

Juni 2018

## 30 insikter och slutsatser om

Vårt gemensamma energisystem  
- i vår gemensamma framtid





# 30 insikter och slutsatser om Vårt gemensamma energisystem – i vår gemensamma framtid

Våra politiker i Sverige och EU har stakat ut vägen för vårt framtida energisystem. Nu ska vi, alla energisystemets aktörer, omsätta politiken i praktiken. Det är då av stort värde att myndigheter, energiföretag, branschorganisationer, industrier och energimarknadernas kunder har ingående kunskap om den förväntade utvecklingen och effekterna av de beslut som fattats, för att åtgärderna ska bli väl avvägda och få avsedd verkan.

Detta understryker behovet av en genomgripande kunskapsförstärkning med helhetsperspektiv på den framtida utvecklingen av energisystemen i Sverige, Norden och Europa. Samtidigt är det viktigt att vi värnar – och tar tillvara – etablerad kunskap och lärdomar.

NEPP (*North European Energy Perspectives Project*) är ett multidisciplinärt forskningsprojekt om utvecklingen av energisystemen och energimarknaderna i Sverige, Norden och Europa i tidsperspektiven 2020, 2030 och 2050. NEPP samlar nu de allra flesta av energisystemets centrala aktörer. Över 100 beslutsfattare och experter från myndigheter, departement, branscher, industrier, energiföretag och kunder deltar i dagsläget – tillsammans med forskarna – i projektets alla olika forskar- och expertgrupper, seminarier och forskarworkshops.

## **Ta del av vår sommarläsning och ge feedback tillbaka till projektet och forskarna**

Alla är vi påverkade av energisystemens utveckling. Du kommer därför säkerligen också att finna värde i flera av sommarläsningens resultatrapporter som finns på NEPP:s hemsida, och även av de korta sammanfattningar som du hittar i detta dokument. *Och NEPP kommer att ha värde av att du läser, granskar och återkopplar till projektet*, utifrån din horisont som aktör i energisystemet. Din kunskap och dina synpunkter främjar projektet och dess analyser. Vi hoppas därför att du vill delta i vår sommarläsning, och ta del av resultaten inom de områden du är engagerad inom.

### **Delprojekten i NEPP**

1. Den framtida klimat- och energipolitiken – analysgrund för en djupare förståelse av politikens konsekvenser
2. Analys av energisystemens utveckling i Sverige/Norden – med fokus på robusthet och "stresstålighet" på kort och lång sikt
3. Konsekvenser för Sverige/Norden av olika utvecklingsvägar för de europeiska energisystemen
4. Hur får vi till stånd nödvändiga investeringar i energisystemen?
5. Den stora effektfrågan – fokus på el, men även på fjärrvärme
6. Energi- och effektbehovets utveckling - drivkrafter/faktorer som påverkar
7. Vem har ansvaret för de framtida energisystemen?
8. Hållbarhet och resurseffektivitet och hur olika synsätt, metoder, kriterier påverkar energisystemets utveckling. Fördjupning om biobränsle och avfall.

Helheter: Skapa helhetsbilder utifrån synteser och slutsatser från delprojekt 1-8, och från NEPP:s regionala projekt, samt från parallella forskningsprojekt och forskningsprogram.

# 30 SLUTSATSER

## 1. När fokus flyttar från energi till effekt, flyttar också fokus från utsläpp och klimatpåverkan till leveranssäkerhet

Under lång tid har vi haft fokus på energitjänsten i det nordiska elsystemet, och många av de åtgärder som är planerade för framtiden är också energirelaterade. Valet av de energirelaterade åtgärderna har då i stor utsträckning också tydliga kopplingar till utsläppsminskning och resurshushållning. Ny förnybar elproduktion blir då central. Denna har samtidigt oftast ett stort inslag av variabilitet, vilket ställer krav på ökad tillgång till planerbar elproduktion

och flexibel elanvändning i elsystemet. Dessa krav leder i sin tur till ett ökat fokus på effekt, och även på systemtjänster. Då blir leveranssäkerhetskrav och kostnadseffektivitet avgörande för de val som görs, istället för utsläppsminskning och resurshushållning.

>> LÄS MER:

Effektutmaningen - en helhetsbild. (NEPP-resultatblad).



## 2. Kvantifiering av effekt- och flexibilitetsutmaningen för elsystemet, på kort och lång sikt

Eleffektutmaningen i framtiden handlar inte bara om att få effektbalansen att gå ihop den mest kritiska timmen. Behovet av flexibilitet uppträder i betydligt fler dimensioner, se faktarutan på nästa sida. Inom NEPP har vi analyserat detta och tagit fram kvantitativa storleksordningar av hur flexibilitetsbehovet i flera dimensioner utvecklas över tid. Resultaten sammanfattas i tabellen nedan.

”Balansregleringen” inom en timme, respektive inom en vecka, visar hur mycket den planerbara elproduktionen måste kunna variera inom respektive tidsintervall. ”Överskott” indikerar hur stor vind- och solexproduktion som överstiger efterfrågan. I våra antaganden har överföringskapaciteten år 2040 byggts ut kraftigt, men trots det kommer ca 3 TWh vind- och solkraft att behöva spil-

las. Behovet av ”topplast” har delats in i behovet av flexibilitet för den mest ansträngda timmen under en 10-årsvinter och som snitt under det mest ansträngda dygnet under en 10-årsvinter. Effektunderskottet måste täckas med sådant som import, ytterligare efterfrågeanpassning eller ny topp-effektproduktionskapacitet. För ”årsreglering” har vi ännu inte hittat något lämpligt mått.

		Balansreglering timme	Balansreglering vecka	Överskott	Topplast 1 h	Topplast 1 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	-2 500 MW
	2040	4 400 MW/h	14 200 MW/v	3 TWh	- 8 000 MW	- 5 500 MW

>> LÄS MER: Flexibilitet – i en ny tid. (NEPP-rapport). Kvantifiering av flexibilitetsutmaningen för elsystemet. (NEPP-resultatblad).

## ”Effektforsörjningen: Redan på kort sikt är effekt-situationen ansträngd i flera storstadsregioner”

### 3. Effekttutmaningen är inte bara en nationell fråga utan också regional och lokal; den är redan ett problem i våra storstadsområden

Effektforsörjningen är inte bara ett nationellt problem på lång sikt. Redan på kort sikt är effektsituationen ansträngd i flera storstadsregioner. I exempelvis Stockholm har man redan ”slagit i taket” där efterfrågan överstigit det som kan ”importeras” med hänsyn till säkerhetsmarginaler. Man vet dessutom redan att ingen ny större inmatningskapacitet till staden tillkommer förrän efter år 2025. Det tar mycket lång tid att bygga ut elnät, särskilt i och omkring en storstad. Samtidigt kan man förutse en fortsatt elanvändningsökning orsakade av olika faktorer, exempelvis inflyttning, elbilsaddning, datahallar, lokala värmepumpar, m.m. Situationen försvåras ytterligare av att elproduktion som finns inom ”bristområdet” riskerar att avvecklas eftersom det inte är lönsamt för ägaren att behålla produktionsanläggningarna på grund av de korta

drifttiderna. Det gäller kraftvärmeverk som utnyttjar (bio)olja samt gasturbiner. Ur ett ”totalperspektiv” kan det mycket väl vara kostnadseffektivt att betala för möjligheten att utnyttja de existerande produktionsanläggningarna, men det är osäkert, med hänsyn till regelverket, om nätföretaget får bidra till finansieringen och ta ut kostnaden från sina kunder. Det finns samtidigt åtgärder som kan bidra till att minska effektproblemet, exempelvis efterfrågeanpassning. För att den ska få genomslag måste mycket finnas på plats för att realisera möjligheterna i form av t.ex. mätare, timpris, teknik i apparater, volatila elpriser, affärsprocesser, och inte minst, vilja att delta.

>> LÄS MER:  
Flexibilitet – i en ny tid.  
(NEPP-rapport).

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

- **Topplast (timme):** En timme med stor elefterfrågan, 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 elefterfrågan 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 elefterfrågan, 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 mer värdefull.
- **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 Etapp 1: ”Temabok om Reglering av kraftsystemet”, avsnitt om ”åtta utmaningar” ([www.nepp.se/etapp1/index.htm](http://www.nepp.se/etapp1/index.htm)).

