



APRIL 2026

Startprogram för utvecklad flexibilitet i kraftsystemet

Innehåll

Inledning	5
Kraftsystemets behov av flexibilitet ökar	7
Elbehovet väntas fördubblas till år 2045	7
Vatten och kärnkraft är avgörande för ett stabilt fossilfritt kraftsystem	7
Sol- och vindkraft är avgörande för att klara ett ökande elbehov	8
Vädret blir en allt större utmaning för kraftsystemet	9
Risk att elens kvalitet försämras	12
Intermittent kraft ökar behovet av balansresurser	12
Olika behov av flexibilitet	15
Flexibilitet i tre dimensioner	15
Effektflexibilitet	19
Energiflexibilitet	20
Överföringsflexibilitet	21
Flexibilitet för energiberedskap	23
Elproducenter	24
Solkraft	24
Vindkraft	24
Vattenkraft	26
Kraftvärme	28
Kärnkraft	28
Gasturbiner	29
Slutsatser om flexibilitet hos elproducenter	29

Elanvändare	31
Elintensiv industri har svårt att svara på prissignalen	31
Flexibilitetspotentialen hos olika resurser på användarsidan	32
Ökande potential för efterfrågefleks	34
Konsekvenser för användarna när behovet av flexibilitet ökar	40
Slutsatser elanvändares flexibilitet	43
Innovativ teknik tillför flexibilitet	46
Energilagring ger möjlighet att tillvarata överskottsel	46
Algoritmer och AI	47
Vätgas	47
Batterilagring	48
Virtuella kraftverk/Vehicle-to-Grid	49
Tryckluftslager	50
Svänghjul	50
Suprakondensatorer	51
Slutsatser om övriga flexibilitetslösningar	51
Elnät	52
Överföringskapaciteten påverkas av vädret	52
Flaskhalsar påverkar effektflexibiliteten	52
Flexibelt utnyttjande av nätet frigör mer kapacitet	53
Elnätsregleringen hämmar investeringar i flexibilitet	55
Slutsatser om elnätsflexibilitet	55

Elmarknaden	57
Marknadspriset styr mycket av elanvändningen	57
Dagen före-marknaden (spotmarknaden)	58
Långsiktiga leveransavtal isolerar mot prisvolatilitet	59
Balansmarknaden	60
Stödtjänster	61
Kraftslagets marginalkostnad avgör kostnaden för flexibilitet	62
Implicit flexibilitet kan försvåra balanseringen	65
Elhandel med andra länder	65
Beskattningens roll för flexibilitet och elektrifiering	66
Värdet av förlorad last har underskattats	67
Slutsatser om elmarknaden	68
Slutsatser och policyrekommendationer	70
Mer volatilitet får inte leda till mindre tillväxt	70
Energipolitiska vägval förutsätter informerade avvägningar	71
Kraftslagets produktionskostnader ska ses i systemperspektiv	72
Viktigt att samhällsekonomiska konsekvenser analyseras	73
Policyrekommendationer	75
Referenser	84

Inledning

Startprogram för utvecklad flexibilitet i kraftsystemet är en del av Svenskt Näringslivs projekt Kraftsamling elförsörjning och tillstånd. Elanvändningen i Sverige väntas öka kraftigt¹, samtidigt som elproduktionen blir mer väderberoende. Det medför större svängningar i elpriset, och ett ökat behov för olika aktörer att anpassa sig till de aktuella förutsättningarna att producera och använda el – det vill säga att bli mer flexibla.

I EU:s elmarknadsförordning definieras flexibilitet som:

– ”ett elsystems förmåga att anpassa sig till variationerna i produktions- och konsumtionsmönster och till nåttillgänglighet, mellan relevanta marknadstidsramar”.²

Kraftsystemet som helhet behöver kunna leverera kundnytta och stärka konkurrenskraften för svensk industri och näringsliv, som är mitt uppe i en genomgripande klimatomställning. Det innebär en balansgång. Hänsyn måste tas till teknikutveckling, omvärldsfaktorer samt vilka olika förutsättningar befintliga och tillkommande elanvändare och elproducenter har.

Det går att tala om flexibilitet på mikro- och makronivå. På mikronivån handlar flexibiliteten om att hantera lokala problem, som att öka utnyttjandet av befintliga elnät och möjliggöra för fler att ansluta. På makronivån handlar flexibiliteten om att balansera kraftsystemet och hantera ett kraftsystem med ökande andel intermittent elproduktion.

Detta startprogram beskriver förutsättningarna för utvecklad flexibilitet i kraftsystemet – men även varför användarflexibiliteten är svårdefinierad och begränsad till olika aktörers tekniska och ekonomiska förutsättningar. Startprogrammet beskriver vilka beslut som skulle behöva fattas för att öka flexibiliteten, främst avseende elsystemet, men berör även energisystemet som helhet där också värme och drivmedel ingår. Rapporten belyser hinder, eller bristande incitament, som idag bromsar eller omöjliggör investeringar i flexibilitetslösningar i kraftsystemets olika delar.

Ökade krav på beredskap, och kraftsystemets förmåga att stå emot störningar i kris- och krigssituationer, förutsätter en generellt hög anpassningsförmåga utöver behovet att balansera en allt större andel intermittent elproduktion. Frågan är inte om kraftsystemet behöver tillföras mer flexibilitet – utan hur mycket, hur snabbt, i vilken form och vilka konsekvenser ökad användning av olika flexibilitetsresurser får för olika aktörer.

En grundläggande fråga är hur systemet ska dimensioneras för att vara samhällsekonomiskt optimalt. Baskraft, intermittent kraftslag, reglerkraft, energilagring och andra flexibilitetstjänster behöver balanseras på ett sätt som håller elprisvariationerna och leveranssäkerheten inom rimliga gränser, och bidrar till att stärka svensk konkurrenskraft.

1. Svenskt Näringsliv: Kraftsystem 2050. En studie av Quantified Carbon för Svenskt Näringsliv. Kraftsystem Robust för 300 TWh. (2025).
2. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/943 av den 5 juni 2019 om den inre marknaden för el (omarbetning), artikel 2 p. 79.

En stor del av industrins processer kan inte anpassa elanvändningen till ett elpris som går kraftigt upp och ned i korta intervall, på grund av industriprocessernas utformning, marknadsskäl, tillståndsskäl och juridiska skäl (eftersom stora elanvändare kan vara marknadsmanipulerande oavsett uppsåt³ vilket adderar risk till efterfrågefleksibiliteten).

Realism och samhällsekonomisk analys är nödvändig i kommande energipolitiska avvägningar, strategier och vägval. Det behövs en diskussion om vägen framåt och om vad som kan lämnas åt marknaden att optimera och om vad som är en rimlig nivå av statlig inblandning. Allt utifrån en förståelse för att framtidens kraftsystem är betydligt mer komplext än det vi hade för bara några år sedan.

Ökad volatilitet är ett kostnadsdrivande problem för vissa verksamheter samtidigt som flexibilitetslösningar är en affärsmöjlighet för andra. Kraftsystemet behöver styra mot en samhällsekonomiskt effektiv fördelning av kostnader och nyttor mellan olika aktörer. Kraftsystemet är till för användarna – näringsliv, hushåll och offentlig sektor.

Ett fungerande kraftsystem är avgörande för hela samhällets utveckling. Flexibilitet behövs för att öka stabiliteten och förutsägbarheten för elanvändarna och kan bidra till ett mer effektivt resursutnyttjande i kraftsystemet. Samtidigt är det viktigt att kraftsystemets ökade behov av flexibilitet inte belastar verksamheter som av tekniska skäl inte kan vara flexibla, med oproportionerliga kostnader.

Detta startprogram ger en översiktlig beskrivning av förutsättningarna för flexibilitet och hur näringslivet påverkas av en större andel intermitterant kraftproduktion. Ur Svenskt Näringslivs perspektiv är det avgörande att utbyggnaden och utvecklingen av kraftsystemet inte urholkar svenska företags konkurrenskraft och tillväxt. Detta startprogram föreslår reformer för att möjliggöra mer flexibilitet i kraftsystemet, utan att konkurrenskraften hotas.

3. Energimarknadsinspektionen: Remittförordningen (hämtat 2026-03-25).

Kraftsystemets behov av flexibilitet ökar

Elbehovet väntas fördubblas till år 2045

Riksdagens vägledande planeringsmål innebär att kraftsystemet ska klara av att möta en elanvändning på upp till 300 TWh per år i Sverige år 2045.⁴ Riksdagen har också antagit mål om 100 procent fossilfri elproduktion till år 2040, samt mål om nettonollutsläpp till år 2045. Det innebär att cirka 140 TWh fossila bränslen som används årligen behöver fasas ut och ersättas med annan energi, i huvudsak el.

För att klara den fördubbling av kraftsystemet som klimatomställningen medför inom en så kort tid som en 20-årsperiod krävs en massiv utbyggnad av ny fossilfri elproduktion, främst landvind. Men även reinvesteringar krävs, allt eftersom vindkraftverken når sin tekniska livslängd. Elnätet kräver omfattande nyinvesteringar, såväl som reinvesteringar, på alla nätnivåer. Detta innebär en fortsatt ökande andel väderberoende elproduktion, vilket ger ett kraftigt ökande behov av flexibilitetslösningar.

