till som utgjorde riktmärken för förvaltning och planering. Detta var före elmarknadsreformen.

Idag är ansvaret otydligt, ingen produktion byggs och planerbar, dyrare produktion tas ur drift. Detta skapar utmaningar i balanseringen av systemet och en effektproblematik som gör att behovet av reserver kommer att öka.

Produktion: Det behöver tillföras planerbar produktion till systemet. Vilka krav vi ska ha på elleveranserna i framtiden bör diskuteras. De nationella regelverken måste anpassas och rollerna måste tydliggöras när det gäller nätfunktionen, dvs. systemtjänster, systemansvar och delsystemsansvar. Man kommer att behöva ta mer ansvar regionalt.

Leveranssäkerhet – Nät

Produktionsanläggningarna är centrala för nätets robusthet i form av kapacitet och driftsäkerhet. När man nu skiftar produktionsanläggningar från dagens till mindre, så minskar också tillgången på systemtjänster.

Systemtjänster

Utvecklingen går mot en mer optimerad tillgång. Något överskott kommer vi inte att se i framtiden. Systemet blir mer störningskänsligt. Elsystemet är helt beroende av generatorernas spänningsreglering.

En jämn och hög spänning är en förutsättning för att kunna överföra stora effekter långa avstånd. Kärnkraften håller uppe spänningen i södra Sverige, vilket innebär att vi förlorar den här förmågan när vi stänger ned kärnkraftverken.

Spänningsreglering

HVDC-anläggningarna i södra Sverige kommer att kompensera spänningshållningen.

Svängmassa – en allt mer kritisk parameter

Börjar bli en kritisk parameter eftersom man ersätter stora produktionsanläggningar med mindre, lättare anläggningar. Svängmassan varierar under året och har lägst storlek under sommaren och högst under vintern. Om vi tittar framåt kan vi se att vi kommer att ha för lite svängmassa i kritiska lägen.

Hur kan man då öka svängmassan?

- Bygga om anläggningar för synkron drift
- Installera nya maskiner som bidrar med svängmassa
- Med mera

För att klara det värsta scenariot krävs stora investeringar för att få tillräckligt med svängmassa. Svängmassan måste hanteras på nordisk nivå i olika nordiska samarbeten.

Flexibilitet i produktion

Flexibilitet är en framgångsfaktor för att hantera de utmaningar vi står inför. Vattenkraften är en sådan flexibel resurs. Flexibiliteten behöver finnas i såväl produktion och förbrukning som nät. Idag finns inga incitament för att investera i flexibla resurser. Här behövs stödsystem. Tillsätt en utredning för att se vad som krävs för att få till mer flexibla produktionsresurser.

Flexibilitet i förbrukning

Marknaden måste vara öppen för nya aktörer som aggregatorer, marknadsdesign och produkter måste anpassas och behovet av flexibilitet måste fortsätta kommuniceras.

Flexibilitet i nät

Se till att kapaciteten är optimal för det behov som finns. Energilagren måste utformas så att de tillför nytta till systemet.

Om vi vill ha ett fortsatt robust system måste elsystemets behov prioriteras i de beslut som fattas framöver.

Frågor från Bo Diczfalusy och från publiken:

Är din uppfattning att vi behöver ta ett stort omtag om elmarknaden?

Vi befinner oss nu i en större omställning idag än under avregleringen av elmarknaden under 90-talet. Vi ersätter planerbar produktion med väderberoende, vilket påverkar hela systemet och behöver en systematisk reform. Tätare sammankopplingar, gemensamma standarder etc. inom Europa och Norden skulle kunna lösa många problem.

Vi har ett nära samarbete med de Nordiska länderna och jag tror att det kommer utvecklas ytterligare med mer och bättre förbindelser, både inom Norden och gentemot övriga Europa.

Twitterfrågor:

Marknader för systemtjänster – vad innebär det? Kan det vara svängmassacertifikat?