### 4. Flexibiliteten i elsystemet – olika syn på utmaningens storlek och hur den kan lösas

Flexibilitet, och behovet av flexibilitet i vårt elsystem, är ett allmänt och lite diffust samlingsbegrepp för en lång rad situationer, behov och åtgärder som krävs för att kunna reglera vårt elsystem. När Forum för smarta elnät, under hösten 2017 ställde frågan till NEPP om vi kunde bistå Forumet med analyser om hur mycket flexibilitet som kommer att behövas i elsystemet i framtiden, anade vi inte vilken komplexitet denna till synes enkla fråga skulle leda till.

Inom NEPP har vi sedan tidigare tagit på oss uppgiften att analysera och lägga samman hela bilden av den framtida effekttutmaningen, så vi är väl rustade med såväl analyskapacitet som lämpliga modellverktyg för att ta oss an frågan som ställdes av Forumet. Vi har också mycket god insikt i de behov och åtgärder som krävs för att kunna reglera vårt elsystem. Men vi insåg inte hur nära frågan om flexibiliteten i elsystemet är kopplad till de olika uppfattningar och ambitioner för el- och energisystemets framtida utveckling som idag finns representerade bland Energisveriges olika aktörer och i den energipolitiska uppgörelsen.

Diskussionen har framför allt handlat om förtroendet och tilliten till de flexibilitetsresurser vi kommer att ha tillgängliga i vårt elsystem i framtiden, och då särskilt de resurser som idag är mindre använda och beprövade flexibilitetsåtgärder, främst efterfrågeflexibilitet och energilagring, men också importens roll. Enkelt uttryckt uppfattar vi att det finns en grupp aktörer som är genuint oroliga för den framtida eleffektsituationen, i takt med att planerbar elproduktion gradvis fasas ut, nätutbyggnad som tar mycket lång tid samtidigt som nya eleffektbehov tillkommer. En annan grupp aktörer är mindre oroad och har större tillit till efterfrågeanpassning, smarta elnät, batterier, elutbyte med omvärlden och generell teknikutveckling. För att hitta robusta lösningar för flexibilitetsutmaningarna är det viktigt att hitta en balans för i analysen och i slutsatserna.

>> LÄS MER:  
Flexibilitet – i en ny tid. (NEPP-rapport).  
Flexibiliteten i elsystemet. (NEPP-resultatblad).

## 5. "Ingen har det långsiktiga ansvaret för att elförsörjningen går ihop" - aktörernas ansvar för elsystemet, en intervjustudie

För att ge ett underlag för det fortsatta arbetet i NEPP om ansvarsförhållandena på elmarknaden genomfördes en intervjustudie med olika aktörer. En återkommande oro som flera av de intervjuade ger uttryck för är att "Ingen har det långsiktiga ansvaret för att elförsörjningen går ihop". Ansvarsfrågan diskuterades både på nationell och på lokal nivå. På nationell nivå diskuterades exempelvis problem relaterade till utfasning av planerbar produktion, om det är lämpligt med kapacitetsmarknad, att det tar extremt lång tid för att bygga ut nät, efterfrågeanpassningars möjlighet att bidra, m.m. På lokal nivå lyfte man exempelvis fram att det i storstäderna redan finns problem med effektförsörjningen. Samtidigt ökar elanvändningen genom inflyttning och nya elanvändningsområden. Dessutom tar det mycket lång tid att bygga ut nät, samtidigt som viss lokal elproduktion riskerar att fasas ut av ekonomiska skäl. I ljuset av detta diskuterades olika sätt att genom samverkan lindra problemen. Oklarheter finns dock när det gäller vilken samverkan som nuvarande regelverk tillåter.

### >> LÄS MER:

Aktörsperspektivet – ansvar och roller i elsystemet. (NEPP-PM).

## 6. Nya aktörer träder in på arenan – lokal produktion är ett nyckelord

Elmarknaden här länge präglats av stora producenter, nätföretag och kunder – samtliga med tydliga och oförändrade roller. Nu sker stora förändringar och nya aktörer tillkommer och roller förändras. Exempel på nya begrepp som utgör indikationer på detta är prosumenter, energimedborgare, energikooperativ, aggregatorer, gröna obligationer och crowdfunding. Exempel på drivkrafter för denna förändring är självförsörjning och oberoende, lönsamhet, upplevd miljönytta samt identitetskapande (själv eller i grupp). De nya mindre aktörerna uppmärksammas både nationellt och internationellt och politiskt är man angelägen om att de ska ha bra villkor och ges möjlighet att ta en stor roll. De systemtekniska nyttorna med småskalig och lokal elproduktion är måttliga, exempelvis minskade distributionsförluster. Exempel på andra nyttor är att den ökar det individuella engagemanget för omställningen av energisystemet och för miljöfrågor, bidrar med fler potentiella investerare och driver på teknikutveckling genom privata "early adopters". Samtidigt som det finns nackdelar med småskalighet kan man konstatera att utvecklingen går åt ett enda håll. Kan-ske kommer detta att ytterligare förstärkas av den pågående digitaliseringen av samhället och energisektorn?

## 7. Effekthöjning i vattenkraften ökar flexibiliteten i elsystemet

En utökad flexibilitet i vattenkraften hjälper till att parera fluktuationerna i denvariabla förnybara produktionen. En ökad mängd vindkraft leder till att vattenkraften körs betydligt mer oregelbundet och oförutsägbart. Ökad effekt och flexibilitet i vattenkraften kan hantera vindkraftens variationer effektivt. Det gäller både att kunna producera mer när det inte blåser och efterfrågan är stor och att producera mindre när efterfrågan är låg. En utbyggd effekt i befintliga vattendrag leder till ett ökat effektuttag under ett stort antal timmar, men kompenseras av ett minskat uttag under resterande timmar. För att möjliggöra effekthöjningen måste befintliga vattendomar omförhandlas och för att effekten ska kunna nyttiggöras så måste stam- och regionnät förstärkas.

### >> LÄS MER:

Effekthöjning i vattenkraften ökar flexibiliteten i elsystemet. (NEPP-resultatblad).





” ... det finns betydande potential för effektutbyggnad i vattenkraftverken utmed älvarna ”

## 8. Stor potential för effekthöjning i svensk vattenkraft

Idag och i framtiden kommer det sannolikt att behövas än mer flexibilitet och reglerbarhet i ett energisystem med en större andel förnybar, ej planerbar produktion. Sweco har på uppdrag av Skellefteå Kraft och Fortum genomfört en kvantitativ analys av potentialen för effekthöjande åtgärder i vattenkraftverken utmed de tio älvar som står för den största delen av vattenkraftsproduktionen i Sverige. Studien visar att det finns betydande potential för effektutbyggnad i vattenkraftverken utmed älvarna. Studien visar att effekten i de tio berörda älvarna kan byggas ut med 24 %. Om resultaten extrapoleras till övriga svenska älvar erhålls en möjlig ökning av vattenkraftens effekt på 3 900 MW. Denna effekt överstiger kapaciteten för de fyra kärnkraftreaktorer som beräknas tas ur bruk till år 2020.

>> LÄS MER:

Stor potential för effekthöjning i svensk vattenkraft. (NEPP-resultatblad).

## 9. Vattenförvaltningen som den ser ut idag stoppar utvecklingen av vattenkraften – resultat från en intervjustudie

Vattenkraften står för nära hälften av Sveriges elproduktion och utgör därmed en central del av det svenska energisystemet. I takt med utbyggnaden av variabel elproduktion blir vattenkraftens roll för att tillhandahålla reglerkraft allt viktigare. Inom NEPP har en vattenkraftsgrupp etablerats. Intervjuer med deltagarna har genomförts och ur svaren har ett antal insikter tagits fram:

- **Effekthöjning i vattenkraften handlar egentligen om att nå en högre flexibilitet**

Det är inte maximal effekt som är målet, utan att möta effektbehov på någon tidskala och att anpassa älvräckor till ett nytt körmönster.

- **Se till hela systemet och beakta att det är elprisvariationerna som skapar lönsamhet**

Hela älvräckor ger mest potential, så den hydrologiska kopplingen i älven viktig att beakta.

- **Miljörättsliga aspekter och vattenförvaltning riskerar att stoppa utvecklingen av vattenkraften**

Beakta att ramvattendirektivet har stor inverkan på den svenska vattenkraften och dess utvecklingsmöjligheter.

- **Det finns andra begränsningar än vattendirektivet**

Ta hänsyn till samhällsskador och problematik i tätbebyggda områden och se till att ha goda kontakter med närboende när man optimerar hela älvräckor.

- **Nätproblematik kan uppstå till följd av effekthöjningen**

Ur tillståndsperspektiv uppstår problem först om man ska ha nya ledningar.

- **Det behövs tydlighet från politiker och myndigheter**

Vi behöver ha ”en riktning”, och idag finns det en stor skillnad mellan politiker och tillsynsmyndigheter.