Regeringen har uppdragit åt Energimarknadsinspektionen att föreslå ett vägledande nationellt mål för icke-fossil flexibilitet. Målet ska inbegripa specifika bidrag från efterfrågefleksibilitet, energilagring och elproduktion. Uppdraget, som följer av EU:s elmarknadsförordning ska redovisas senast den 15 september 2026.⁵

Vatten- och kärnkraft är avgörande för ett stabilt fossilfritt kraftsystem

Sverige, Finland och Frankrike har EU:s lägsta andel fossil elproduktion. Finland och Frankrike har hanterat balanseringen av systemet genom en storskalig utbyggnad av kärnkraft, kombinerat med balanserande vattenkraft.⁶ Biobränsle-baserad kraftvärme spelar en betydande roll som balanskraft i Finland, som också har en stor andel vindkraft.

Sveriges kraftsystem har byggts upp på samma sätt, men med betydligt mer vattenkraft och därmed större mängd reglerkraft. Sedan 1999 har den installerade effekten kärnkraft minskat från 10 GW till 7 GW i Sverige, medan den ökat med 1,6 GW i Finland.

Andra länder har hittills förlitat sig på fossil energiproduktion för att balansera sina kraftsystem. Exempelvis hade Tyskland och Danmark 45 procent respektive 20 procent fossil energiproduktion 2023 (jämfört med 2 procent i Sverige). I och med utfasningen av fossila bränslen och övergången till alltmer väderberoende elproduktion möter även dessa länder stora utmaningar för systemet när det gäller att hantera ökad andel intermittent kraft.⁷

4. Prop. 2023/24:105, Energipolitikens långsiktiga inriktning.

5. Statskontoret: Regleringsbrev för budgetåret 2026 avseende Energimarknadsinspektionen

6. Electricity Maps

7. Eurostat: Hur produceras och säljs el från EU? (hämtat 2025-12-09)

Sverige befinner sig på vissa sätt längst fram på flexibilitets- och stabilitetsfronten för ett fossilfritt kraftsystem. Samtidigt gör den alltmer sammankopplade europeiska elmarknaden att grannländernas kraftsystem påverkar varandra. Den ökande andelen intermittent elproduktion i grannländerna bidrar till att importera volatilitet till det svenska kraftsystemet.

Om flexibilitetsutmaningarna hanteras väl kan det bidra till svensk och europeisk konkurrenskraft, och skapa nya exportmöjligheter för internationellt efterfrågade lösningar. Idag finns inget tydligt föregångsland som löst dessa utmaningar för kraftsystemet.

Sol- och vindkraft är avgörande för att klara ett ökande elbehov

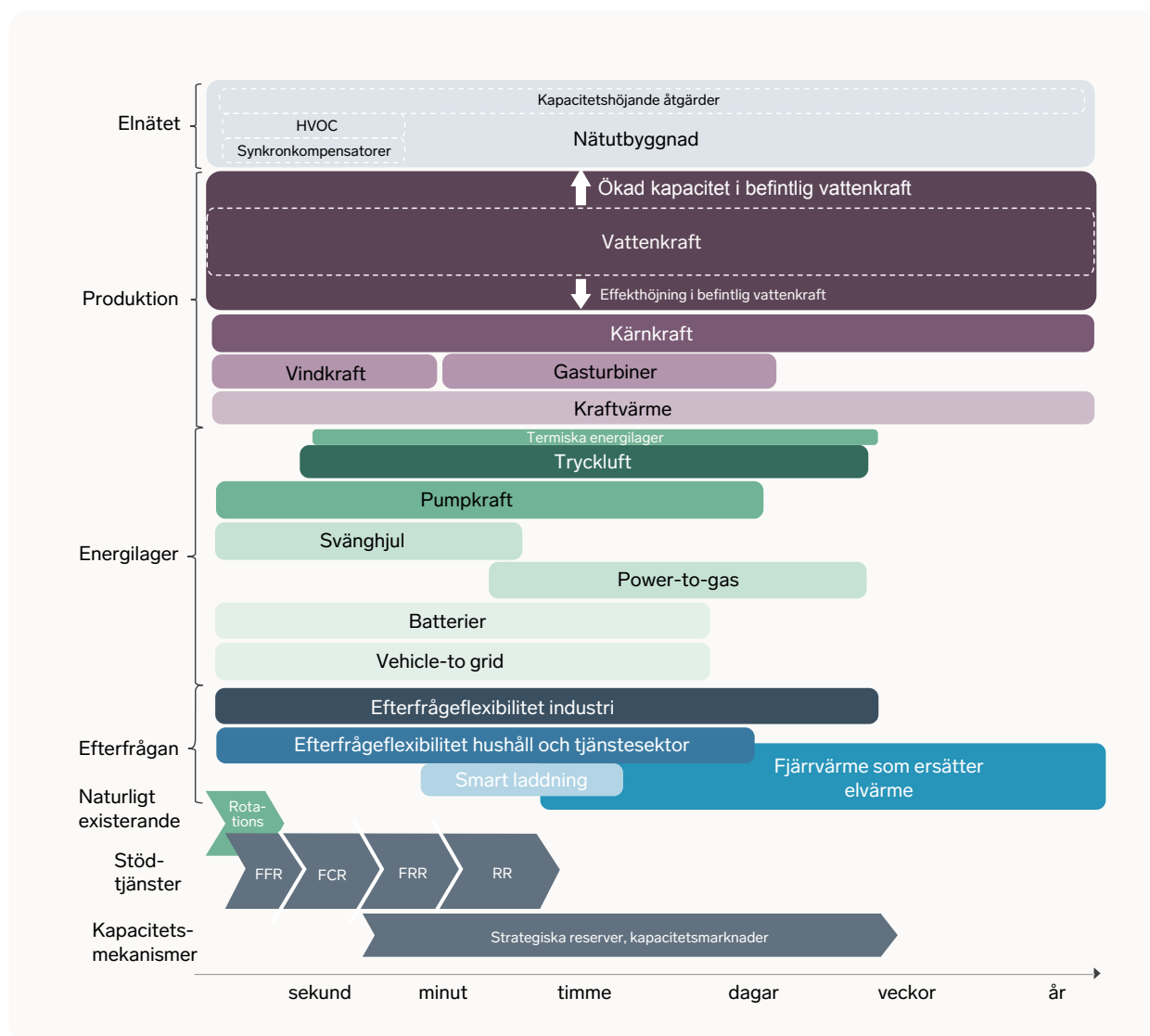
I de scenarioanalyser av olika tänkbara fossilfria kraftsystem till år 2050, som Svenskt Näringsliv presenterat, är det tydligt att det framför allt kommer behövas mycket mer vindkraft (främst landbaserad), även i scenarion med mycket kärnkraft. Intermittent sol- och vindkraft står för hälften av elproduktionen år 2035 i det hög el-scenarion som Energiforsk använder i sin rapport ”Så får industrin tillräckligt med el till 2035” (2025).

Scenarioanalyserna visar också att den ökande andelen intermittent elproduktion gör kraftsystemet mer volatilt och svårbalanserat. För att kunna hantera ökade variationer i elproduktion och åtföljande prisvariation, förutsätts större flexibilitet av aktörerna på elmarknaden. Denna flexibilitet kan åstadkommas genom tekniska lösningar, förändrade beteenden, eller som en kombination av dessa två faktorer.

8. Svenskt Näringsliv: Swedish power systems 2050 (2025).
9. Energiforsk: Så får industrin tillräckligt med el till 2035 – slutrapport, NEPP:s rapport 2025:1133 (2025).

Figur 1. Lösningar för balansering av ett kraftsystem med hög andel variabel elproduktion.¹⁰

Källa: Svenskt Näringsliv.