Systemoperatören måste ha full koll och styra såväl tillgång som efterfrågan, men teoretiskt sett skulle det kunna finnas en marknadslösning för svängmassa.

Hur ser ni på biokraftens roll i det framtida elsystemet?

Vi ser gärna att ny planerbar produktion tillförs systemet och bioenergi skulle kunna vara en sådan.

100 % förnybar elproduktion – vad innebär det för elsystemet?

Talare: Helena Nielsen, strategy manager, strategy and market intelligence, Vattenfall AB

Sammanfattning

Vattenfall arbetar regelbundet med att ta fram scenarier för framtiden med prisprognoser som vi baserar våra investeringsbeslut på. Vi har nu gjort ett projekt där vi räknat på olika framtidsscenarier i det fall kärnkraften fasas ut och inga återinvesteringar görs. Det är viktigt att titta på vilka utmaningar och möjligheter som finns i det systemet.

Modellerna i scenarierna är EMPS-modellen som modellerar hela Europa och alla begränsningar som finns i nätet. För att analysera nätstabilitetsfaktorer användes Nordic 32.

Antaganden i projektet:

- Kärnkraft: fasas ut enligt idag förväntad livslängd, sista reaktor ~2045, vilket ger en lång tidsperiod för att omvandla systemet.
- Vattenkraft: effekt, energi och reglerförmåga enligt dagens nivåer enligt de vattendomar som finns idag.
- Vind och sol: framförallt vind ökar betydligt eftersom den har en positiv korrelation till de behov vi har då det blåser lite mer på vintern.
- Övrig värmekraft: gaseldad KVV ersätts med biokraft
- Förbrukning: enligt dagens nivå ~135 TWh och 27 GW men mer flexibel, alltså mer efterfrågefleksibilitet som kan hjälpa till.
- Energibalans: överkapaciteten minskar något, vilket gör att vi är mer i balans.
- Kapacitetsbalans: tillförlitlig kapacitet i marknaden (effekten) minskar.
- Importkapacitet: Sveriges importkapacitet ökar 50% och Nordens 200%. Bara till 2025 kommer det öka med ca 100% givet de planer som finns idag.

Sveriges elsystem är säsongsb beroende vilket vårt system måste kunna möta. Vattenkraften kan ta hand om och fördela ut kraft till de tidsperioder där vi behöver det. Idag producerar kraftvärme och kärnkraft mer på vintern. När det har fasats ut måste vindkraft och vattenkraft öka under vintern. Februari månad är extra intressant eftersom det blåser lite mindre då. I ett förnybart system blir

regleringsbehovet större. Att ha tillräckligt med planerbar kraft blir då viktigt. Vattenkraften räcker inte till och då blir import och biokraft viktigt.

Mer variabel produktion påverkar flexibilitetsbehovet i alla tidsskalor. Det finns små variationer inom timmen som ger oss vissa utmaningar, medan variationer från dag till dag kan ge lite större problem. Idag är inte svängmassan en systemtjänst, så det måste vi fokusera på i ett förnybart system där svängmassan har ett värde som reserv. För att hantera variationerna behövs mer reserver. Viktigt att se över hur detta ska göras.

Nya utmaningar för att upprätthålla kraftsystemets stabilitet kommer att uppstå. Tre kriterier måste uppfyllas för att det ska vara stabilt, det gäller frekvensstabilitet, rotorvinkelstabilitet och spänningsstabilitet. Beräkningarna visar att ett förnybart system kan vara lika stabilt som det system vi har idag, men vi behöver ändra vissa marknader för att det ska fungera.

Att bygga bort flaskhalsar inom transmission är potentiellt den största utmaningen för att upprätthålla systemets leveranssäkerhet. Det underlättar för alla andra faktorer. Vi har mycket flexibel produktion i Sverige och om vi får tillgång till det kommer det att lösa många andra utmaningar, men det finns risk för att det blir flaskhalsar. Transmissionsnätet tar tid att bygga ut, vilket också måste få ta tid. Vi behöver också bestämma vilken leveranssäkerhet vi vill ha.