- **Kommunicera mera!**

Det finns en tydlig politisk vilja att åstadkomma en utbyggnad, och man behöver informera och lyssna på tredje man då närboende och andra berörda kommer att påverkas.

>> LÄS MER: Effekthöjning i vattenkraften – röster om drivkrafter och hinder. (NEPP-PM).

## 10. Miljörättsliga aspekter kring effekttökning i vattenkraftverk

Sveriges vattenkraftverk delas in i tre klasser, där klass 1 omfattar 255 kraftverk som tillsammans svarar för 98 % av totalt installerad effekt i vattenkraft och vilka står för 98,3 % av vattenkraftens reglerbidrag på årsbasis.

En översiktlig analys av miljörättsliga aspekter avseende effekttökning i befintliga storskaliga vattenkraftverk (>10MW) genomfördes under hösten 2017. Där beskrivs översiktligt Miljöbalken (1998:808) och Vattendirektivet (2000/60/EG) såsom de implementerats i svensk miljölagstiftning. Vidare beskrivs slutsatserna i den s.k. Weserdomen vad gäller tolkningen av rättskraften i Vattendirektivets miljömål, i Sverige införda som miljökvallitetsnormer.

Två verkliga tillståndsprövningar tas upp, Vattenfalls kraftverk i Lasele och Långbjörn, som båda har avgjorts mot bakgrund av Weserdomen, d.v.s. den mycket strikta tolkningen av vattendirektivets miljömål. Domarna fastställdes först efter överprövning i Mark- och miljööverdomstolen men överklagades därefter till Högsta domstolen. Efter att rapporten publicerats kom beskedet att HD ej tar upp målen till prövning, varför domarna vann laga kraft.

Under våren 2018 presenterades slutligen förslaget till ny lagstiftning för vattenkraft och andra vattenverksamheter. Förslaget innebär en tydlig viljeriktning från politikerhåll att värna den storskaliga vattenkraften och fullt ut använda de

möjligheter som finns till undantag och lägre ställda krav som EU-rätten medger. Det finns därmed god anledning att tro att det torde vara fullt möjligt för flertalet vattenkraftverk inom Klass 1 att få tillstånd till effekttökning genom ökad turbin kapacitet och ökad drivvattenföring. I enlighet med rapportens slutsatser förefaller det nu mindre sannolikt att de storskaliga kraftverken åläggs moderna miljövillkor som negativt påverkar produktions- och reglerförmågan.

>> LÄS MER: Miljörättsliga aspekter kring effekttökning i Vattenkraftverk. (NEPP-rapport).

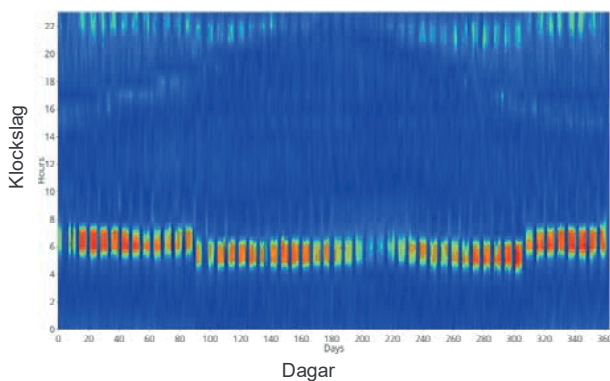
” Den maximala fluktuationen från en timme till en annan förväntas bli nästan dubbelt så stor år 2040, jämfört med år 2015”

## 11. Balansregleringen av elsystemet – behovet av att klara snabba förändringar i nettolasten<sup>1</sup> ökar i framtiden

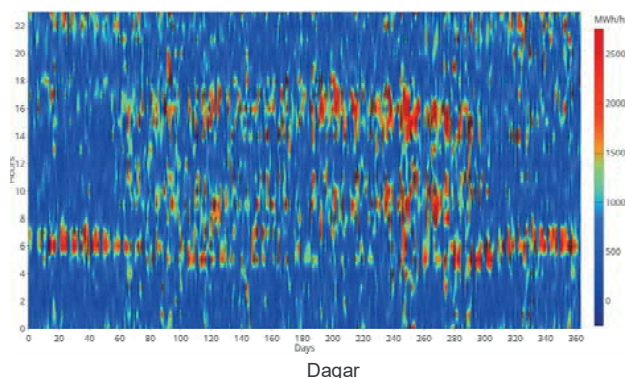
Vattenkraften, med dess flexibilitets-egenskaper, har hittills byggts för att möta relativt förutsägbara variationer i efterfrågan på el. På sikt tillkommer behovet att möta mindre förutsägbara variationer i den växande variabla elproduktionen från vind och sol. Det ställer nya och mer omfattande krav på det generella behovet av flexibilitet. Ett mått på hur den planerbara produktionen måste hjälpa till med balanseringen av elsystemet är hur mycket dess last måste förändras under en timme. Den maximala fluktuationen från en timme till en annan förväntas

öka från ca 2 500 MW/h år 2015 till ca 4 400 MW/h år 2040, det vill säga nästan en fördubbling av det maximala reglerbehovet över en timme. Detta som en följd av det ökade inslaget av variabel elproduktion i elsystemet. I framtiden blir det också generellt allt fler timmar med stora förändringar från en timme till nästa. Även inom en vecka ökar fluktuationerna i framtiden. Även här kan man förvänta sig en fördubbling av det maximala reglerbehovet, från ca 7 500 MW till ca 14 200 MW.

Förändring i nettolast, 1h, år 2015 (verklig)



Förändring i nettolast, 1h, år 2040 (simulerad)



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.

<sup>1</sup> Nettolasten definieras som efterfrågan minus produktion från vind- och solkraft. Nettolasten motsvarar den efterfrågan som det resterande kraftsystemet ska hantera.

>> LÄS MER: Flexibilitet – i en ny tid. (NEPP-rapport).

Balansregleringen av elsystemet - förmågan att hantera snabba förändringar i nettolasten i framtiden. (NEPP-resultatblad).



## 12. Vindkraftens effektvärde fördubblas

Teknikutvecklingen för vindturbiner har gått från att fokusera på större generatoreffekt, till att istället fokusera på högre tornhöjd och större rotordiameter. Den högre tornhöjden förbättrar vindutbytet eftersom det blåser mer ju högre upp man kommer, medan den större rotordiametern i förhållande till generatoreffekt leder till att elproduktionen, vid lägre vindhastigheter för en given generatoreffekt, kan förbättras avsevärt. NEPP-analyser visar att redan vid en utveckling av vindkraftsflottan från dagens flotta (2017) till en helt ny flotta år 2040 motsvarande dagens bästa teknik leder till ett väsentligt högre antal fullstimmor för vindkraftsproduktionen. Ökningen uppgår till mellan 50 och 61% baserat på de verkliga vindåren 2013-2016. Förutsätter man istället fortsatt kraftig teknikutveckling så blir ökningen av antalet fullstimmor ännu högre, 92-112% då hela dagens flotta är utbytt år 2040 (jämfört med läget 2017). Tack vare teknikutveckling med stadigt ökande utnyttningstider för moderna vindkraftverk kan man därmed förvänta sig att flera av de utmaningar som förknippas med ökande variabilitet på elmarknaden till följd av vindkraftutbyggnaden kommer att kunna dämpas och hanteras bättre.

>> LÄS MER:

Vindkraftens effektvärde fördubblas. (NEPP-resultatblad).

# Scenarioanalyser

## Energisystemens utveckling i Sverige, Norden och Nordeuropa

### Två huvudscenarier för våra modellanalyser

I denna etapp av NEPP har vi, i enlighet med styrgruppens uttryckliga önskemål, valt att arbeta med (bara) två huvudscenarier. Därutöver genomför vi en mycket omfattande känslighetsanalys som inkluderar de allra flesta av de parametrar som är centrala för energisystemens utveckling. Såväl huvudscenarierna som känslighetsanalyserna analyseras med de olika energimodeller som NEPP har tillgång till.

Våra två huvudscenarier är:

- **Climate Policy Mix – med fokus på reduktion av växthusgasutsläpp**

Bygger på EU:s och Sveriges energi- och klimatpolitiska mål till 2020, 2030 och 2050, det vill säga en mix av mål för växthusgasutsläpp, förnybart och effektiviseringar. Efter 2030 antar vi att tyngden förskjuts mot målet att minska växthusgasutsläppen. Vid sidan om förnybart och effektiviseringar är även bland annat kärnkraft och CCS möjliga optioner.