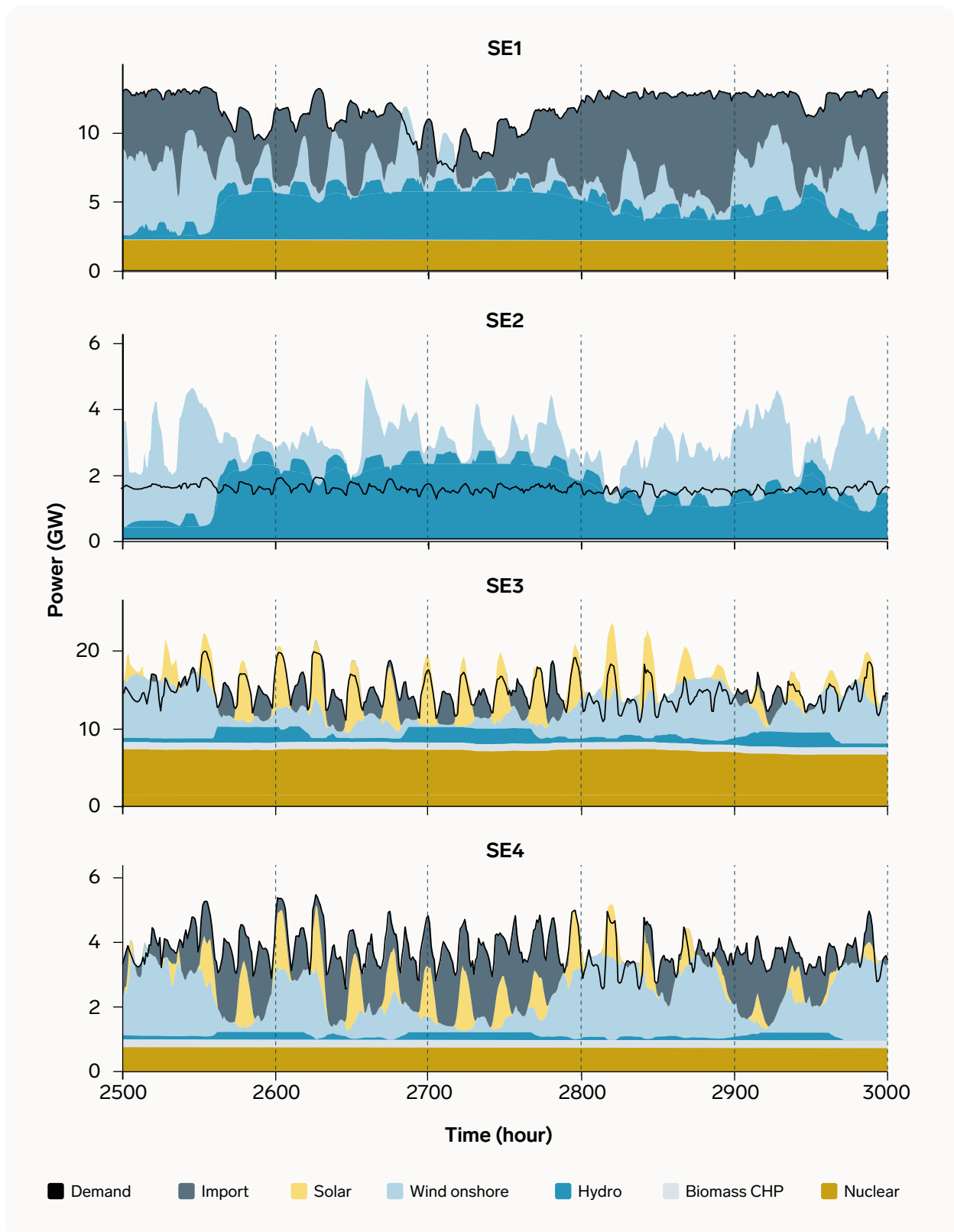


Vädret blir en allt större utmaning för kraftsystemet

Historiskt har förutsättningarna att balansera det svenska kraftsystemet varit goda, tack vare vattenkraftens stora reglerförmåga. Under tider då elanvändningen är hög, exempelvis på morgnar och kvällar, har vattenkraftverken kunnat öka vattenflödet och genererat den el som efterfrågats.

10. Svenskt Näringsliv; Lösningar för ökad flexibilitet i elsystemet (2020).

Figur 2. I ett kraftsystem med stor andel väderberoende elproduktion ökar behovet av flexibilitet för att kunna balansera produktion och användning av el. Figuren visar Quantified Carbons modellering av elproduktionen år 2050 i "Base"-scenariot, med 300 TWh behov (svart linje i grafen) av fossilfri el utifrån 1991 års vädervariationer. I scenariot förutsätts en tredubblad utbyggnad av dagens vindkraftsproduktion, driftstidsförlängd och ny kärnkraft, möjlighet till naturgasbaserad reservkraft, samt infrastruktur som möjliggör transport och lagring av vätgas för industrin. Källa: Svenskt Näringsliv/Quantified Carbon.



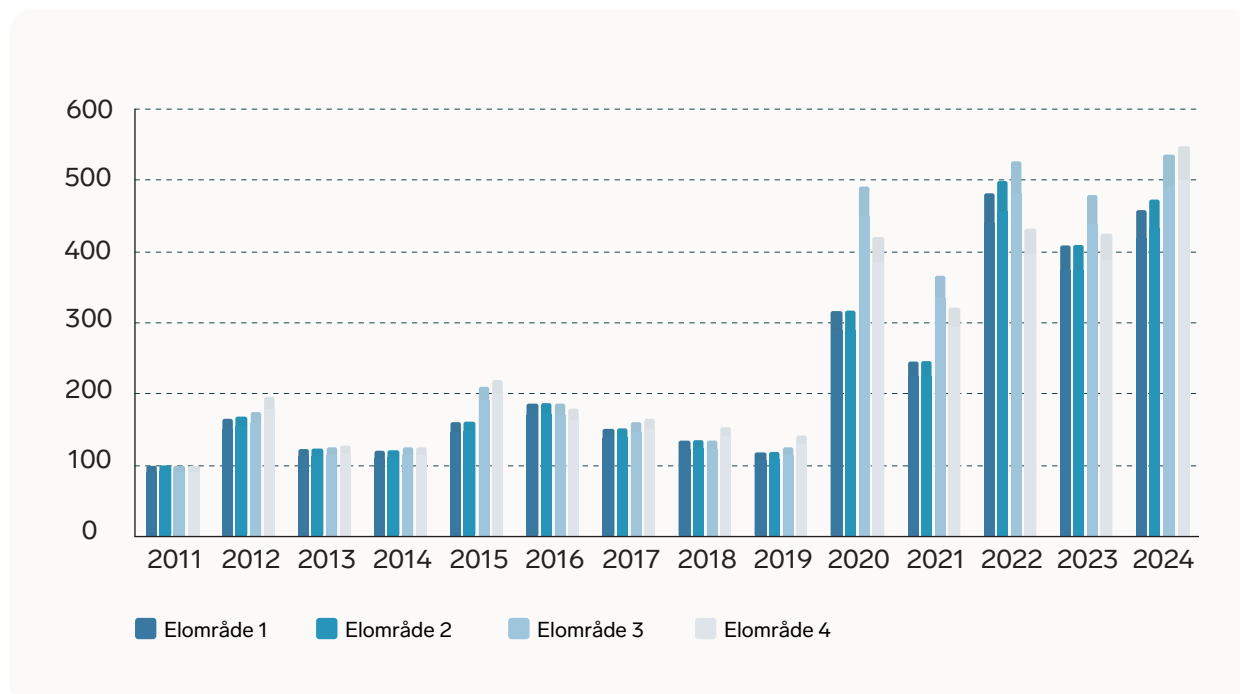
11. Svenskt Näringsliv: Kraftsystem 2050, En studie av Quantified Carbon för Svenskt Näringsliv, Kraftsystem robust för 300 TWh. (2025).

Vattenkraften har hittills kunnat balansera en växande andel vindkraft relativt väl. Men det finns en teknisk och miljömässig gräns för vattenkraftens reglerförmåga. Vattenkraften behöver hålla sig inom vissa intervall med hänsyn till de vattenflöden miljötillstånden anger. Vattenkraftens användning begränsas även av flaskhalsar i elnätet och dagens elområden.

Under dagar med stor produktion av sol- och vindkraft blir det ett prispressande överskott av el under vissa tider på dygnet. Solkraftens genomslag på elpriset är särskilt tydligt i Tyskland, vilket påverkar priset på el även i Sverige. Perioderna med negativa elpriser sammanfaller med solig och blåsig väderlek. Samvariationer i väderlek över stora geografiska områden förstärker problem då flera länder behöver importera el samtidigt.

Marknaden och politiken har gemensamt drivit utvecklingen mot ett kraftsystem med allt mindre prisstabilitet, allt eftersom andelen väderberoende elproduktion har ökat. Enligt Fortums Elektrifieringsbarometer (2025)¹² har volatiliteten fyrfaldigats mellan 2011 och 2024. I rapporten mäts volatiliteten i ett index som utgår från elprisvariationen med 2011 som basår. Den huvudsakliga ökningen har skett sedan 2019, vilket sammanfaller med stängningen av Ringhals 1 och 2, samt nya utlandsförbindelser från Norge till Storbritannien och Danmark.

Figur 3. Volatilitetsindex där 100 är 2011 års volatilitet. Källa: Fortum.



12. Fortum: Elektrifieringsbarometern – Fortums bedömning av läget, förutsättningarna och förslag för ökad elektrifiering av Sverige (2025).

Risk att elens kvalitet försämras

En större andel intermittent elproduktion påverkar också kvaliteten på elen. Oförutsägbara variationer i elproduktionen kan skapa spänningsfluktuationer som tekniskt känslig utrustning kan ta skada av. Omvandling från likström, från vindkraftverk och solceller, till växelström för utmatning på elnätet, är inte 100 procent effektiv. Det medför att harmoniska störningar, så kallade övertoner, kan introduceras i elnätet då frekvensen inte blir helt exakt.

Kärn- och vattenkraftverk med stora tunga roterande generatorer har mycket rörelseenergi (svängmassa) som bidrar till att stabilisera kraftsystemet genom att dämpa snabba förändringar i frekvens. Avvecklingen av flera reaktorer har gjort kraftsystemet känsligare. Vindkraftens placering, ofta i perifera delar av elnätet där elnätet är svagare, kan också öka risken för störningar.

Det finns tekniska lösningar som kan mildra konsekvenserna av ett ”lättare kraftsystem” med mindre frekvenshållande svängmassa. Krafterelektroniken utvecklas snabbt och tillsammans med batterilager går det att bygga kompensatorer som dämpar variationerna mellan in- och utmatning av el i kraftsystemet.