Lösningar

- 1) Viktigt att prioritera lösningar som bidrar till flerdygns- och säsongsvariationer. I det förnybara scenariot ser vi att vattenkraftens roll ökar och att även importens betydelse ökar för att balansera behovet.
- 2) Lagringsmöjligheterna i Sverige är goda. Både vattenkraft och värmesystem bidrar med flexibilitet och lagring. Finns stora energivolymer i Norden. Däremot kan batterier avlasta vattenkraften vid kort och snabb reglering så att vattenkraftens förmåga används till det som är lite svårare att lösa.
- 3) Efterfrågefleksibilitet kan bidra till flera olika utmaningar med under begränsade tidsperioder. Hos hushåll finns också potential genom att flytta den termiska trögheten som finns i hus och att flytta laster. Där kan man reducera nästan 3 GWh utan att reducera komforten i husen. En viktig slutsats är att spotprisvariationer inte är de enda som gör att dessa potentialer uppfylls, så det kan behövas andra mekanismer för att få tillgång till dessa potentialer.
- 4) Intern transmission behöver förstärkas samtidigt som Sveriges importkapacitet behöver öka med 50% och Nordens med 200%. För att

systemet ska vara så resurseffektivt som möjligt måste vi våga förlita oss på importkapaciteten och inte bara fokusera på Sveriges kapacitet.

5) En strategisk reserv är en bra säkerhetsåtgärd men bör inte vara marknadsstörande.

Lösningarna är en kombination av alla dessa saker, men vi behöver börja med att bestämma vilken leveranssäkerhet vi ska ha i systemet. För en resurseffektiv övergång till ett förnybart system behövs långsiktiga signaler för att alla ska hinna investera i god tid. Det tar tid att justera alla mekanismer såsom marknad och transmission. Oberoende av vilket vägval vi gör finns några viktiga slutsatser:

- Vattenkraften är central
- Viktigt att definiera vilken grad av leveranssäkerhet vi vill ha och vilka roller olika aktörer ska ha
- Låt systembehovet styra investeringar
- Fortsätt att förstärka transmissionsnätet
- Skapa regionalt samarbete
- Belöna systemviktiga tjänster
- Skapa incitament för kunden att involvera sig
- Vägval - ska vi ha ett marknadsstyrt eller reglerat system?

Avslutande frågor

I den Europeiska debatten kommer kapacitetsmekanismer upp. Har Vattenfall någon syn på detta?

Generellt finns det många sätt att styra mot mer kapacitet. Genom att göra en del förändringar i skatter och subventioner kan man få ett utfall som passar bättre för ett förnybart system.

Hur mycket finsk kärnkraft räknar ni med att vi tar in? Vi har antagit att den Finska kärnkraften ökar jämfört med idag och detta gynnar förstås Sverige kapacitetsmässigt.

Kommer CO₂-utsläppen att öka?

I ett förnybart system ser vi att vi fortfarande bidrar till ett flexibelt system, så det ska inte behöva öka. Det enda problemet är om vi måste fasa ut kärnkraften snabbare.

Går det att konkretisera vad en strategisk reserv kan kosta kundkollektivet?

Om det får ta tid så att vi kan bygga ut i den takt vi ändå måste byta ut saker, så ska det inte behöva kosta så mycket. Kanske skulle det kosta ca 2 öre extra för kunden.

Ett robust och leveranssäkert elsystem – vad säger forskningen?

Talare: Lennart Söder, professor Elektriska Energisystem, KTH

Sammanfattning

Till skillnad från konsulter osv. så är forskarens syfte att visa vad man gör i detalj och analysera varför olika resultat är lika/olika. Man redovisar också antaganden, använda data och använda metoder i detalj vilket öppnar för diskussion och kritik. Ex har Lennart gjort ett excelark med detaljer kring 100% förnybar el som går att se på KTH:s webbplats.