- **Green Policy Plus – med fokus på ökning av förnybar energi**

Ett mer entydigt fokus på förnybart inom samtliga delar av energisystemet där utvecklingen går snabbast inom el- och fjärrvärmesektorn. Fortsatt ambitiösa stöd till förnybart i kombination med snabb teknikutveckling är viktiga drivkrafter.

**Känslighetsanalyserna:** Huvudscenarierna utgör grunden för känslighetsanalyserna. Dessa är specifika för varje delprojekt och problemområde.

I vår analys av flexibilitetsutmaningen för elsystemet genomförde vi exempelvis följande känslighetsanalys:

- Variationer i elenergi- och eleffektbehovets utveckling.
- Olika stort genomslag i efterfrågeflexibilitet; ökad/minskat jämfört med referensutvecklingen
  - o dvs. att efterfrågans möjlighet att möta flexibilitetsbehovet utvecklas snabbare eller långsammare än den antagna utvecklingen i referensscenariot.
- Större genomslag i energilagring än i referensutvecklingen
- Produktionsresurserna i vårt land blir annorlunda, än grundförutsättningarna i referensscenariot:
  - o En större andel solkraft i utbyggnaden av förnybar kraftproduktion
  - o En större andel biobränslekraft i utbyggnaden av förnybar kraftproduktion
  - o Kärnkraften avvecklas snabbare/långsammare
- Vattenkraftsanalyser, dels vid våtår och torrår, dels vid större framtida effekthöjning
- Överföringskapaciteten till våra grannländer, och möjligheten till större/mindre import/export än i referensscenarierna
- Högre/lägre CO<sub>2</sub>-priser

---

## Några resultat för huvudscenarierna – analys med Timesmodellen

### Elenergiproduktionen i Sverige i de båda huvudscenarierna

Utvecklingen av elproduktionen i Sverige fram till 2035 styrs i hög grad av Energiöverenskommelsens beslut om det utökade elcertifikatsystemet med 18 TWh ny förnybar elproduktion mellan 2020 och 2030. Vindkraft kommer att svara för en övervägande del av denna nya förnybara elproduktion; så även i våra huvudscenarier. Tillsammans med elproduktionen i de sex kärnkraftsreaktorer som drivs vidare efter 2020 – och övrig kraftproduktion, främst vattenkraft och biobränsleledd kraft – kommer vår elproduktion fram till 2035 att ge ett allt större produktionsöverskott.

Efter år 2035 avstannar ökningen i vår svenska elproduktion i våra huvudscenarier, som en följd av avveckling av kärnkraftsreaktorer. Samtidigt visar våra modellanalyser på ett successivt högre elpris under perioden 2030-2045, vilket då motiverar att vi fortsätter att investera i ny produktion, främst sol- och

vindkraft, och därmed också fortsätter att producera ett årligt elöverskott även (långt) efter 2035.

I scenariot "Green Policy Plus" kommer den svenska elproduktionen att vara helt förnybar år 2045. I scenariot "Climate Policy Mix", där elprisökningen blir större som en följd av snabbt stigande CO<sub>2</sub>-priser, görs däremot reinvesteringar i en del av kärnkraften och denna drivs vidare även år 2045 och därefter. Då summan av den svenska vind- och solkraften är ungefär densamma i de båda huvudscenarierna, innebär detta att nettoexporten från Sverige är ännu större i "Climate Policy Mix".

### Eleffektbehovet i Sverige i de båda huvudscenarierna

Som framgår ovan ger den svenska elproduktionen ett överskott av elenergi under hela den studerade perioden, och vi har en nettoexport av elenergi till våra grannländer under alla år i båda våra huvudsce-



narier. Däremot visar båda huvudscenarierna på ett underskott av eleffekt under de närmaste 10-15 åren. Detta underskott kan komma att uppträda under relativt många av årets timmar, och då främst under vintern, men även till viss del under andra årstider. Vid en topplastsituation (enligt "tioårsvinterkriteriet") kommer vi – om vi ser till modellberäkningarnas resultat – att få lita till import i båda våra huvudscenarier på upp till 3 GW för modellåren 2020-2025,

räknat på timbasis. Orsaken är att vi stänger de äldre kärnkraftverken senast 2020 (och har då endast de sex yngre reaktorerna kvar) och nyinvesteringar i ny produktionskapacitet (bl.a. gasturbiner) görs inte – enligt modellresultaten – förrän modellåret 2025.

>> LÄS MER:  
Två NEPP-scenarier. (NEPP-rapport).

## Några resultat från känslighetsanalyser – analys med Apollomodellen

### Olika vägar att klara eleffektforsörjningen på sikt har studerats i denna känslighetsanalys. Vägarna ger olika fördelar och nackdelar

Med hjälp av den detaljerade elmarknadsmodellen (timupplösning) Apollo har vi inom NEPP studerat utmaningarna runt tillgången på effekt i elsystemet. I scenariot Green Policy Plus ersätts kärnkraften successivt med variabel förnybar elproduktion. Då kommer det att under den mest ansträngda timmen under en 10-års vinter bli ett nationellt effektunderskott på minst 8 GW. I känslighetsanalysen har vi då studerat tre möjliga åtgärder att möta detta underskott: gasturbiner, höjd effekt i vattenkraften och förbrukningsflexibilitet.

Den enda åtgärden ensam, internt i Sverige, som kan möta denna effektutmaning är investeringar i gasturbiner. Den är skalbar och kan byggas ut till önskad nivå. Övriga åtgärder kan bidra, men inte ensamma lösa effektutmaningen vid högsta förbrukning utan att förlita sig på viss import. Detta då de har en begränsad potential, som för efterfrågeflexibilitet är antagen till 7 000 MW och för utbyggnad i vattenkraften till maximalt 5 000 MW. Gapet är som nämnts ovan över 8 000 MW. Dock måste inte hela gapet täckas med inhemsk produktion eftersom vi delvis kan förlita oss på import.

Modellberäkningarna av de tre produktionsalternativen och de två driftfallen kan sammanfattas på följande sätt för ett modellår efter år 2040:

- Gasturbiner kan av egen kraft lösa effektproblematiken vid hög förbrukning. Nackdelen är att de i dagsläget drivs av fossila bränslen. Som visats i modellkörningarna kommer de dock inte att behövas i någon stor utsträckning utan körs endast mellan 80 – 90 timmar per år i SE4 respektive SE3 i fallet med 4 000 MW gasturbiner. För problematiken kring överskott av effekt/energi som enligt modellkörningarna sker i ungefär 800 timmar per år kan inte gasturbiner själva bidra till en lösning.

- Vattenkraftens kapacitet är ökad med från 16 301 MW till 19 525 MW (3 224 MW) i kombination med att överföringskapaciteten är ökad från SE2-SE3 och SE3-SE4 med 1 000 MW. I de timmar då efterfrågan på el är som störst är sätts elpriset av förbrukningsreduktion (priskänslig last). Scenariot visar att en effekthöjning av vattenkraft i kombination med att flaskhalsar i de stora svenska älvarna byggs bort ökar möjligheten att producera mer vattenkraft de timmar då behovet är som störst. Samtidigt visar vattenkraften sommartid ökade möjligheter att regleras ner vid tidpunkter då förbrukningen är låg och vindkraft och solkraft ger mycket produktion.

- I efterfrågeflexibilitetsscenarioet fanns tillgång till 2 000 MW avkopplingsbar förbrukning på priser från 200 till 2 000 EUR/MWh. Dessutom fanns 960 MW flyttbar förbrukning vilken kunde flyttas mellan en och fem timmar. Dessa nivåer var tillräckliga för att klara topplastsituationen i Sverige. För en kall vintervecka aktiveras båda typer av flexibilitet ganska frekvent. Avkopplingsbar förbrukning som är prissatt kommer att spela en stor roll för prissättningen vid timmar med en ansträngd situation. Höjda priser vid dessa tidpunkter kommer då också att ge incitament till den flyttbara lasten då förtjänsten för detta ökar. Förbrukningsflexibilitet i överskottssituationer betyder att man får öka förbrukningen, eller främst att utjämna den genom förflyttning. Denna typ av förbrukningsflexibilitet är mycket lite utforskad och har inte studerats i detta arbete.

I anslutning till modellberäkningarna diskuteras också vad som krävs för att få respektive produktionsalternativ på plats samt olika aspekter på frågan om effektforsörjningen ska lösas land för land eller gemensamt.

>> LÄS MER:  
Stora effektfrågan. (NEPP-rapport).

