

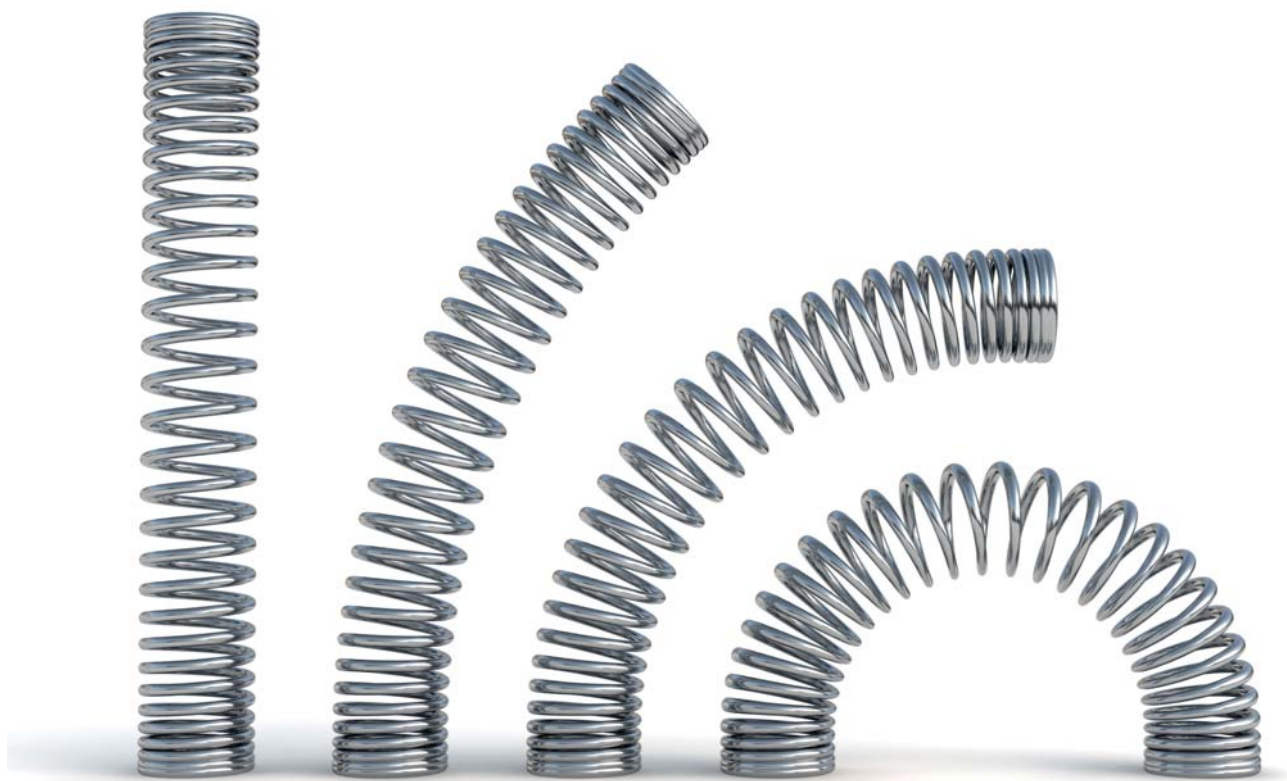
Maj 2018

## Flexibilitet – i en ny tid

Hur mycket ny flexibilitet behövs i det svenska elsystemet i framtiden?

### SAMMANFATTNING

Johan Bruce, Rachel Walsh och Tatiana Iuvchik, Sweco. Bo Rydén, Håkan Sköldberg och Thomas Unger, Profu. Stefan Montin, Energiforsk





# Sammanfattning

## Hur mycket ny flexibilitet behövs i det svenska elsystemet i framtiden?

Flexibilitet, och behovet av flexibilitet i vårt elsystem, är ett allmänt samlingsbegrepp för en lång rad situationer, behov och åtgärder som krävs för att kunna reglera vårt elsystem. Flexibilitet är således inget entydigt definierat begrepp. Den är dessutom av olika slag, varierar från en tidpunkt till en annan och varierar om vi ser till landet som helhet eller bara till försörjningen inom ett regionnäs- eller lokalnätsområde. Begreppet flexibilitet handlar inte bara om kraftbalansen utan också om att klara belastningen på elnäten. Det går heller inte att på ett entydigt sätt ange hur mycket flexibilitet som finns idag och i vilken mån den räcker till för att hantera ett framtida behov. Vi har därför tolkat vår huvudfrågeställning i detta uppdrag som en frågeställning om hur mycket ny flexibilitet som behövs, det vill säga hur mycket som behovet av flexibilitet behöver öka jämfört med idag.