Lennart har tillsammans med ytterligare några forskare har i en rapport inom ramen för North European Power Perspectives (NEPP), ”Reglering av ett framtida svenskt kraftsystem”, gjort en utförlig beskrivning av kraftsystemet och ömsesidiga beroenden mellan olika kommande utmaningar och möjliga lösningar. Detta kan ligga till grund för fortsatta analyser på vägen till det framtida svenska kraftsystemet.

Identifierade utmaningar:

U1: Utmaningar vid lite vind och hög konsumtion

- Periodiskt behov av extra tillförsel. Detta är ekonomiskt sett en ekonomisk fråga och en ansvarsfråga. Vem ska se till att investera i detta?

U2: Utmaningar vid mycket vind och liten konsumtion

- Balansreglering
- Överföringsförmåga (spänningshållning samt kortslutningseffekt)
- Mekanisk svängmassa
- Överskottssituationer

U3: Generella utmaningar

- Större beroenden av svårprognoserbara balansförutsättningar
- Tidvis snabba övergångar mellan brist- och överskottssituationer
- Större behov av flexibilitet i styrbar produktion och förbrukning
- Ökad förmåga att jämma ut variationer över året
- Oklar ansvarsfördelning för att långsiktigt upprätthålla nödvändig kapacitet

Generella utmaningar (oavsett kraftsystem)

Om man löser de generella lösningarna kan det vara så att man också löser utmaningarna för ett system med stora mängder sol och vind – detta är alltså något som vi måste titta mer på.

Hur ska elmarknaden designas?

- Energy-only? Strategiska reserver? Kapacitets-marknad?
- Vilken prisnivå är acceptabel?
- Vilken risk för effektbrist är acceptabel?
- Hur ska producenter få in tillräckligt med intäkter utan att elpriset blir

oacceptabelt högt, jämfört med konkurrentländer?

Kan vi lita på våra grannar?

Är det ett problem att vi måste importera? Man kan se det som att vi har en öppen handel och att det inte är några problem att importera. Det är en fundamental fråga som måste diskuteras oavsett om vi har ett system med mycket vindkraft eller ej.

Flexibla konsumenter

Vad krävs för att konsumenterna ska vara flexibla? Lagstiftning? Ekonomiska incitament? Frågan är hur mycket extra vi behöver göra om vi får ett system med mycket sol- och vindkraft.

Utmaning 1 – Utmaningar vid lite vind och hög konsumtion

Ett problem är sällan förekommande toppar. Den högsta elförbrukningen kanske bara inträffar en gång per tio år (tioårsvintern). Grundutmaningen är att när det är lite sol och vind.

Effektfrågan

Det finns många fysiska lösningar, tex för flexibel förbrukning för smarta elnät, flexibel laddning av elbilar, extra kapacitet i kraftvärmen, etc. men det stora problemet är vem som ska betala för investeringarna. Historiskt sett har vi i Sverige aldrig haft effektbrist. Detta är en framtida viktig fråga.

Utmaning 2 – utmaningar vid mycket vind och liten konsumtion

I det nordiska elsystemet sitter vi "alla på samma cykel" och det går lika fort för alla (50Hz). Om den är för lätt, dvs har för lite massa, blir det väldigt ryckigt när någon bromsar eller trampar. Det är alltså det stora problemet med masströghet.

Även här finns många lösningar, t ex. använda roterande massor i vindkraftverk, använda gasturbiner som roterande massor, använda vattenkraftverk i tomgång, göra systemet mer tåligt genom snabbare primärreglering.

Sammanfattning

Vi måste, oavsett system, få till ett intresse för att investera i sådant som nästan aldrig används. Den huvudsakliga utmaningen är marknaden, oavsett kraftsystem.

Effektkonsekvenser av en betydligt lägre andel kärnkraft

Talare: Arild Tanem – vice president Nordic Market Analysis, Statkraft

Sammanfattning

Statkraft har under hösten gjort en analys av effekterna av en svensk utfasning av kärnkraften innan år 2030.