” Idag utgör den personberoende delen som mest 45% av effektbehovet under de kallaste vinterveckorna”

### 13. Det personberoende eleffektbehovet orsakar dygnsvariationerna

Mycket kunskap saknas ännu om hur vårt eleffektbehov är uppbyggt. Vi känner väl till det totala effektbehovet, timme för timme, såväl nationellt (stamnätsnivå) som regionalt/lokalt (regionnäts- och lokalnätsnivå). Men vi kan egentligen mycket lite om vad som bygger upp det. Det är olyckligt; inte minst nu när efterfråge- och förbrukarflexibilitet blir alltmer aktuellt. För att fullt ut kunna förstå och utnyttja denna flexibilitet/respons hos oss kunder, måste vi först förstå vårt effektbehov mycket mer i detalj. Den traditionella uppdelningen på användarsektorer räcker inte. Inom NEPP har vi funnit att en uppdelning av eleffektbehovet för hushållen på ”personberoende effektbehov” och det effektbehov som är oberoende av vår aktiva närvaro i hushållet. På ett likartat sätt kan man dela upp effektbehovet inom övriga användarsektorer. Vi har hittills dragit följande slutsatser för det totala effektbehovet:

- Den apparat- och maskinberoende delen av effektbehovet är större än den personberoende. Det är också denna del av effektbehovet som är lättast att ”styra” ner/upp vid behov.
- Det är den personberoende delen av effektbehovet som står för – i stort sett – hela dygnsvariationen av effektbehovet. Denna del är svårstyrd, eftersom den kräver förändringar av våra personliga vanor och beteenden.

Båda dessa slutsatser är mycket värdefulla insikter, när vi ska jobba vidare med analyserna av förbrukarflexibilitet och efterfrågerespons.

>> LÄS MER: Det personberoende eleffektbehovet orsakar dygnsvariationerna. (NEPP-resultatblad).

### 14. Det personberoende delen av eleffektbehovet ökar i framtiden

I NEPP:s analyser av eleffektbehovet har vi gjort en uppdelning i en personberoende och en apparat- och maskinberoende del. Idag utgör den personberoende delen som mest 45% av effektbehovet under de kallaste vinterveckorna. Denna andel kommer med all sannolikhet att öka i framtiden, och i ett läge efter 2040 kan den personberoende delen mycket väl vara över 50% av det totala effektbehovet. Ett skäl till varför uppdelningen på personberoende och apparat-/maskinberoende delar av elanvändningen är intressant är att efterfrågeanpassning bedöms vara lättare att åstadkomma för den apparat-/maskinberoende delen av elanvändningen och betydligt svårare för den personberoende delen.

>> LÄS MER: Den personberoende delen av eleffektbehovet ökar i framtiden. (NEPP-resultatblad).

### 15. Fyra hjul som rullar i otakt - en bild av hur utvecklingen av elsystemet, elfordonen, staden och dess aktörer idag går i olika takt

Bildspråket ”fyra hjul som rullar i otakt” är ett sätt att sammanfatta de samlade intrycken och observationerna vi har gjort tillsammans med aktörerna inom de olika sektorerna samt från den gemensamma workshop med dessa som arrangerades i mars i år. De fyra hjulen är liktydiga med de fyra områden som anges ovan.

**Hjul 1. Elfordsutvecklingen:** Den rullar snabbare nu, och exempelvis växer kraven på stora effektuttag från elfordsägarna. Dessutom vill man kunna ladda när helst man vill, behöver eller känner ett behov av att ladda bilen.

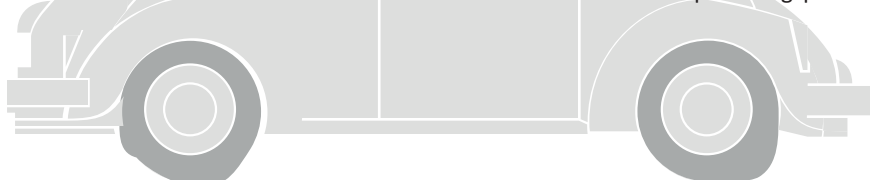
**Hjul 2. Effekt- och miljööutmaningen i elsystemet:** Jämfört med elfordonsutvecklingen, går effekthanteringen i elsystemet mycket långsammare. Miljöaspekterna är också centrala här, med renare närmiljö och lägre klimatpåverkan globalt. Frågan om elsystemets klimatpåverkan är en fråga som har lyfts som särskilt viktigt att belysa.

**Hjul 3. Stadsutveckling och människors vardag:** Även här går utvecklingen trögare. Kanske den till och med går åt ett håll som sätter käppar i hjul 1? Ett exempel är Göteborgs Stads ambition om att minska antalet parkeringsplatser

för boende, samtidigt som elfordonsägare vill kunna ladda sina elfordon när de är hemma.

**Hjul 4: Samverkan mellan aktörerna i staden:** Detta hjul hänger samman med hjul 3 och är en förutsättning för att få staden att fungera och utvecklas. Aktörer med olika ansvarsområden måste samverka i större utsträckning, och möjligtvis har man kommit en bit på vägen inom detta. Här är viktigt att skapa plattformar och arenor att mötas på och initiera samverkanssatsningar.

>> LÄS MER: Fyra hjul som rullar i otakt. (NEPP-PM).



” Fjärrvärmen ... har också en central roll att tillvarata olika ”nyttor från flera av stadens stora infrastruktursystem ”

## 16. Fjärrvärmens framtida roll i den hållbara staden – politikerna bör ge besked

Fjärrvärmen är en integrerad del av det framtida hållbara energisystemet, med ambitionen att fortsatt bidra till de samhälleliga målen om låga utsläpp, minskad användning av primäre energi och synergier med andra sektorer, exempelvis energiåtervinning från avfall, kraftproduktion, industrier och avloppsrening. Fjärrvärmen är därigenom inte bara ett viktigt uppvärmningsalternativ utan har också en central roll att tillvarata olika ”nyttor” från flera av stadens stora infrastruktursystem. Utan fjärrvärmen kan inte dessa nyttor tillvaras.

I NEPP ställer vi frågan om denna roll är på väg att förändras, när nya utmaningar och förändrade omvärldsförhållanden ställer delvis nya och ökade krav på fjärrvärmen. Energiöverenskommelsen leder sannolikt också till en försämrad konkurrenskraft för fjärrvärmen, vilket även det föreslagna energiintensitetsmålet gör i sin nuvarande utformning. Det är därför viktigt att politikerna, både kommunalt och nationellt, tydligare anger hur man ser på fjärrvärmens roll i staden, både långsiktigt och kortsiktigt.



## 17. Hållbarhetskriterierna för biobränslen kan ha stor påverkan på energisystemen i EU, men risken för påverkan i Sverige är störst på längre sikt

I Sverige är biobränsleeldade kraftvärme- och värmeverk generellt sett effektiva. Detta beror på att vi har avsättning för värmen i våra fjärrvärmesystem. I övriga Europa finns en ökad andel sameldning av biomassa i kolkondenskraftverk och man diskuterar även kondensbaserade biobränsleeldade kraftverk. I förslaget för förnybarhetsdirektiv för 2020-2030 lyfts frågan om effektivitet i processerna – generellt önskar man sträva mot så effektiva processer som möjligt.

Därför är det mycket troligt att direktivet, när det fastställs, kommer att innehålla krav på fasta biobränslen – trots att de slutliga förhandlade texterna ännu inte existerar. Det finns ingen indikation på att man helt skulle vilja stryka denna bränslekategori från direktivet. Krav på energi baserat på förbränning av fasta biobränslen innebär så småningom tvingande krav för vissa anläggningar och användningsområden vilket självklart kommer bli styrande. Dock pekar det mesta åt att kraven på kort sikt inte kommer att exkludera bränslen som vi idag finner på den svenska marknaden, dvs. vi kan i stort fortsätta på redan invant mönster.

I ett längre perspektiv är det oklart hur marknaden för fasta biobränslen kommer att utvecklas i och med ökad efterfrågan i övriga Europa. Ett sannolikt resultat av implementeringen av det nya förnybarhetsdirektivet är förstås att efterfrågan på biobränsle som uppfyller EU:s nya krav kommer att öka. Redan idag importeras substantiella mängder pellets till Europa från olika delar av världen och denna import kommer troligtvis att behöva öka för att täcka behoven. Sverige har stor biobränslepotential och frågan är om större andelar bioenergi från svenska skogar och marker kommer att börja efterfrågas av EU-aktörer och därmed påverka tillgång och prisbilder på hemmamarknaden.

>> LÄS MER:

EU:s förslag till förnybarhetsdirektiv 2020-2030 – påverkan på svensk biobränsle-marknad. (NEPP-resultatblad).