Investeringar i teknik för att skydda känslig utrustning från störningar, på grund av sämre kvalitet på elen, är en kostnad som i stor utsträckning förs över på elanvändarna. En del av störningarna har också sitt upphov i elanvändares verksamhet. I praktiken kan ökade krav på elanvändare från nätbolagen och Svenska kraftnät leda till kostsamma investeringar, i kompensatorer och styrning för att åtgärda kvalitetsbristerna, trots att verksamheten inte har förändrats. De ökade kostnaderna behöver fördelas på ett rimligt sätt, och med hänsyn till hur elkvaliteten kan säkerställas till lägsta samhällsekonomiska kostnad.

Intermittent kraft ökar behovet av balansresurser

Kraftsystemet måste vara i balans vid varje givet ögonblick. Det innebär att lika mycket el som tas ut från en nätanslutning måste matas in i en annan (i praktiken behöver några procent mer el tillföras på grund av överföringsförluster i elnätet). När elnätet är i balans är frekvensen 50 Hertz (Hz). All inkopplad utrustning är anpassad till 50 Hz och frekvensavvikelser kan leda till skador på utrustning.

Affärsverket Svenska kraftnät (Svk) ansvarar för frekvenshållningen och upphandlar flexibla resurser, så kallade stödtjänster, för att klara den omedelbara balanseringen av nätet. Om akut effektbrist skulle uppstå kan Svenska kraftnät koppla bort förbrukning för att stabilisera frekvenshållningen. Volatilitet, både i elproduktion och elanvändning, försvårar frekvenshållningen.

Enligt Svenska kraftnät växer marknaden för stödtjänster och behovet av balansering är kopplat till den framtida mixen av kraftslag. Baserat på scenariona i Svenska kraftnäts långsiktiga marknadsanalys¹³ kan behovet av frekvensreglering (Svk) öka till 2,5 gånger dagens nivå, beroende på andelen intermittent respektive planerbar el i kraftsystemet.

13. Svenska kraftnät: Långsiktig marknadsanalys. Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050 (2024).

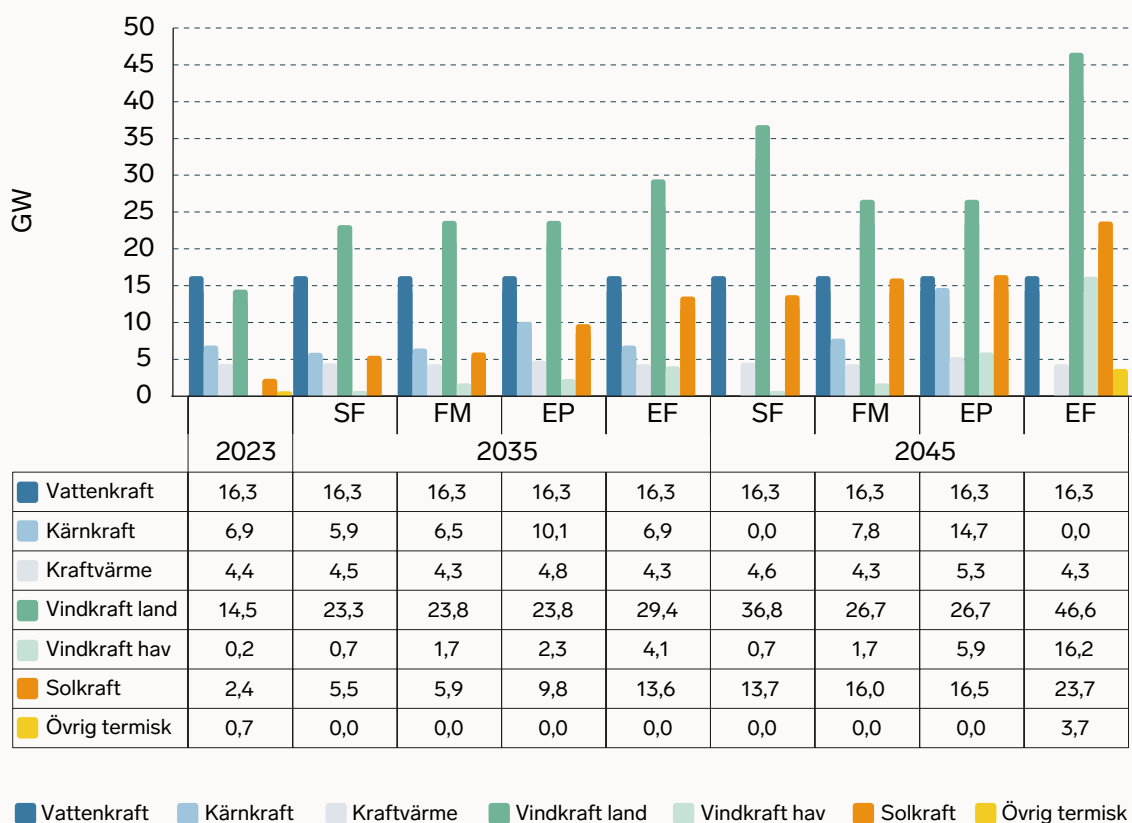
Den långsiktiga marknadsanalysen analyserar fyra scenarier för kraftsystemet fram till år 2050. Scenarierna beskriver olika vägar som utvecklingen av kraftsystemet kan ta.

- SF – småskaligt förnybart – avveckling av kärnkraften och ny sol- och vindkraft
- FM – färdplaner mixat – livstidsförlängning och kapacitetshöjning av befintlig kärnkraft
- EP – elektrifiering planerbart – livstidsförlängning av befintlig och utbyggnad av ny kärnkraft
- EF – elektrifiering förnybart – avveckling av kärnkraft, stor utbyggnad av sol- och vindkraft

Analysen visar att ny kärnkraft kraftigt minskar behovet av balanserande resurser i kraftsystemet. Samtidigt är det viktigt att det kraftsystem som byggs med sikte på år 2045 är kostnadseffektivt och konkurrenskraftigt. För detta krävs en mångfacetterad samhällsekonomisk analys som beaktar kraftslagets samlade, faktiska kostnader.

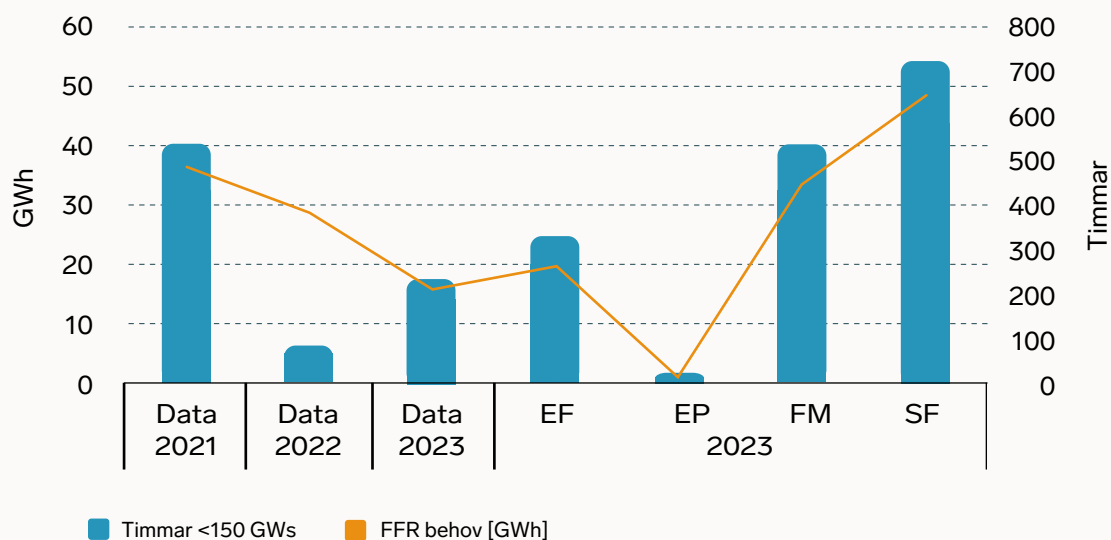
Figur 4. Installerad produktionskapacitet i Sverige för Svenska kraftnäts scenarion fram till 2045.¹⁴

Källa: Svenska kraftnät.



14. Svenska kraftnät: Långsiktig marknadsanalys, Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050 (2024).

Figur 5. Behov av reserver i Svenska kraftnäts olika scenarion för kraftsystemet fram till 2035.¹⁵
 Källa: Svenska kraftnät.



Scenario	EF	EP	FM	SF
Uppskattat behov av FFR år 2035 (GWh)	20	1	33	48

15. Svenska kraftnät: Balancing market outlook 2030 (2024).

Olika behov av flexibilitet

Balanseringen av kraftsystemet förutsätter olika former av flexibilitet:

- **Effekt:** Möjligheten att snabbt justera produktion eller efterfrågan i watt (W) för omedelbar balansering.
- **Energi:** Hantering av lagrad energi i wattimmar (Wh) över längre perioder– timmar, dagar, säsonger och år.
- **Överföring:** Kapacitet att flytta el mellan områden för att undvika flaskhalsar.
- **Beredskap:** Förmåga att hantera oväntade händelser, som reservkapacitet eller redundans. Denna aspekt av flexibilitet berörs endast översiktligt i denna rapport.