Statkraft är Europas största producent av förnybar energi och den fjärde största producenten i Sverige. Vi har en betydande verksamhet i Sverige.

Utvecklingen framåt de kommande 20 åren går mot ett stort kraftöverskott i Norden som framför allt beror på det norska och svenska elcertifikatsystemet, på finsk kärnkraft och på effektivisering på elförbrukningen. Den svenska kärnkraften är den mest osäkra komponenten i detta.

Statkrafts analys:

Med full utfasning kommer det att bli behov av åtgärder, så vi har tittat på flera olika alternativ för detta.

Förutsättningar:

En fungerande marknad som ger fungerande priser för producenter och konsumenter. Samma nivå på vattenkraftens kapacitet som idag.

Ny vind och ny sol löser inte effektproblemen. Den åtgärd vi ser som ger mest teknisk effekt är förstärkning av nät och ny kapacitet i södra Sverige.

Den tekniska utvecklingen går framåt och på 20 år finns stora möjligheter.

Nätförstärkning gör det möjligt att utnyttja vattenkraften bättre. En öst-västlig överföringsförstärkning mellan Sverige och Norge samt en förstärkning i nord-sydlig riktning i Sverige ger stora möjligheter. Det kostar mycket att göra men ger alltså stor effekt.

Viktigt att vi väljer de mest kostnadseffektiva lösningarna.

Tre alternativ: Förstärka transmissionskapaciteten, förstärka gaskapaciteten eller att skapa större kapacitet för biogas. Det sista alternativet är dyrast.

Slutsatser:

Vi menar att den nordiska kraftmarknaden tål en utfasning av den svenska kärnkraften. Vi ser att 8 av 10 av kraftverken kan fhasas ut utan att det uppstår betydliga utmaningar. Om all kärnkraft fhasas ut måste vi göra åtgärder och det är då ökad överföringskapacitet och anpassning av förbrukningen (market driven demand response) som är mest kostnadseffektivt. Det vi ser här är att det kan vänta med att införas nya

regler just nu. Ha tilltro till marknaden och förläng inte elcertifikatsystemet.

Konsekvenser av mer förnybar energi

Talare: Mats Wang-Hansen – section head, System Studies, Pöyry och Christian Eriksen – konsult, Pöyry

Sammanfattning

Christian Eriksen inleder presentationen och berättar om Sverige, som är en del av ett nordiskt system. För att vi ska komma fram till ett bra resultat för Norden som helhet är det viktigt att vi tar det perspektivet med oss.

Vattenkraften blir en väldigt viktig resurs i framtiden. Den norska vattenkraften är också en betydande resurs. De konkreta skillnaderna mellan svensk och norsk vattenkraft är att norska vattenkraften har stora magasin och stor fallhöjd som utnyttjas av ett enskilt kraftverk och som potentiellt kan byggas ut samt färre kaskader att ta hänsyn till.

Vi har ett Nordiskt överskott och det som är centralt för utvecklingen av ett Nordiskt överskott. Pöyry har tittat på två scenarier som tog utgångspunkt i två olika metoder vad gäller minskade CO₂-utsläpp i Europa. Det ena scenariot baserades på ett höjt CO₂-pris medan det andra primärt drevs av nationella stödsystem med en svag koppling till det Europeiska energisystemet.

Vi ser att det är två helt olika utfall vad gäller överskottet. Ett höjt CO₂-pris gav stora prisskillnader medan scenariot med nationella reglersystem gav mindre prisskillnader.

Mats Vang-Hansen tar vid och berättar om kvantifiering. Net demand kommer vara viktigt att titta på för att se om man behöver fylla på med annan produktion. Pöyry har använt de senaste forskningsserierna som går tillbaka i tiden för att se hur volymerna i det svenska och norska systemet sett ut historiskt och fram till idag om det hade varit annan produktion.