## ”Plast (vissa fraktioner) – en internationell Svarte Petter, som ingen vill ha”

### 18. Energiåtervinning i Sverige – en avfallsbehandlingstjänst för flera länder

Den svenska tekniken för energiåtervinning från avfall har en hög internationell konkurrenskraft. Det beror mycket på att de flesta svenska anläggningar kan utvinna både el och värme. De svenska fjärrvärmesystemen gör även att lågvärdig energi kan tas till vara. I Sverige finns det idag en överkapacitet av avfallsförbränning utifrån den svenska avfallsmängden.

Just nu finns det 34 anläggningar i drift som förbränner hushållsavfall och liknande avfall, och en är under byggnation. Ungefär en fjärdedel av avfallet som går till energiåtervinning är importerat. Anledningen till varför olika länder exporterar till Sverige varierar. Vissa länder har dåliga för-

utsättningar att själva energiåtervinna och det kan också vara billigare att exportera till Sverige än att energiåtervinna i det egna landet. Det importerade avfallet kan vara restavfall från olika former av förbehandling och då kan kvalitén på avfallet t.o.m. vara bättre än svenskt hushållsavfall.

>> LÄS MER:

Framtiden för energiåtervinning från avfall. (NEPP-resultatblad).  
Energiåtervinning från avfall i två tidsperspektiv. (NEPP-resultatblad).  
Energy from waste in Sweden – state of the art and possibilities in the future. (NEPP-rapport).



### 19. En avfallsförbränningskatt är svår att överföra på avfallslämnarna och ger därmed ingen styrning

Den statliga utredningen har, i linje med de direktiv som givits, föreslagit en avfallsförbränningskatt på 100 kr/ton för allt avfall som förbränns. Analyser visar dock att en sådan skatt inte kommer att få den effekt som önskas eftersom skattekostnaderna inte kommer att kunna överföras på avfallslämnarna. Skälet till detta är att den svenska marknaden är del av en internationell marknad, där priset sätts. Därmed kan en enskild svensk aktör inte sätta priset. Överför man skatten på avfallslämnarna och därmed sätter en högre mottagningsavgift så går avfallet sannolikt någon annanstans.

Det är sannolikt inte heller möjligt att överföra kostnaden på värme-

kunderna, eftersom det även på värmemarknaden råder konkurrens och ett högre fjärrvärmepris riskerar leda till att kunderna byter till andra uppvärmningsalternativ.

Därmed skulle en skatt främst leda till försämrad ekonomi för de företag som bedriver avfallsförbränning. På lång sikt, efter 2030, medför skatten att avfallsförbränningskapaciteten minskar så att ingen import "behövs". Då kan merkostnaden tas ut och skatten kan då leda till viss styrning.

>> LÄS MER:

Skatt på energiåtervinning från avfall. (NEPP-resultatblad).

### 20. Plast (vissa fraktioner) – en internationell Svarte Petter, som ingen vill ha

Användningen av plast och mängden plast som sätts på marknaden ökar stadigt, liksom mängden plastavfall. Flera fraktioner plastavfall får inte återvinnas på grund av innehåll av vissa kemikalier. Andra fraktioner efterfrågas inte som sekundär råvara på grund av högt ställda krav på kvalitet och spårbarhet. Plastavfall går därför till stor del i restavfallet till energiåtervinning eller som bränsle till cementindustrin.

Förbränning av plast skall minimeras, för att begränsa utsläpp av koldioxid. Efterfrågan på fossilfritt producerad fjärrvärme ökar och energiföretagen har en utmaning med fossilandelen i bränslet, som idag nästan enbart kommer från plast. Plastavfall blir därmed "Svarte Petter" som ingen vill ha.

>> LÄS MER: 10 utmaningar för energiåtervinning från avfall. (NEPP-resultatblad).  
Energiåtervinning från avfall i två tidsperspektiv. (NEPP-resultatblad).



”EUs skärpta mål och minskad deponering innebär en enorm omställning”



## 21. Max 10 % deponering inom EU år 2035 – enorma utmaningar och allt större behov av energiåtervinning?

Under våren 2018 godkändes förändringar i EUs avfallsdirektivet och paketet för en cirkulär ekonomi. De nya förslagen innebär bland annat: 10 % deponering senast år 2035; 50 % materialåtervinning av hushållsavfall år 2020 och därefter ökning av målet med 5 % vart femte år; införandet av mått om verklig återvunnet material istället för idag insamlat till återvinning; obligatorisk separat insamling av matavfall år 2023, samt textilavfall år 2025.

EUs skärpta mål och minskad deponering innebär en enorm omställning, där vissa länder skall gå från nära 100 % deponering av hushållsavfall till 10 % år 2035. Storbritannien har redan meddelat att de kommer att överlämna förslagen till brittisk lag när de lämnar EU. Det är för att cirkulär ekonomipaket väntas bli godkänt före Brexit.

Under en pågående omställning är vår bedömning att det kommer att finnas

avfall som inte förebyggs eller cirkuleras, eller sorteras till annan behandling. Därmed kvarstår energiåtervinning för de fraktioner som inte tas om hand på annat sätt.

>> LÄS MER:

Framtiden för energiåtervinning från avfall. (NEPP-resultatblad).

Energy from waste in Sweden – state of the art and possibilities in the future. (NEPP-rapport).

## 22. Energiåtervinning av rejekt har en naturlig plats i en cirkulär ekonomi

Övergången till en cirkulär ekonomi, där avfall i princip inte uppstår, kräver en djupgående omställning av hela samhällsstrukturen: från beteende och normer till resursuttag, ekonomiska mätetal och juridik. Det framgår av forskningen. Statistiken visar därtill att resursuttagen ökar och att vi genererar ökande mängder avfall.

Men det finns avfall som inte förebyggs och som inte kan eller får cirkuleras. Därmed kvarstår energiåtervinning för rejektflöden som ska ut ur det cirkulära kretsloppet.

>> LÄS MER:

Framtiden för energiåtervinning från avfall. (NEPP-resultatblad).

Energiåtervinning från avfall i två tidsperspektiv. (NEPP-resultatblad).



# Den hållbara utvecklingen

Hållbar utveckling är en "riktning" som vi strävar efter, inte en statisk punkt som vi ska nå. Det ligger i begreppets natur att vi ständigt behöver utvärdera och utveckla vad vi menar, eftersom samhället ständigt förändras och utvecklas. Hållbar utveckling är därmed ett av de sammansatta mål som hela tiden omdefinieras och förändras och där det inte finns en slutgiltig lösning. Därmed behöver vi ständigt diskutera och analysera vad vi menar och hur vi ska agera för att röra oss i önskad riktning.

I NEPP studerar vi hållbar utveckling i flera delprojekt och utifrån olika perspektiv. Miljö- och klimatperspektivet har länge varit i fokus i NEPP:s olika etapper, och det är därför följdriktigt att vi nu även dokumenterar den miljövärderingsmetod vi använder. När det gäller social hållbarhet har vi tidigare ensidigt fokuserat på försörjningstrygghet och leveranssäkerhet, men nu vidgar vi den analysen i takt med att social hållbarhet nu får allt större utrymme i hållbarhetsammanhang, både nationellt och internationellt. Därtill inkluderar vi nu även "cirkulär ekonomi" i hållbarhetsanalyserna, vilket än mer bidrar till att helhetstänkande och långsiktighet blir centrala utgångspunkter.

## Cirkulär ekonomi: mycket på gång men kräver samverkan och nya tankesätt

Vikten av att sträva mot ett helhetstänkande för att nå mer cirkulära flöden, har betonats för att nå en mer cirkulär ekonomi. Istället för att dela in aktiviteter, hinder

och möjligheter mellan produktion och konsumtion, avfall och material, bör ett helhetsperspektiv införas i analys av utmaningar och framtagande av lösningar.

**Helhetstänkande nödvändigt:** För att nå mer cirkulära flöden krävs förändringar i samhället som kommer att ha konsekvenser för många aktörer, och som kan drivas på av styrmedel, efterfrågan på sekundära material och produkter och engagemang. Hittills har åtgärder som deponiförbud och återvinningsmål pushat utvecklingen i våra avfallssystem uppåt i avfallstrappan, från deponering av avfall mot energi- och materialåtervinning. Bra! Men för att få ytterligare drivkraft i utveckling och för att kunna klättra vidare i avfallstrappan mot cirkulära flöden så behöver vi styrmedel som inte bara fokuserar på vårt avfall utan även hur våra produkter tillverkas och hur vi samhället använder våra produkter. Detta kan ske genom att kräva viss andel återvunnet material i produkter, sätta mål för produkters livslängd, förbjuda material som försvårar återvinning och förändra våra konsumtionsvanor genom att styra mot mer tjänstekonsumtion och mindre varukonsumtion - en utmaning för samhället och för designers, produktutvecklare och återvinnare.