Det är i detta perspektiv man ska se det forskningsuppdrag som NEPP fått av Forum för smarta elnät, att ge svar på frågan: *Hur mycket ny flexibilitet behövs i det svenska elsystemet i framtiden<sup>1</sup>* samt att förstå hur behovet ser ut över ett år, med utgångspunkt i Energiöverenskommelsens betänkande om utvecklingen fram till, och förbi, år 2040. Överenskommelsen ger dock inte – vilket är av stor betydelse för detta uppdrag – något direkt besked om hur vi ska hantera effektbalansen i framtiden. I denna rapport redovisar vi uppdragets resultat och den samlade slutsatsen är att utmaningen att hantera flexibilitetsbehovet kommer att öka i framtiden, jämfört med idag. Men även om flexibilitetsbehovet ökar, så är vår uppfattning att elmarknadens aktörer kommer att kunna hantera det, både på kort och på lång sikt. Det kräver dock att vi agerar, och att vi gör det i tid.

### Detta har vi analyserat när det gäller behovet av flexibilitet:

- **Topplast (timme):** En timme med stor efterfrågan, kombinerat med liten elproduktion från vind- och solkraft. Här behövs flexibilitet i form av planerbar kraft, importkapacitet, tillräckligt med nät för att transportera kraften och flexibel efterfrågan där last flyttas från denna timme till en annan.
- **Topplast (dygn):** Ett eller flera dygn i rad med stor efterfrågan och liten elproduktion från vind- och solkraft: Även här behövs flexibilitet i form av flera av de resurser som anges för timmen ovan.
- **Överskott:** Period med liten efterfrågan, kombinerat med stor elproduktion från vind- och solkraft: I denna situation behövs flexibilitet i form av exportkapacitet och efterfrågeanpassning genom ökad användning. Delar av den ökade användningen kan via lagring användas vid tider då energin är värdefullare.
- **Ökat behov av balansreglering:** Med en större mängd vind- och solkraft ökar variationerna i det korta perspektivet, vilket ställer ökade krav på reglerförmåga i det övriga kraftsystemet.
- **Årsreglering:** En allt större elproduktion från sol- och vindkraft under sommarhalvåret.
- **Generellt behov av flexibilitet:** Vattenkraften, med dess flexibilitetsegenskaper, har hittills byggts för att möta relativt förutsägbara variationer i efterfrågan på el. På sikt tillkommer behovet att möta mindre förutsägbara variationer i den variabla elproduktionen från vind och sol. Det ställer nya och mer omfattande krav på det generella behovet av flexibilitet.

För utförligare beskrivning hänvisas till NEPP:s Temabok om *Reglering av kraftsystemet*, avsnitt om "åtta utmaningar" ([www.nepp.se](http://www.nepp.se)).

## Kvantifiering av flexibilitetsutmaningen

I tabellen på nedan sammanfattas, i siffror, den utmaning vi står inför. Tabellen anger hur stort behovet av olika slag av flexibilitet kan bli i framtiden, givet vårt referensscenario (beskrivs nedan).

<sup>1</sup> Såväl vi som den referensgrupp vi haft tillgänglig för uppdraget vill betona att vår analys är förenklad bl.a. genom att vi inte haft resurser att göra en ordentlig genomlysning av vilken mängd flexibilitet som samhället verkligen vill betala för, eftersom vi inte har en fastställd nivå för leveranssäkerheten. Vi har därför valt att utgå från det allmänna antagandet att "dagens leveranssäkerhet inte ska försämrats i framtiden", men är medvetna om att även detta antagande haltar, då vi inte vet vilken leveranssäkerhet vi verkligen är beredda att betala för.

Behovet av reglerkraft har angetts för en timme respektive en vecka (angivet som "balansreglering" i tabellen). Med behovet av reglerkraft på en timme avses hur mycket nettolasten varierar som mest från en timme till en annan, alltså hur mycket flexibilitet som behövs för att hantera timvariationen. Den maximala fluktuationen från en timme till en annan som observeras under ett år förväntas öka från ca 2 500 MW/h till ca 4 400 MW/h, det vill säga nästan en fördubbling av behovet. Med balanseringsbehovet inom en vecka menas hur mycket nettolasten varierar inom en vecka. Nettolastens variation under veckan förväntas öka från ca 7 500 MW till ca 14 200 MW, det vill säga en fördubbling jämfört med idag.