I diskussionen om framtidens kraftsystem är fokus ofta på effektflexibilitet. Det vill säga att variera produktion och efterfrågan av elektrisk effekt (Watt) för att balansera systemet i stunden.

Flexibel energilagring över längre tidsskalor är också viktig, inte minst för att hantera så kallade "dunkelflaute", det vill säga perioder med låg sol- och vindkraftsproduktion. Detta belyser vikten av energiflexibilitet (i wattimmar, Wh), exempelvis genom lagring i dammar, biobränslen eller fjärrvärmevatten för att balansera mellan timmar, dagar, veckor, säsonger eller år.

Olika dimensioner av flexibilitet kan också ställas mot varandra, till exempel när det gäller effekt och överföring – hög elproduktion sammanfaller regelbundet med hög nätbelastning.

Flexibilitet i tre dimensioner

Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) delar in flexibilitetsbehovet i tre olika typer av variationer som ett mer volatilt kraftsystem behöver kunna hantera.¹⁴

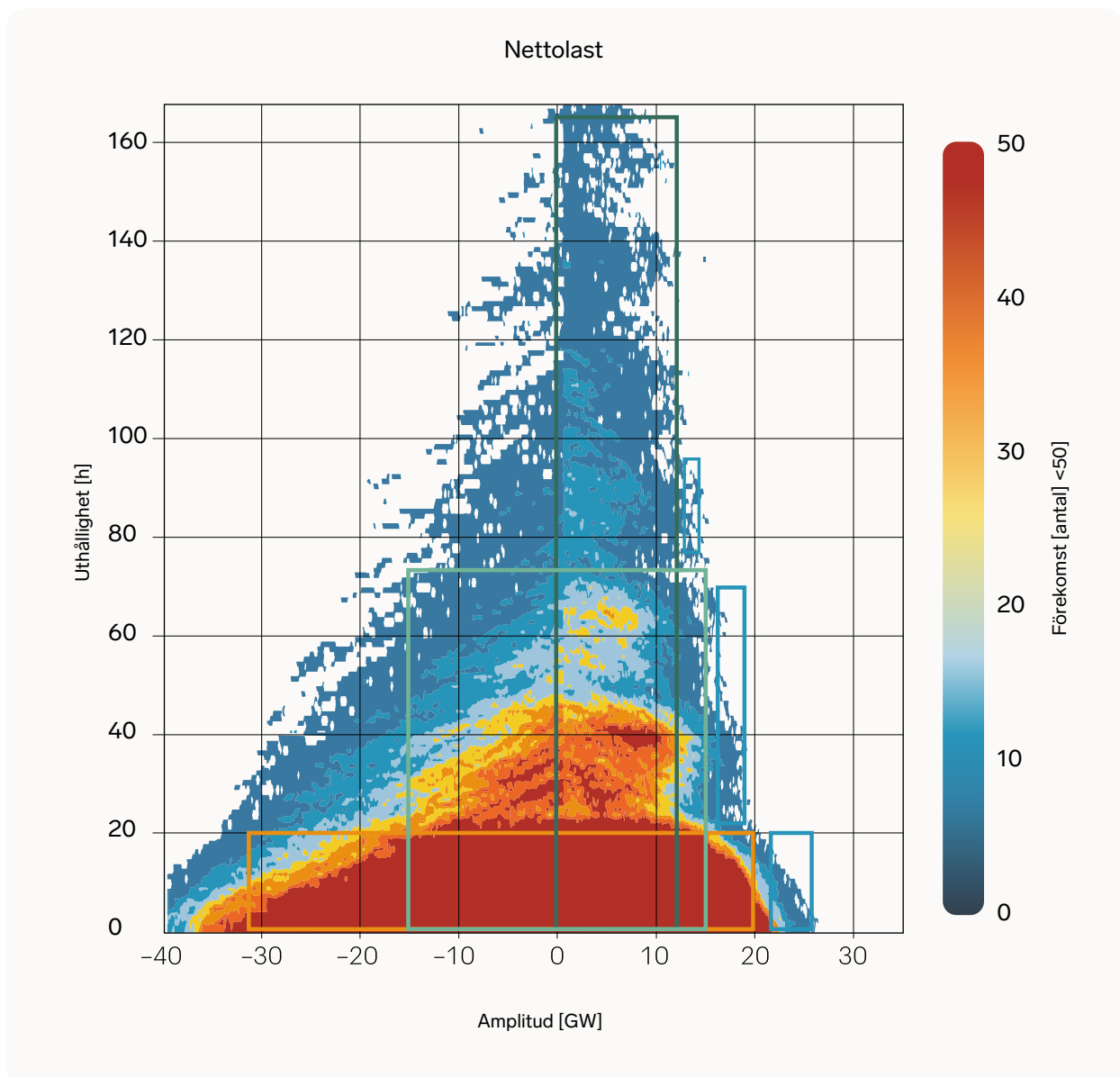
- Ofta återkommande, kortvariga variationer med hög effekt men begränsad energi (eftersom de är kortvariga).
- Uthålliga variationer med lång varaktighet och
- sällan inträffande variationer som är utmanande för effektbalansen.

Diagrammet är tredimensionellt, med "amplitud" – utbredningen av positivt och negativt effektbehov (GW) – på x-axeln. Y-axeln visar "uthållighet", hur länge effektbehovet existerar. Färgskalan visar "frekvens", hur ofta behoven väntas uppstå (rött ofta, blått sällan).

14. IVA: Elektrifieringen – så river vi barriärerna (2025).

Olika flexibilitetsresurser, så som gasturbiner, batterilager eller användarflexibilitet i industrin, har olika förutsättningar att bidra till att balansera kraftsystemet. Batterilager kan laddas och ladda ur snabbt, men uthålligheten och amplituden är begränsad, vilket gör batterier lämpliga för snabb flexibilitet. Gasturbiner kan bidra med hög effekt under längre tid, vilket gör att de kan stötta kraftsystemet med reservkraft under perioder med högt elbehov.

Figur 6. Flexibilitetsbehovet. IVA:s illustration av de tre fallen av variation åskådliggör de förmågor som ett flexibelt kraftsystem behöver för att upprätthålla balansen. Kortvariga och ofta återkommande variationer är den röda boxen i botten. Den ljusgröna boxen och mörkgröna boxarna speglar behovet av längre uthållighet. Längst till höger finns tre blå boxar som är sällsynta men har hög amplitud (stort effektbehov).¹⁷



17. IVA: Elektrifieringen – så river vi barriärerna (2025).

En ytterligare aspekt, som inte fångas av diagrammet, är repeterbarheten. Repeterbarheten är hur snabbt en flexibilitetsresurs återskapar sin förmåga. I en situation där energiflexibilitet behöver tas i anspråk blir tidsintervallen avgörande.

Tabell 1: Variationerna som uppstår i elsystemet under normal drift kan delas in i tre olika typer. Källa: IVA.

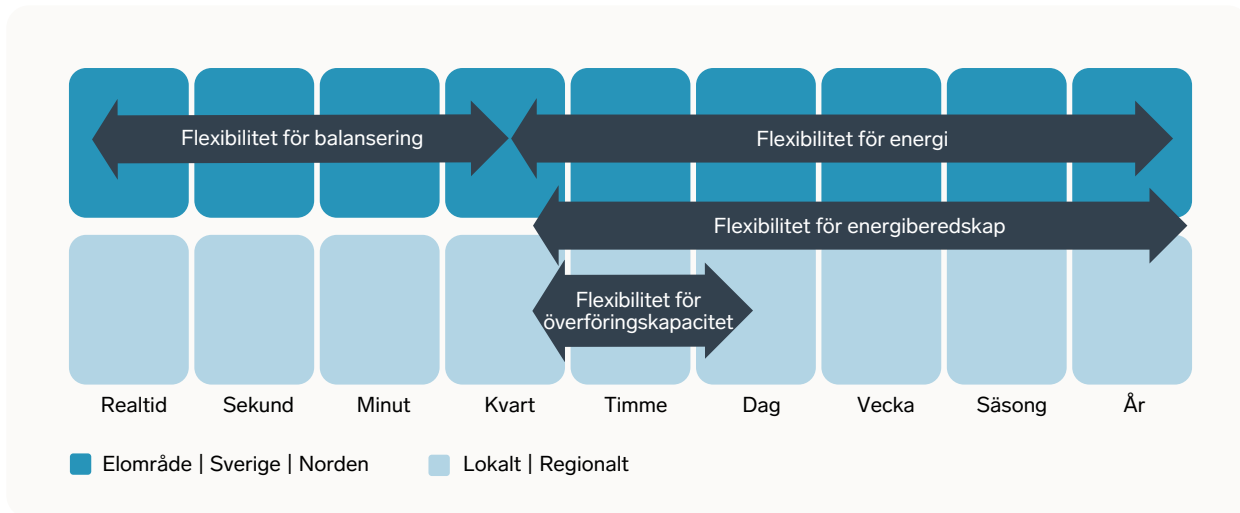
"Sällan förekommande"	"Ofta förekommande"	"Uthålliga"
Ovanligt stora variationer som kräver flexibilitetsresurser med låg investeringskostnad för inmatning respektive uttag av el.	Återkommande variationer som kräver flexibilitetsresurser med hög verkningsgrad och låga kostnader för inmatning respektive uttag av el.	Långvariga variationer, exempelvis när det blåser i flera dygn, som kräver variationsresurser med låg kostnad för energilagring.