Han fortsätter med att titta på demand-kurvan för Norge och Sverige. Man kan se att lägstanivån på 17 GW och en högst på 50 GW. Baskraften bör ligga under den lägsta demand-nivån, vilket innebär att man kommer lågt i ett framtida perspektiv. Det innebär att det är viktigt att ha en stor flexibilitet i då vi inte kan ha stora mängder baskraft i systemet.

15 GW är låglast i Sverige och Norge. Risken för stora fel ökar kraftigt under lätt massa. Låg last är mer kritiskt sett ur ett systemperspektiv, så

det är viktigt att Svenska Kraftnät koncentrerar sig på det problemet och tar fram nya sätt att hantera situationen. Mats avslutar med att visa på att vindkraften har en väldigt liten variabilitet över året och är en tillförlitlig kraftkälla, även på vintern.

Elmarknad för ett robust elsystem 2050 utan marginalkostnader

Talare: Harald Klomp – konsult, AB Uppsala Engineering

Sammanfattning

Sveriges elsystem är idag världsledande vad gäller leveranssäkerhet, pris och miljö (trippel A-ratade i World Energy Council). Vad är då målet för 2050? Förhoppningsvis är det lika bra eller ännu bättre än idag.

- Teknikneutral reglering? Vi bör gå mot att internalisera externkostnader så att alla kraftslag kan jämföras på samma sätt.
- Mer el-intensivt med möjlighet att gå upp till 200 TWH
- Samma leveranssäkerhet som idag
- En långsiktighet i systemet

Investeringarna går ner idag, vilket beror på att marginalkostnaderna går ner vilket i sin tur gör att elpriset går ner. Det krävs dock stora investeringar för att få fram sol- och vindkraft i den omfattning som vi skulle behöva. För att investerare ska våga satsa behövs långsiktiga prissignaler. Idag saknas någon aktör som ansvarar för den långsiktiga leveranssäkerheten.

Harald vill se en aktör som ansvarar för alla fyra delar – produktion, transmission, lagring och användning, t ex alla elhandlare. Kopplar ihop det till ett system. Subventioner behövs inte längre, ta bort produktionsskatter på kärnkraft och vattenkraft så att det blir lönsamt att investera i de olika kraftslagen.

Avslutning – Summering

Medverkande: Ulf Moberg, Affärsverket svenska kraftnät,
Helena Nielsen, Vattenfall,
Lennart Söder, Kungliga Tekniska Högskolan och
Lars Bergman, Stockholm School of Economics
Bo Diczfalusy, samtalsledare

Lars Bergman – inledande kommentar

Electricity market design handlar om vilka olika komponenter och institutioner en elmarknad har. Jag gör här några reflexioner med den utgångspunkten.

Vad är en bra elmarknad? Det är en lycklig förening mellan fysik och ekonomi. Fysik i den meningen att marknaden stödjer den kontinuerliga balansen mellan produktion och användning så att man kan säkerställa spänning och frekvens. Den ekonomiska dimensionen handlar om tre saker:

- 1) Optimal leveranssäkerhet – som innebär en bra balans mellan å ena sidan alla de olägenheter som följer av elavbrott och å andra sidan de kostnader som finns för att ha reserver.
- 2) Statisk effektivitet. Härmed avses att den produktionsapparat man har utnyttjas så effektivt som möjligt och att de priser som bildas reflekterar marginalkostnaderna i systemet. Men då är det viktigt att veta vad marginalkostnaderna faktiskt är. I situationer då det finns gott om kapacitet är marginalkostnaderna lika med den rörliga kostnaden i den marginella anläggningen. I situationer då man är nära kapacitetstaket får vi knapphetsprissättning och då kommer marginalkostnaderna att spegla användarens betalningsvilja, och den kan ligga högre än den rörliga kostnaden i den marginella anläggningen.
- 3) Dynamisk effektivitet. Härmed avses att investeringar sker vid rätt tidpunkt och med rätt val av teknik. Ansvarsfördelningen mellan systemoperatören och marknaden, som reflekterar hur systemet ser ut, är också en viktig aspekt av marknadsdesign.