Överskottet, dvs. den producerade elenergin från vind- och solkraft som överstiger efterfrågan och exportkapacitet förväntas uppgå till ca 3 TWh modellåret 2040. För att ta hand om denna produktion krävs antingen ett förstärkt stamnät, flexibel användning eller energilagring.

Behovet av topplast har delats in i behovet av flexibilitet för den mest ansträngda timmen under en 10-årsvinter<sup>2</sup> och som ett medelvärde under det mest ansträngda dygnet under en 10-årsvinter. Det skiljer ca 2 500 MW mellan den maximala förbrukningen och medelvärdet ett sådant dygn. För behovet av årsreglering har vi dock inte lyckats ta fram ett bra kvantitativt mått inom ramen för detta arbete, men vi ger ett kvalitativt resultat inne i rapporten.

		Balansreglering timme	Balansreglering vecka	Överskott	Topplast 1h	Topplast dygn
Storleksordning	2018	2 500 MW/h	7 500 MW/v	0 TWh	- 850 MW	+1 650 MW
	ca 2025	2 700 MW/h	9 100 MW/v	0 TWh	- 3 000 MW	- 500 MW
	ca 2035	3 600 MW/h	12 100 MW/v	1 TWh	- 5 000 MW	- 2500 MW
	2040	4 400 MW/h	14 200 MW/v	3 TWh	- 8 000 MW	- 5500 MW

*Observera att tabellen ger resultaten från vårt referensscenario. De känslighetsanalyser vi gjort visar i vissa fall på högre eller lägre värden, beroende på antaganden, men ändrar inte tabellens bild av storleksordningarna.*

#### **Kort beskrivning av vårt referensscenario och vår känslighetsanalys**

Vårt referensscenario i detta uppdrag har Energiöverenskommelsen som utgångspunkt och har ett långt tidsperspektiv, förbi 2040. Överenskommelsen har angivit som mål en 100 procent förnybar elproduktion år 2040. Utbyggnaden av vind- och solkraft är därmed betydande i vårt referensscenario. det är inte uttalat i Energiöverenskommelsen om kärnkraften antas finnas kvar år 2040 eller inte. Vi har därför analyserat båda alternativen, genom att låta referensscenariots "modellår 2040", representera en tidpunkt efter 2040, när kärnkraften är avvecklad. För modellåren före 2040 finns fortfarande kärnkraft kvar.

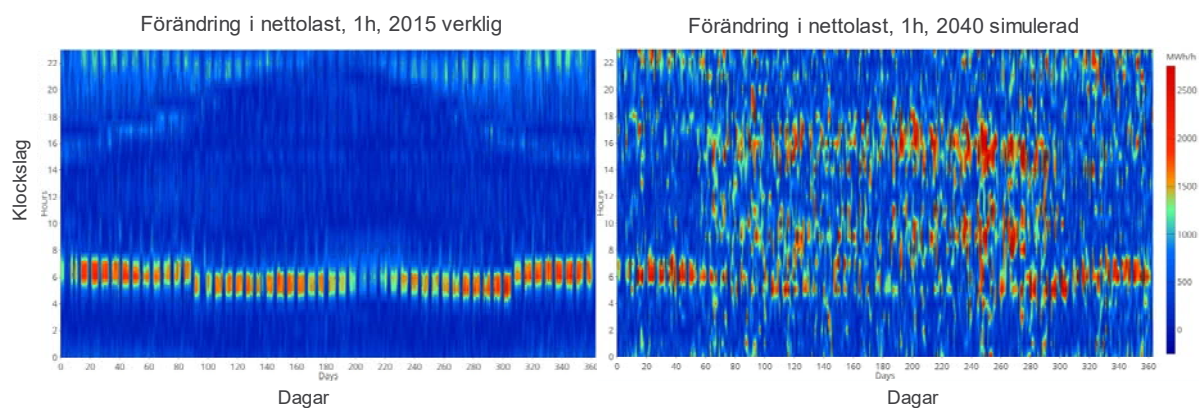
Vårt referensscenario omfattar en (viss) ökning av elenergianvändningen (TWh) och eleffektbehovet (GW), även om såväl energieffektivisering som – i viss utsträckning – även smartare effekthantering i användarledet, dämpar öknings-takten. I vår känslighetsanalys har vi – främst kvalitativt, men även kvantitativt - analyserat alternativa utvecklingsvägar för bl.a. energi- och effektanvändningen, investerings- och avvecklingstakten för de olika planerbara kraftslagen samt ytterligare ett antal parametrar. (Vi hänvisar till särskilda avsnitt i slutrapporten, för utförligare scenariobeskrivningar.)