Tabell 2: Kategorisering av olika flexibilitetsbehov i ett elsystem med betydligt mer sol och vind inom en tioårsperiod. Källa: IVA.

Typ av flexibilitetsbehov	Amplitud	Tid	Förekomst
Sällan-behov	4 GW + 2 GW	1–4 h 1–96 h	12 ggr/år (ljusblå box) 4 ggr/år (blå box)
Ofta-behov	6 GW	1–20 h	365 ggr/år (orange box)
Uthålliga behoven	4 GW + 11 GW	1–72 h 1–168	52 ggr/år (grön box) 12 ggr/år (mörkgrön box)

Tidsperspektivet varierar från mycket korta tidsperioder på sekundnivå och till timmar för att bevara balansen i elnätet, till lagring av energi över årstider och år. Olika kraftslag och elanvändare har olika förutsättningar att bidra med flexibilitet.

Figur 7. Illustration av de fyra olika kategorierna av flexibilitet på olika nivåer i kraftsystemet, och verksamma på olika tidsskalor, efter Energimarknadsinspektionens förlaga. Källa: Energimarknadsinspektionen.¹⁸



Slutligen finns det faktorer som begränsar och sätter ramarna för alla former av flexibilitet i kraftsystemet. Teknik och fysikens lagar begränsar kraftsystemets flexibilitet. Ekonomiska faktorer i form av kostnader, ekonomiska incitament, marknadens utformning, den ekonomiska risken och den möjliga avkastningen påverkar de olika aktörernas möjlighet att vara flexibla.

Regleringar, regler, lagar och tillstånd sätter också ramar för flexibiliteten. Ett kraftsystem i obalans kan orsaka strömavbrott, med fara för samhällskritisk infrastruktur, liv och hälsa. I en vidare samhällskontext, kan ett instabilt kraftsystem leda till konkurser med produktionsbortfall och minskat värdeskapande som följd. Sverige har under långt tid haft ett överdimensionerat och avskrivet kraftsystem och tack vare det stabilitet, vilket stärkt möjligheten till företagande, ekonomisk tillväxt och välfärd.

Effektflexibilitet

För att upprätthålla frekvensen i elnätet krävs balans mellan elproduktion och elanvändning i varje stund. Balanseringen kräver flexibilitet inom en aktiveringstid från en sekund upp till en timme. Förutsättningarna att leverera flexibilitet varierar mellan olika kraftslag och elanvändare.

Planerbara kraftslag kan också ha flexibilitet

Planerbara kraftslags flexibilitet kan öka genom utökade driftområden. Ett kraftverk kan minska produktionen inom vissa tekniska gränser, till den lägsta lastnivån som är möjlig utan att stänga av produktionen. En hög lägsta nivå begränsar flexibiliteten. Genom att planera produktionen under maximal kapacitet går det att skapa utrymme för flexibilitet genom ökad produktion. Rampningshastigheten, det vill säga hur snabbt produktionen kan ökas eller minskas, har motsvarande betydelse för en anläggnings flexibilitet. En snabb rampningshastighet medger större flexibilitet.

Intermittent kraft kan erbjuda viss flexibilitet i stunden

Elproduktion från intermittenta kraftslag (främst sol- och vindkraft) varierar med väderlek och årstid. Produktionen går att prognostisera men är svår att planera i detalj. Dessa kraftslag kan dock minska volatiliteten de tillför kraftsystemet genom att dra ned produktionen och på så vis erbjuda flexibilitet. De kan också erbjuda flexibilitet uppåt, genom att begränsa produktionen så att det finns marginal att vid behov öka produktionen. På så sätt kan volatiliteten minskas. Men det sker till kostnad av att elproduktionen då inte maximeras, i och med att sol och vind som kunnat producera el istället så att säga spills.

Nya sätt att styra och aggregera elanvändning

Aggregerad styrning av produktionsenheter och laster (efterfrågan på el) kan skapa ökad flexibilitet. Det finns teknik för att styra elanvändning, genom att exempelvis reglera varvtalet på motorer. Även om det rör sig om mindre effekter kan många resurser aggregeras och styras så de samverkar och ger en sammanhållen flexibilitetsresurs som kan delta på marknaden för flexibilitet.

Aggregatorerna möjliggör för fler resurser att delta på stödtjänstmarknaden, som i annat fall inte skulle kunna erbjuda flexibilitet. Exempelvis kan efterfrågefleksibilitet inom industrin tillgängliggöras på detta sätt. Genom att låta en aggregator styra icke kritiska delar av produktionen, som kan startas och stoppas, kan intäkter skapas. Elbilsbatteriers flexibilitetspotential är i stor utsträckning knuten till aggregatorer.

Eftersom en aggregator agerar mellan elleverantören och elanvändaren kan det bli en komplikation för elleverantören, vars balansansvar påverkas. För detta kan elleverantören ta ut en avgift, som i praktiken kan han vara så höga att aggregatorer stängs ute från marknaden.

Korttidslager, till exempel batterier, och interaktion mellan olika energibärarsystem, exempelvis mellan el och fjärrvärme, kan öka flexibiliteten.

Osäkerhet om hur snabbt ny flexibilitet kan komma på plats

Energimyndigheten bedömer att tillgången på flexibla resurser på elmarknaden kommer att öka från drygt 5 GWh per timme till 8 GWh per timme från 2025 till 2028. Ökningen av tillgängliga flexibilitetsresurser kan främst hänföras till ökad batterikapacitet och ökad flexibilitet inom industrin.¹⁹

Bedömningen är dock osäker. Rådande marknadsförhållanden har betydelse för hur många batterier, av de som sökt nätanslutning, som kommer att byggas. Svenska kraftnät handlar balanseringsresurser för frekvenshållning på den så kallade stödtjänstmarknaden. Under 2022 var lönsamheten på stödtjänstmarknaden hög, men den har sedan dess sjunkit. Lönsamheten påverkar intresset och möjligheterna att investera i batterier, aggregatortjänster och annan flexibel teknik.

Ett högt utnyttjande av flexibla resurser förutsätter att marknaden för stödtjänster utvecklas, så att prissignalerna når fram till aktörerna, och att tjänsterna är lönsamma över tid. Hög lönsamhet frigör flexibilitet. Ett volatilt spotpris skapar incitament att investera i flexibla resurser. Men ökad osäkerhet på elmarknaden hämmar samtidigt investeringar – i både balanserande resurser och i elintensiva företags kärnverksamhet.

Energiflexibilitet

Energiflexibilitet är förmågan att balansera elproduktion och elanvändning på lång till medellång sikt, med aktiveringstider från timmar till år. Olika former av energilagring ger kraftsystemet energiflexibilitet.

Att balansera kraftsystemet över lång tid och upprätthålla leveranssäkerheten, med hänsyn till säsongsvariationer, underhållsperioder och framtida efterfrågescenarion är komplext. Lagring av bränsle för kraftvärmeverk eller lagring av vatten i vattenmagasin har stor betydelse för att hantera säsongsvisa variationer.

Energilagring är också viktigt i ett kortare tidsperspektiv. Exempelvis kommer smart styrning av värmepumpar och laddning av elbilsbatterier bli viktigt för att flytta last från tider med hög efterfrågan till tider med låg efterfrågan.

19. Energimyndigheten: Kortsiktsprognos vinter 2025 Energianvändning och energitillförsel år 2023–2028 (2025).

Överföringsflexibilitet

Överföringsflexibilitet är elnätets förmåga att anpassa och omfördela elflöden mellan olika delar av systemet beroende på produktion, efterfrågan och störningar.

El produceras inte alltid där den används, och produktionen (särskilt vind och sol) varierar.

Då behöver nätet kunna:

- Skicka el från områden med överskott till områden med underskott
- Hantera snabba förändringar i produktion och last
- Undvika överbelastning i ledningar

Överföringsflexibilitet kan uppnås genom:

- Starka transmissionsnät (fler och kraftigare ledningar)
- Sammankopplingar mellan länder (import/export)
- Smart styrning av elflöden (till exempel omdirigering)
- Flexibla nätkomponenter (till exempel transformatorer med reglering)

Inom transmissionsnätet kan Svenska kraftnät styra flödet av el genom så kallad mothandel. Det innebär att Svenska kraftnät köper upp eller omdirigerar elproduktion eller elanvändning för att hantera överbelastningar i stamnätet.

Elnätets överföringskapacitet behöver öka

Nya sätt att använda el, exempelvis laddning av ellastbilar som kräver hög effekt långt ut i nätet, innebär utmaningar för elnätet. Nätkapaciteten behöver byggas ut, samtidigt som kapaciteten i de befintliga näten utnyttjas mer effektivt. Nätägarna har stort fokus på nätutvecklingen på alla nätnivåer. Utbyggnaden av transmissionsnätet och ökad elöverföring från norra till södra Sverige är en sådan prioriterad kapacitetshöjning, som reducerar en besvärlig flaskhals. Men behovet av ökad elnätskapacitet och flexibilitetstjänster ökar även på lokal nivå.²⁰

Regelverken behöver underlätta för flexibla lösningar

Utformningen av regelverk kräver helhetssyn för maximal effektivitet. Effekttarifferna som var på väg att införas för alla elanvändare innebar att en del av nätavgiften skulle baseras på effektuttaget, i syfte att styra effektuttaget till tider med låg elanvändning och därmed låg belastning på elnätet.