Projekt Polcirkeln visade att EUs paket för en cirkulär ekonomi innehåller mer ambitiösa tankar, men de måste konkretiseras och förstärkas. En ökad samverkan och helhetssyn behövs såväl mellan som inom olika organisationer och företag, både nationellt och internationellt och även mellan myndigheter och politiska områden. Den globala arenan som många företag verkar på är en utmaning och policies bör lyftas på en tillräckligt hög nivå för att få önskvärd effekt.

För att främja nytänkande och lösningar med ett helhetsperspektiv är rekommendationer till policymakare att t. ex. att konkretisera åtgärder och mål även för de övre delarna av avfallstrappan.

### Samverkan – lätt att säga, svårt att göra:

Samverkan tar tid - för att bygga förtroende, skapa ett gemensamt språk och möjliggöra kunskapsöverföring. För samverkan behövs också en arena där aktörer kan mötas neutralt.

### Företagen måste kommunicera sina behov:

Många företag har otillräcklig kunskap om policies och regelverk för andra aktörer i värdekedjan, och riskerar att försvåra för dem. Kunskapen är också otillräcklig om kommande policies och regelverk, vilket gör det svårt att förbereda sig. Rekommendationen till företag är därför bland annat att skapa rutiner och utnyttja nätverk för att säkerställa tillräcklig kännedom om de policies och regelverk som är relevanta för organisationen och andra aktörer i värdekedjan, identifiera egna behov för att nå mer cirkulära flöden och kommunicera dessa, samt söka liknande information om behov hos partners i värdekedjan.



## Miljöbedömning av energi – kriterier för metodval

Miljöbelastningen för energibärare som el, bränslen och värme behöver kvantifieras både i energi- och miljösystemanalys. En sådan miljöbedömning kräver beslut i många metodfrågor: val av systemgränser, systemperspektiv, modeller, beräkningsregler, datakällor m.m. Metodiken för miljöbedömning har under lång tid diskuterats i många delar av forskarvärlden där miljöbedömning av energi behövs. I vissa delar har metodiken klarat och en tydlig praxis har utvecklats. I andra delar är metodvalen fortfarande upp till den enskilda forskaren eller forskargruppen. Även terminologin skiljer sig mellan olika sammanhang; samma sak kan alltså beskrivas med olika ord, vilket försvårar kommunikationen och ökar risken för missförstånd.

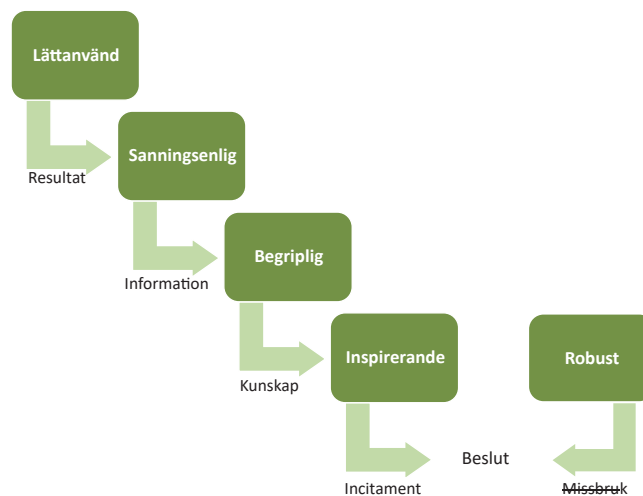
Det grundläggande kriteriet för våra metodval är att miljöbedömningar ska bidra till att människans negativa miljöpåverkan minskar totalt eller åtminstone per

enhet producerad nytta. Ju mer metoden kan förväntas bidra till detta, desto bättre är den. För att våra miljöbedömningar ska göra nytta måste en rad villkor vara uppfyllda (Ekvall m.fl. 2004; figur 1). En bra metod måste gå att tillämpa och ska helst vara lättanvänd. Resultaten behöver vara någorlunda sanningsenliga och begripliga och bidra till beslut som är bra för miljön. Olika metodval uppfyller dessa kriterier i olika grad.

Det är alltså en fördel om metoden är enkel och billig att tillämpa, och om de resultat den ger är har en bred giltighet.

>> LÄS MER:

Miljöbedömning av energi - kriterier för metodval. Ett utdrag. (NEPP-resultatblad). Rapporten blir klar hösten 2018.



Figur 1: Kriterier för bra metoder för miljöbedömning och deras bidrag till beslut som är bra för miljön

”Dagens utgångspunkt är istället att olika aktörer ... har olika roller och bidrar på olika vis till hur den sociala hållbarheten påverkas.”

### 23. Social hållbarhet breddar synen på energisystemets utveckling

Social hållbarhet inom energiområdet tar sin utgångspunkt i hur den infrastruktur som säkerställer att människor, verksamheter och offentlig service har tillgång på el, värme, kyla i staden formar utvecklingen. Men även hur denna infrastruktur bidrar till att minska klyftor, öka jämlik tillgänglighet och deltagande i samhället i stort, samt även att skapa trivsel, framförsikt och möjligheter att växa och stimulera och bidra till andra positiva utvecklingsprocesser.

Detta angreppssätt för analys av social hållbarhet är mer modernt än det mer traditionella sättet att begränsa analysen av social hållbarhet till försörjningstrygghets- och leveranssäkerhetsfrågor.

Dagens utgångspunkt är istället att olika aktörer – kopplade till att säkerställa energitjänster i staden – har olika roller och bidrar på olika vis till hur den sociala hållbarheten påverkas. Många gånger kan aktörer ha olika grad av rådighet kring frågeställningar inom social hållbarhet, samt även olika grad av ansvar och påverkan. Aktörer inkluderar bland annat politiker, beslutsfattare i kommunala och privata bolag, bostads- och lokaluthyrare, bostadsföreningar samt tjänstemän på energiföretag och andra leverantörer.

I NEPP sker analyserna kring social hållbarhet främst inom ramen för de regionala studier om värmeförsörjningen, som vi genomför i samverkan med forskningsprojektet Värmemarknad Sverige.

>> LÄS MER:

Introduktion till hur energiinfrastruktur i en stad påverkar och bidrar till hållbar utveckling. (NEPP-rapport klar hösten 2018).

### 24. Sverige har höga ambitioner kring de globala hållbarhetsmålen

I september 2015 antog världens stats- och regeringschefer Agenda 2030 för hållbar utveckling i vilken 17 hållbarhetsmål finns definierade. Det är ett historiskt arbete som nu pågår och innebär att medlemsländerna åtagit sig att arbeta för en miljömässigt, socialt och ekonomiskt hållbar värld. Den svenska regeringen har högt ställda mål vad gäller genomförandet av Agenda 2030.

För många länder är åtskilliga av hållbarhetsmålen redan uppnådda eller nås med säkerhet. Vid design av ny policy försöker man då optimera påverkan på de 17 hållbarhetsmålen och ha fokus på de mål som ej ännu uppnåtts. Mindre utvecklade länder har en större utmaning, eftersom många mål och delmål inte är uppnådda.

Mål 7 avser Hållbar energi för alla, och under målet infaller Energimyndighetens förslag till strategi för att ökad andel solenergi i det svenska energisystemet. En översiktlig analys av strategin visar främst på synergier med hållbarhetsmålen. Analysen bekräftar också att en mix av policies, såsom föreslås i strategin, som både tar hänsyn till direkta och indirekta effekter av ökad andel solenergi, och sannolikt kommer att vara effektiv.

>> LÄS MER:

Discussion Paper: Interactions between Sustainable Development Goals – Focus on Goal 7: Affordable Clean Energy. (NEPP-rapport).



## ” Varför blir då investeringarna i framtidens elproduktion så stora? ”

### 25. Vårt nya svenska energiintensitetsmål på 50 % till 2030 kan nås med nuvarande styrmedel för energieffektivisering

Den 10 juni 2016 slöts en ramöverenskommelse om energipolitiken. Den 28 november 2016 presenterade man även ett förslag till mål för energieffektivisering för Sverige till 2030, som lyder: *Sverige ska år 2030 ha 50 procent effektivare energianvändning jämfört med 2005*. Målet uttrycks i termer av tillförd energi i relation till BNP. Effektiviseringsmålet är därmed ett energiintensitetsmål och har fokus på att minska insatsen energi i vår ekonomi, räknat som energi per BNP-krona.