<sup>2</sup> Som utgångspunkt för att kvantifiera behovet av topplastkapacitet har vi utgått från en 10-årsvinter, det vill säga en vinter som statistiskt inträffar vart 10-ende år. Systemet bör dimensioneras för att klara en situation som är mer ansträngd än ett normalår. Det finns dock idag inget mål för leveranssäkerheten, men SvK använder 10-årsvinter i sina analyser, varför vi valt att utgå från just en 10-årsvinter som dimensionerande för topplasteffekt.

### Balansreglering – förmågan att hantera snabba förändringar i nettolasten samt prognososäkerhet

Ett sätt att kvantifiera behovet av flexibilitet är att se på hur nettolasten ändras över tid. Nettolasten definieras som efterfrågan minus produktion från vind- och solkraft och är den efterfrågan som det resterande kraftsystemet ska hantera. I figurerna nedan visas förändringen i nettolasten från en timme till nästa. 2015 syns ett tydligt mönster där ”morgonrampen” står för den stora förändringen i nettolasten från en timme till en annan. Det syns tydligt att förändringen är mindre på helger samt på semestern. Övriga tider är förändringen liten i jämförelse med morgonrampen. Omställningen mellan vinter och sommartid syns tydligt, då figuren visar all data i normaltids.

**Förändring i nettolast från en timme till en annan.** På y-axeln visas tid på dygnet från 0-24h. På x-axeln visas dagar på året från 1-365 dagar, dvs. från 1 januari till 31 december.



När samma sak plottas för modellår 2040 är mönstret med en morgonramp inte fullt lika tydlig. Där-  
emot tillkommer en förmiddagsramp och en eftermiddagsramp under sommarhalvåret. Denna beror  
på den ökade mängden solkraft. Modellåret 2040 är alltså bilden inte alls lika tydlig utan framstår  
som suddig. Det innebär att förändringar i nettolasten kommer att uppträda något mindre förutsäg-  
bart och vid fler tidpunkter. Vindkraften kan förvisso prognosticeras med en relativt god säkerhet på  
kort sikt, men går inte att prognostisera med precision på flera dagars sikt till skillnad från efterfrågan  
som följer ett mycket förutsägbart mönster.

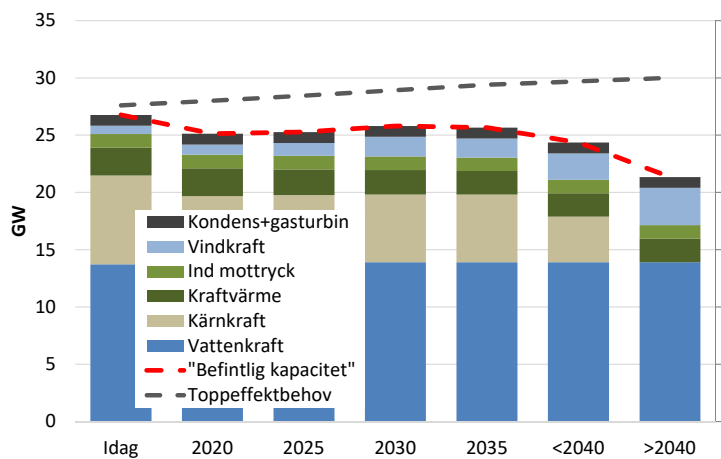
### Överskott

Modellåret 2040 är nettolasten negativ under ett antal timmar. Det innebär att vind- och solprodukt-  
ion överstiger efterfrågan under dessa timmar. I vårt referensscenario har överföringskapaciteten  
byggts ut kraftigt, men trots det kommer ca 3 TWh vind- och solkraft att behöva spillas om inte  
denna produktion kan hanteras av antingen ett förstärkt stamnät, flexibel användning eller energila-  
ger. Detta är dessutom troligen en underskattning då våra modeller inte fullt ut tar hänsyn till interna  
flaskhalsar. Tekniskt sett är det inget problem att spilla vind- och solkraft, men av flera andra skäl är  
det naturligtvis önskvärt att kunna ta tillvara all produktion.