Effekttarifferna upplevdes som komplexa av användarna. De riskerade också att minska hushållens incitament att vara flexibla och öka sin elanvändning under lågpristimmar, då de styrde mot att hålla elförbrukningen under en viss effekt för att undvika höga nätavgifter. Prissignalen från elmarknaden (det vill säga elpriset) skulle därmed inte få fullt genomslag.²¹

Stora elanvändare har i regel effekttariffer. I takt med att nätkostnadernas andel av de totala elkostnaderna ökat har vissa industrier en produktionsplan som inte matchar effekttariffernas utformning. För verksamheter som drivs kontinuerligt kan det i praktiken vara omöjligt att ta hänsyn till prissignalen från elnätet. Effekttarifferna blir då en ökad kostnad. På sikt är det sannolikt att effekttariffer införs för fler användare, vilket skulle kunna sprida kostnaderna och sänka de långsiktiga nätkostnaderna för användarkollektivet genom bättre utnyttjande av nätet.

21. NyTeknik: Dilemmat: Höga effektavgifter – när elpriset är lågt (2025-12-02).

Flexibilitet för energiberedskap

Flexibilitet för att dämpa behovet av nödåtgärder, så som manuell frånkoppling, och en stärkt motståndskraft vid störningar, kris eller krig, är förmågor som aktualiseras allt mer. Elförsörjningen är central för att upprätthålla viktiga samhällsfunktioner vid fientlig påverkan från främmande makt eller vid onormala väderförhållanden.

Beredskap innefattar exempelvis förmåga till ö-drift och dödnätsstart efter att delar av kraftsystemet blivit strömlöst. Det i sin tur förutsätter tillräcklig tillgång till de nödvändiga resurserna, så som svängmassa och batterier. Samhälls- och beredskapsperspektivet blir allt viktigare att ta hänsyn till i arbetet med att förvalta och utveckla ett robust kraftsystem.

Analysen av flexibilitet för energiberedskap i ett kris- och krigsperspektiv, fördjupas inte närmare i detta startprogram även om man kan lägga ett beredskapsperspektiv på i princip alla delar av kraftsystemet. Kraftsystemets motståndskraft mot störningar, oavsett orsak, finns på många sätt inbyggt i systemet. Exempelvis är den strategiska reserven (tidigare effektreserven), som säkerställer effekttillräcklighet i ett ansträngt läge, en viktig del av beredskapen för att hantera sabotage och liknande.

Ett ytterligare exempel är N-1-kriteriet som innebär att kraftsystemet ska ha kapacitet att kunna förlora den dimensionerande komponenten utan att kollapsa. Det innebär att om en kraftledning drabbas av avbrott ska det finnas reservkapacitet i elnätet som kan täcka förlusten.

Reservkraftverk skulle kunna ges en större roll som aktiva flexibilitetsresurser. Inte minst skulle datacenter med stora reservkraftverk kunna stötta kraftsystemet. Idag begränsas dessa resurser bland annat av villkor om driftstider i miljötillstånden. Här finns möjligheter att öka energiberedskapen genom att möjliggöra användning av befintliga resurser.

Framtidens kraftsystem behöver byggas med det geopolitiska läget i beaktande. Sverige har ett bra utgångsläge som nettoexportör av el och förutsättningar att producera mer fossilfri el. Ökad elektrifiering minskar behovet av importerad fossilenergi, vilket är eftersträvänsvärt av både beredskaps- och klimatskäl.

Att bygga resiliens i kraftsystemet av försvars- och beredskapsskäl är ett statligt ansvar. Ökade kostnader för detta, i form av till exempel reservkraftverk och decentraliserade energilagring och liknande, kan inte falla helt på enskilda aktörer som företag. Genom lämpliga incitament och stöd kan näringslivet bidra mer till att öka energiberedskapen lokalt och nationellt.

Elproducenter

Solkraft

I Sverige växer solkraften och stod år 2024 för två procent, motsvarande fyra TWh, av elproduktionen – en ökning med 31 procent jämfört med föregående år. Energimyndighetens kortsiktsprognos från vintern 2025 spår att solkraften kan mer än fördubbla sin produktion till nio TWh år 2028.

Solkraftens produktion är låg under vintern, men sommarhalvårets många soltimmar per dygn gör produktionen hög. 85–90 procent av solkraften produceras under sommarhalvåret. Samtidigt som produktionen en sommardag kan vara hög, kan den snabbt variera beroende på molnighet och omslag i väderleken. Snabb intermittens kräver också snabb balansering i elnäten.

Solkraft kan bidra med flexibel nedreglering, och i mindre utsträckning uppreglering. Dock har solkraftsproduktionen låga marginalkostnader, vilket gör att det ekonomiska incitamentet att inte producera normalt sett inte infinner sig förrän vid negativa elpriser på spotmarknaden.

Precis som vindkraften kan den storskaliga solkraftens flexibilitetspotential begränsas av PPA-avtal (Power Purchase Agreement) som styr mot maximal produktion. Ett PPA-avtal innebär ett avtal om leverans av el till ett förutbestämt pris, och kan ge incitament att producera så mycket el som möjligt även när elmarknaden översvämmas av el och negativa elpriser uppstår.

Solkraft i kombination med batterilagring ökar flexibilitetspotentialen. Småskalig solkraft hos hushållen kan aggregeras (samlas ihop och styras tillsammans) och bidra med flexibilitet för att möta variationer i elanvändningen.

Vindkraft

Vindkraftens utnyttjandegrad under 2024 var cirka 25 procent av installerad effekt, motsvarande drygt 40 TWh el. Produktionen varierar kraftigt med väderleken, som bara kan prognostiseras i viss mån. Den volym vindkraftsel som kan garanteras mer än två dagar i förväg är liten. Osäkerheten påverkar vindkraftens möjligheter att delta på stödtjänstmarknaden.

Högre vindkraftsproduktion vintertid

Generellt blåsigare väder och luft med högre densitet gör att vindkraften producerar mer under vintermånaderna. 60 procent av vindkraftselen produceras under vinterhalvåret (oktober till mars). Variationerna i produktionen kan vara stora.

Under vintern 2024/2025 producerade vindkraften 12 728 MWh/h som mest, och som minst knappt tre procent av detta, 357 MWh/h. Variationen motsvarar ett spann som är nästan dubbelt så stort som den installerade effekten från kärnkraft (6 900 MW).

Högre vindkraftverk ökar elproduktionen. Även vid vad som upplevs som vindstilla förhållanden på marknivå kan vindkraften producera el. Antalet drifttimmar ökar, även om inte maximal effekt uppnås. Idag producerar vindkraften el under ca 95 procent av årets timmar. Vid sommarens varmaste väder är vindkraftsproduktionen som lägst, samtidigt som solkraftsproduktionen är som högst. Sol- och vindkraft kompletterar varandra i stor utsträckning.

Vindkraftens flexibilitetspotential

Tekniskt sett har vindkraften potential både för upp- och nedreglering av elproduktionen. Turbinerna kan vridas ur vind relativt snabbt för att sänka produktionen. Genom att justera bladvinkel på rotorbladen kan mängden fångad vindenergi styras och regleras inom någon sekund. Elektronisk styrning av utmatningen till nätet kan regleras på millisekundnivå. Det finns också möjligheter att reglera upp produktionen, men det förutsätter att vindkraftverket lägger sig på en produktionsnivå som är lägre än den högsta möjliga produktionen.

I praktiken innebär det att en vindkraftsaktör som erbjuder uppreglering kanske lägger sig på 75–80 procent av den väntade kapaciteten för att kunna öka produktionen. De höga obalanskostnader som drabbar elanvändare och elproducenter som är i obalans, medför att producenten behöver ta höjd för risken att inte kunna leverera avtalad effekt, vilket bidrar till att produktionen sänks.

I stället för att producera så mycket el som möjligt innebär uppregleringsflexibilitet en sänkt vindkraftsproduktion. Spilld vindenergi går inte att spara, vilket leder till minskade intäkter för vindkraften och mindre el på marknaden.

Nedreglering av vindkraftsproduktionen är enklare än uppreglering. Dock kan fullgörande av avtal om leverans av el begränsa möjligheten att minska produktionen. PPA-avtal kan innebära att vindkraftsparken alltid ska producera så mycket som möjligt. Flera olika ägare av en vindkraftspark kan också försvåra beslut om att delta på stödtjänstmarknaden.

Enligt en enkätundersökning, som Green Power Sweden låtit utföra, deltog 2023 ungefär en fjärdedel av de responderande vindkraftsbolagen på stödtjänstmarknad.²² Sju av tio uppgav att de var intresserade av att leverera stödtjänster, och då särskilt nedreglering.