Elmarknaden är en energy only marknad, man handlar med energi och inte effekt. Men det är inte riktigt sant, här finns också systemtjänster som producenterna säljer till systemoperatören. Den nordiska marknaden är mycket väl integrerad och har därför ungefär samma priser i hela Norden under en viss period. Dessutom är marknaden mer och mer integrerad med övriga Europa.

Hittills har den svenska och nordiska marknaden fungerat väldigt bra och varit en förebild för EU-kommissionen, och tack vara en god konkurrens är det också en ekonomiskt effektiv marknad. Det finns inga påvisade problem med marknadsstyrning. Det som saknas på den nordiska och svenska elmarknaden är en efterfrågesida som fungerar i realtid. Här borde man göra en reform i form av kontrakt för prissättning som innebär att kunderna, åtminstone för del av sin konsumtion, möter marknadspriset på marginalen.

Vi står nu inför en ny situation, och det finns två aspekter av den. För det första att vi har fått en för tidig och för stor utbyggnad av ny kapacitet vilket har skapat en enorm press på priserna. Det innebär att det för lång tid framöver kommer att vara svårt att investera i ny kapacitet på marknadsmässiga grunder. För det andra att de energislag som förts in i systemet framför allt är sol- och vindkraft. Det påverkar systemsäkerheten. Detta medför problem för prisbildningen, och vi kan förutse ökad volatilitet.

Det är angeläget att utveckla marknaden för systemtjänster. Marknader för svängmassa och reaktiv effekt måste utvecklas. Som strukturen för subventioner och skatter ser ut i dag så driver det mot de problem som vi diskuterar och försvarar för de kraftverk som kan erbjuda svängmassa osv. Här finns det angelägna reformer att göra.

Kapacitetsfrågan är mycket debatterad, både i Sverige och utomlands. Kapacitetsmekanismer innebär att producenten på ett eller annat sätt får betalt för att hålla produktionskapaciteten tillgänglig.

Jag är kritisk till budskapet som har framförts här i dag om att införa en norm för hur mycket kapacitet som ska finnas i systemet. Att sätta en nivå (ett mål) för systemet innebär att man också måste ha en uppfattning om åtgärder för att nå dit, det skulle leda till att vi måste införa en kapacitetsmarknad. I vårt system har vi redan nu starka ekonomiska incitament för att ha ett elsystem i balans. Om man tror att kapacitetsproblematiken blir ett allvarligt problem i framtiden finns en lång rad frågor att diskutera. Det är viktigt att se vad som händer när man utvecklar marknaden för systemtjänster, om man får en bättre flexibilitet på efterfrågesidan.

Lennart

Bo: Behöver vi ett leveranssäkerhetskriterium i Sverige?

Man kan göra på lite olika sätt. Lars menar att det räcker med en prissignal, men om man har en energy-only marknad är frågan hur högt man kan låta priset stiga. Finns det något maxpris? Konsumenterna är i praktiken borthedgade. Om någon ska sätta risk för effektbrist, då måste någon ha ansvar för det. Hur skulle det se ut i praktiken?

Lars

Bo: Vem har ansvar för vad?

På den marknad vi har i dag ligger ansvaret i det balansansvar som aktörerna har. Om man övergår till en marknad med kapacitetsmekanism flyttas ansvaret till systemoperatören (vanligtvis). Kapacitetsmekanismen kan hjälpa till att hantera att priset inte blir för högt. Det kommer dock kunna bli perioder med mycket höga priser, vilket måste accepteras av politiken och marknaden. Tekniskt och ekonomiskt är ett sådant system hanterbart, men kanske inte i praktiken. Ett steg mot en marknad med kapacitetsmekanism är ett steg mot återreglering, då har vi tagit ett steg bort från en marknad som bygger på konkurrens.

Helena

Bo: Många undrar vad en energipolitisk överenskommelse ska innehålla och en sådan fråga är stödsystem för förnyelsebar energi. Hur har ni reflekterat över detta på Vattenfall?