### Topplast tioårsvinter – timnivå

Svenska kraftnät anger i sin prognos för effektbalansen i Sverige vintern 2017/2018 ett underskott på  
cirka 850 MW för ”tioårsvintern”. När vi om ett par år avvecklar ytterligare kärnkraft, så att vi endast  
har sex reaktorer i drift, ökar detta underskott. I figuren nedan redovisar vi bedömd tillgänglig regler-  
bar produktion mot toppeffektbehovet för tioårsvintern för ett antal modellår. Figuren baseras på  
vårt referensscenario.

På lång sikt, dvs. när kärnkraften i scenariot är helt avvecklad (modellåret >2040 i figuren) och ytterligare ett antal termiska verk stängts (kraftvärme/kondens) kommer det maximala underskottet av effekt en tioårsvinter, exklusive importkapacitet, vara omkring 8 GW och under ett normalår 6,5 GW. Men redan på kort sikt, modellåren 2020-2030, kommer det maximala underskottet under en tioårsvinter att vara upp emot 3 GW och under ett normalår 1,5 GW.



Figuren visar elproduktionskapaciteten i Sverige i referensscenariot samt toppeffektbehovet för en tioårsvinter, exklusive importkapacitet. Idag är toppeffektbehovet på knappt 1 GW över vår produktionskapacitet; vilket innebär att vi har ett underskott på kapacitet. I vårt referensscenario stiger detta underskott för tioårsvintern till cirka 3 GW för modellåret 2025, drygt 4 GW för 2035 och 8 GW för modellåren efter 2040.

## Vi klarar utmaningen, men det är ändå av stor vikt att uppmärksamma den

Våra analyser visar på betydande utmaningar, både på kort och lång sikt. Samtidigt vill vi framhålla att det finns många olika vägar, och många olika åtgärder, för att hantera den framtida flexibilitetsutmaningen och effektbalansen. Men det är ändå av största vikt att uppmärksamma utmaningen, och inse att vi måste välja väg och vidta åtgärder i god tid, inte minst för att det kan vara långa ledtider för flera av de åtgärder som måste till. Det är också viktigt att skapa ekonomiska och reglermässiga förutsättningar för dessa åtgärder. En central fråga handlar därmed om de framtida regelverken på elmarknaden. Det är i sig ett viktigt resultat av detta uppdrag.

## Utmaningar redan på kort sikt – vilket även kan vara en möjlighet

Vi anger, redan inledningsvis, att vi har en flexibilitetsutmaning *redan på kort sikt*. Egentligen har den flera dimensioner och perspektiv, och man bör uppmärksamma dem alla:

- Sett i ett *nationellt perspektiv* kommer underskottet av effektresurser för att klara topplasten att vara upp emot 3 GW redan 2020, när ytterligare kärnkraft stängs. Det är en ökning på cirka 2 GW jämfört med idag; en ökning som dessutom är koncentrerad till södra Sverige där utmaningen därför blir extra tydlig.
- Sett i ett *regionalt och lokalt perspektiv* har vi redan idag begränsningar i näten som ger utmaningar, inte minst i storstadsregionerna. Här bidrar även dagens regelverk till utmaningar.
- Många nya anläggningar, såväl nät som kraftverk, tar *lång tid att få på plats* p.g.a. långa planerings- och tillståndprocesser. De måste därför planeras för redan nu. Det gäller naturligtvis de anläggningar som behövs på kort sikt, men gäller även de som behövs på längre sikt.

Denna relativt stora utmaning redan på kort sikt, gör att vi redan nu blir tvungna att intensifiera arbetet med att planera för, och hantera utmaningarna. Därigenom får vi snabbt erfarenheter, dels om hur lätt- eller svårhanterade utmaningarna egentligen är, dels vilka åtgärder som är bäst lämpade att utnyttja. Det är lärdomar som är viktiga för hanteringen av utmaningarna på längre sikt, och kan därför ses som en möjlighet – och en bra förberedelse – för de större utmaningarna i perspektivet 2040.