Enligt NEPP:s konsekvensanalyser kommer intensitetsmålet att kunna nås, nästan helt utan att några (nämnvärda) extra styrmedel eller åtgärder behöver sättas in - utöver de existerande styrmedlen. Energimyndighetens analyser visar på samma slutsats. De scenarier som myndigheten analyserat hamnar alla på en intensitetsnivå i intervallet 49-52% år 2030.

NEPP:s analyser visar också att ett energiintensitetsmål ger större möjligheter till måluppfyllelse än ett mer traditionellt energiminskningmål, eftersom man (för att nå målet) både kan utnyttja åtgärder som stimulerar ekonomin och åtgärder som minskar energianvändningen. Därigenom ger intensitetsmålet också större "frihetsgrader" för energisystemets utveckling.

#### >> LÄS MER:

Konsekvenserna av energiintensitetsmålet - en översiktlig konsekvensanalys av Sveriges 50%-mål till 2030. (NEPP-rapport).

### 26. Energiintensitetsmålet - ett politiskt mål som kan leda rätt, eller helt fel

Ett energiintensitetsmål ger större möjligheter till måluppfyllelse än ett mer traditionellt energiminskningmål. Men som målet idag är formulerat (dvs. såsom vi uppfattar att det är formulerat) finns dock en uppenbar risk att det styr fel, och inte leder till en effektivare energianvändning. I NEPP:s konsekvensanalys har vi särskilt uppmärksammat ett antal åtgärder, som vanligtvis inte anses vara åtgärder som ökar energi- och resurseffektiviteten, men som ges en extra drivkraft genom den definition av energiintensitetsmålet som nu föreligger. Eftersom dessa åtgärder *inte* påverkar energi- och resurseffektiviteten i den riktning man (politiskt) önskar, kan man mycket väl argumentera för att dessa åtgärder - och andra liknande - beaktas, och eventuellt undantas, i den slutliga definitionen av intensitetsmålet. Fyra exempel på åtgärder som gynnas av intensitetsmålet, men som inte leder till effektivare energianvändning, är.

- Stängning av ytterligare kärnkraftverk, och ersätta dem med ökad import eller vind- och solkraft. För den importerade kraften exkluderas nämligen förlusterna i elproduktionen, medan förlusterna inkluderas om verken är placerade i Sverige.
- Även övrig reglerbar termisk kraft som är placerad i Sverige bör stängas och ingen ny bör byggas. Istället bör vi förlita oss på import av reglerbar kraft.
- Val av värmepumpar för uppvärmning, istället för fjärrvärme eller ved-/pelletseldning etc.
- Ett intensitetsmål gynnar också en strukturförändring i industrin, där energiintensiv industri ersätts med mindre energiintensiv industri och verksamhet, exempelvis tillverkningsindustri eller verksamheter inom servicesektorn.

#### >> LÄS MER:

Konsekvenserna av energiintensitetsmålet - en översiktlig konsekvensanalys av Sveriges 50%-mål till 2030. (NEPP-rapport).

### 27. Omställningen av det europeiska elsystemet kräver stora årliga investeringar ända fram till 2050, i nivå med, eller högre än, de historiska rekordåren

Flertalet av scenarierna från förra etappen av NEPP visar att elsystemet i Europa når årliga investeringar i elsystemet under de närmaste 10-20 åren, som är i nivå med de historiskt årshögsta, och att investeringarna efter 2035 blir ännu större. Varför blir då investeringarna i framtidens elproduktion så stora? Behovet att möta ökad elefterfrågan är måttligt och är bara en liten orsak. Den dominerande förklaringen är istället en stor omsvängning i vilken typ av elproduktion som byggs.

Det sker en stor omsvängning från termisk elproduktion, t.ex. kol- och gaskraftverk samt kärnkraftverk, till vind- och solkraft. De senare karaktäriseras av jämförelsevis låga utnyttjningstider. Det innebär att det måste byggas större kapacitet (effekt) för att producera motsvarande mängd elenergi. Miljöskäl gör också att den genomsnittliga elproduktionskostnaden blir högre än tidigare. Ny produktion karaktäriseras också av att de rörliga elproduktionskostnaderna är mycket låga, medan investeringskostnaderna istället är höga.

#### >> LÄS MER:

15 slutsatser om Elsystemets utveckling i Sverige, Norden och Europa. (NEPP-rapport, maj 2015).





” Aktörerna som investerar i kraftproduktion har förändrats till att idag bestå av en blandning av aktörer.

## 28. Stor variation i avkastningskrav på investeringar för olika typer av kraftaktörer

Den vanligast förekommande (reala) kalkylräntan i studier av investeringar i kraftproduktion är idag 6 procent. I en omfattande studie över investeringar i förnybar kraftproduktion i Europa beräknades ett avkastningskrav på 6,7 procent för Sverige utifrån den modell som togs fram i studien. Aktörerna som investerar i kraftproduktion har förändrats från att tidigare framförallt bestå av de stora kraftbolagen till att idag bestå av en blandning av aktörer.

**Kraftbolagen** kan antas ha ett avkastningskrav på mellan 6 till 8 procent. Det kan dock skilja mellan olika kraftslag och mellan ny- och reinvesteringar, där de senare typiskt har lägre avkastningskrav.

**Institutionella investerare** gör främst investeringar i branscher där risken anses vara låg, varför även avkastningskraven kan vara relativt låga.

**Oberoende producenter** finns främst inom vindkraftbranschen. Dessa kommunicerar relativt höga avkastningskrav på investeringar till sina investerare, på mellan 7 till 10 procent.

**Kommunala bolag** har generellt sett lägre avkastningskrav än privata bolag.

**Industriföretag:** Det finns en stor spridning mellan olika industriföretag, med olika avkastningskrav på åtminstone mellan 4 och 8 procent. Det förekommer även andra investerare i kraftproduktion såsom jordbruk, enskilda firmor, ekonomiska föreningar och ideella organisationer. Avkastningskraven för dessa varierar stort.

>> LÄS MER: Investerares avkastningskrav. (NEPP-resultatblad).



## 29. Tre fjärdedelar av all reglerbar kraftproduktion i Sverige är snart 35 år eller äldre

Sedan avregleringen av elmarknaden i mitten av 1990-talet har vi haft ett tillskott på ny reglerbar kraftproduktion på mindre än 100 MW per år. Samtidigt har vi under de senaste tio åren byggt nästan 600 MW väderberoende och icke reglerbar kraftproduktion per år bara, en kraftproduktion som endast bidrar med drygt 10 procent till kapaciteten vid den mest ansträngda timmen under en tioårsperiod. Å andra sidan har ökningen av topp effektbehovet i användandet varit högst 100 MW per år

under de senaste 30 åren. Utmaningen ligger istället i att vi redan inom några år skall avveckla ytterligare reglerbar kapacitet – genom stängningen av ytterligare kärnkraft – samtidigt som våra återstående reglerbara kraftverk blir allt äldre.

>> LÄS MER:

Är åldern ett problem? - 80 procent av all reglerbar kraftproduktion i Sverige är snart 35 år eller äldre. (NEPP-resultatblad).

## 30. Lokalt perspektiv på värmeförsörjning: en fallstudie planeras

När vi talar om energiförsörjning ur ett nationellt perspektiv hamnar elen ofta i fokus. På den lokala/regionala nivån finns många andra frågeställningar som behöver hanteras, såsom konkurrenssituation, val av och tillgång till bränslen, samverkan mellan olika infrastrukturer, kundbehov och kundförväntningar.

Till hösten planeras en fallstudie om värmeförsörjning ur lokalt/regionalt perspektiv, i samarbete mellan NEPP och Värmemarknad Sverige. Fallstudien ska inte begränsas till något geografiskt område, utan ta sin utgångspunkt i de förutsättningar och frågeställningar som hanteras av de lokala aktörerna på den lokala värmemarknaden. Fallstudien kommer att pågå under hösten 2018 och hela 2019.

Vid en inledande workshop våren 2018 diskuterades vilka frågeställningar som är mest kritiska ur ett lokalt/regionalt perspektiv. Följande områden valdes ut som mest relevanta att fokusera på inom fallstudien:

- Aktörsperspektivet – med fokus på värmeförsörjningen ur (slut)kundperspektivet.
- Ansvar och ledarskap för den framtida värmeförsörjningen i staden, på kort och lång sikt.
- Hållbarhet och energisystemet

En slutsats från workshoppen är att det finns ett genuint intresse för att hantera de komplexa frågorna om värmeförsörjning på lokal nivå. Dessutom tror många att samarbete och samverkan kommer att vara nödvändigt.

nepp

www.nepp.se