Det beror lite på vilken väg vi vill gå. Om vi ska fortsätta ha en stor överkapacitet där prissignalerna inte når fram för att generera investeringar och systemtjänster kan vi komma att behöva andra typer av

stödsystem för allting. Om man i stället kan få en balans så att prissignalerna når fram lite bättre bedömer vi att det inte behövs något stöd alls efter elcertifikaten.

Fråga från publiken

Problemet är de låga priserna. Vindkraften kommer bara exponeras för låga priser – hur ska vi få någon att vilja investera?

Lars

När man ökar kapaciteten kommer priserna bli låga. Man kan tänka sig ett mer balanserat system med vindkraft, men som det ser ut nu kommer det behövas mer och mer subventioner för att hålla igång investeringarna i vindkraft.

Bo: *Vem ska skapa marknader för systemtjänster?*

Lennart

Vissa tjänster är möjliga att skapa en marknad för, medan andra inte är lämpade. Systemoperatörerna måste vara säkra på att det finns svängmassa i alla situationer. Man kan använda både reglering och marknad för att uppnå ett visst mål, vad är mest effektivt?

Ulf

Vissa av dessa frågor kan vara lämpade att ha som en marknad. Spänningsreglering är en sådan som inte lämpar sig för en marknad. Svängmassa skulle teoretiskt kunna gå, men då måste systemoperatörerna kunna vara säkra på att det finns tillgänglig svängmassa i alla situationer.

Lars

Man måste ta hänsyn till de olika aktörernas roller. Man ser t ex i litteraturen sådana som hävdar att en del av lösningen för energy-only-marknader är att man utvecklar marknaden för systemtjänster på det viset. De skapas i princip av systemoperatören.

Publikfråga

Lagringsbarhet kopplat till prisbildningen. Är det inte så att det här skulle kunna driva fram investeringar för att förskjuta användningen? Skulle det kunna leda till ett högre och mer stabilt pris?

Helena

I dag har vi överkapacitet och flexibel produktion. I ett system där det blir mer balans mellan utbud och efterfrågan tror vi att det kommer prissignaler som driver fram andra lagringsmöjligheter.

Twitter frågor:

- *Om vi ska ha stora överskott kanske en energy-only-marknad har svårare att överleva. Om vi ska kunna exportera 30TWh på årsbasis, måste vi då subventionera då för att klara det?*
- *När är utmaningen som svårast: när det går lätt eller när det går tungt?*

Helena

Vi kan exportera mycket men det är viktigt att bygga bort flaskhalsar, annars finns risk att norra Sverige blir noll-prisområde om vi inte bygger bort det. Samma sak med förbindelser till andra länder, vi borde kunna importera in prissignaler. Sammantaget kan man nog ändå säga att det finns en större risk för att energy-only-marknader inte fungerar i ett överkapacitetssystem.

Ulf

Elkraftssystemet är det mest komplicerade tekniska system som har byggts upp. I dag är det svårare att hantera bristsituationer, men jag tror att i framtiden kommer det bli minst lika svårt eller svårare att hantera överskottssituationer om vi inte kommer till rätta med utmaningarna.

Lars

Kort kommentar: Överkapacitet skapar problem för producenterna i alla former av marknader. Det spelar ingen roll om det är energy only eller något annat. Överkapacitet skapar lönsamhetsproblem.

Bo: Vad vill paneldeltagarna ha från Energikommisionen?

Lars

Ha med någon i arbetet som är duktig på finansiell ekonomi.

Ulf

Bra om man kunde sortera ut roller och ansvar i det framtida elsystemet och på den framtida elmarknaden. Bra om man kunde få till planerbar produktion i systemet.

Helena

Att belöna flexibilitet och planerbar produktion och att få marknadssignaler på att det behövs.

Lennart

Bra med en enighet från EK om vilken marknad man vill ha, ex en energy-only-marknad.