22. Svensk Vindenergi: Vindkraftens upplevda hinder för deltagande på stödtjänstmarknaderna (2023).

Vattenkraft

Snösmältning och nederbörd har stor påverkan på vattenkraftsproduktionen. Lagrad energi i vattenmagasinen ger vattenkraften en mycket stor reglerförmåga. Av 16 400 MW installerad effekt kan runt 13–14 000 MW tas ut, eftersom alla vattenkraftverk inte kan producera maximalt samtidigt. Den lägsta elproduktionen är omkring 2 000 MW, eftersom det i praktiken inte går att stoppa vattenflödet helt eftersom villkoren i miljötillstånden anger ett lägsta flöde.

Vattenkraftens goda reglerförmåga gör att den kan användas för snabb frekvensreglering. I ett mer volatilt kraftsystem blir vattenkraftens roll som reglerkraft ännu viktigare. Men eftersom vattenkraften historiskt haft längre driftstider är kraftverken inte byggda för att frekvensreglera. Ökad reglering av produktionen upp och ned ökar slitaget på vattenkraftverken vilket i sin tur leder till ökade kostnader och risk för minskad tillförlitlighet.²³

Under vårfloden fylls i regel vattenmagasinen till följd av snösmältningen. Vattenmagasinen är som mest fyllda i början av hösten. Vinterns nederbörd och temperatur har stor påverkan på vattenkraftens produktion. Vattennivån i magasinen är lägst under sen vinter eller tidig vår (februari-mars). Nederbörden under sommarhalvåret är viktig, men sällan tillräcklig för att kompensera en svag vårflod.

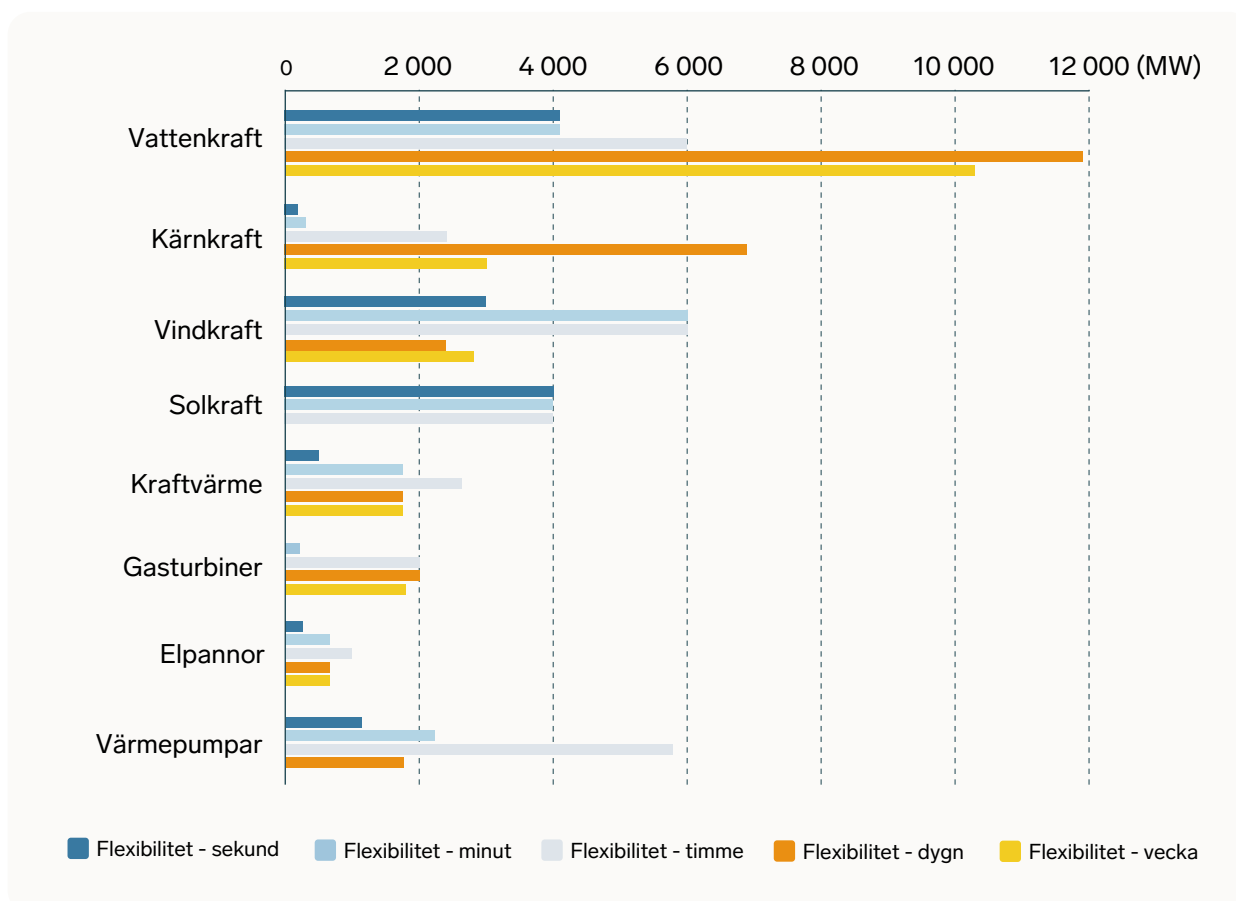
Vattenmagasinen möjliggör lång lagringstid (säsongslagring) av stora mängder energi. Detta ger vattenkraften en oöverträffad uthållighet, som gör det möjligt att parera längre perioder med vindstilla väder. Sett över året påverkas även vattenkraftens kapacitet av väderleken.

250 av Sveriges 2 000 vattenkraftverk står för 98 procent av vattenkraftproduktionen. Även om den småskaliga vattenkraften bidrar med en jämförelsevis liten effekt, gör den stor nytta lokalt eftersom den huvudsakligen finns i elområdena SE3 och SE4, som har ett underskott av elproduktion och flexibla resurser.

Vattenkraftens långsiktiga och storskaliga lagringsmöjligheter gör dess värde för kraftsystemet som helhet mycket högt. Att utveckla vattenkraften har en relativt hög investeringskostnad men framför allt är det mycket utmanande att få tillstånd för att utveckla och höja kapaciteten i befintliga vattenkraftverk i Sverige. Sådana kapacitetshöjningar är önskvärda, och då även i den småskaliga vattenkraften i Sveriges sydligaste elområden SE3 och SE4 som kan bidra med stor systemnytta med relativt små kapacitets- och effekthöjningar. Pågående miljöprövningsprocesser hotar idag att minska vattenkraftens bidrag till kraftsystemet, inte minst på grund av att tillståndsprocesserna tar så lång tid.

23. NEPP: Reglering av kraftsystemet med ett stort inslag av variabel produktion (2016).

Figur 8. Kraftslagens tekniska flexibilitetspotential varierar avseende effekt (MW) och tidsperspektiv. Sammanställningen tydliggör vattenkraftens stora betydelse som reglerkraft. Källa: Power Circle.²⁴



24. : Flexibility, Potential och behov år 2030, delrapport 1 (2025).

Kraftvärme

Kraftvärmeverk producerar fjärrvärme av bibränslen eller avfall (runt tio procent är fossila bränslen). En stor del av kraftvärmeproduktionen finns inom industrin, särskilt inom skogsindustrin som eldar restprodukter från skogsråvaran. Större samhällen värms ofta med fjärrvärme, i de fall el produceras i kraftvärmeverk är den underordnad värmeproduktionen.

Eftersom värmebehovet är störst på vintern är kraftvärmen mest aktiv då. Trots att värmeproduktionen är den primära verksamheten står kraftvärmen för närmare åtta procent av elproduktionen (2023). Under sommaren stängs en del kraftvärmeverk av och kan därför inte bidra till balanseringen av kraftsystemet.

Elproduktionen är till viss del flexibel. Gas- och oljeeldade kraftverk kan bidra till primär frekvensreglering (sekunder) och sekundär reglering (minuter), men det leder till fossila utsläpp och är därför knappast en långsiktigt hållbar lösning. Biobränsleeldade kraftverk tar längre tid att reglera upp och ned. Samtidigt ökar regleringen slitaget. I Finland används biobränslebaserad kraftvärme i större utsträckning som reglerkraft. Detta har visat sig medföra praktiska utmaningar relaterade till lagerhållning, då logistikkedjan för skogsbränslen styrs mer av elpriset än värmebehovet.²⁵

Kraftvärmeverk kan bidra med flexibilitet genom att lagra värme i fjärrvärmesystemet. Detta beskrivs närmare i avsnittet om energiflexibilitet.

När konkurrensen om biobränsle ökar, och om energiskatten på el sänks så att värmepumpar konkurrerar ut fjärrvärmen, riskerar kraftvärmeproduktionen att bli olönsam. En sådan utveckling skulle ställa ytterligare krav på annan baskraft eller ökade flexibilitetsresurser i kraftsystemet.

En förklaring till att fjärrvärmen tappar kunder är sättet att beräkna fastighetens energiprestanda och de olika viktningsskattor olika energibärare givits. Eftersom mängden tillförd energi till en fastighet med en effektiv värmepump är lägre än tillförd (primär) energi med fjärrvärme får byggherrarna incitament att installera värmepumpar. Om värmepumpen i stället suttit i fjärrvärmeverket hade den totala energieffektiviteten blivit bättre.

Kärnkraft

Kärnkraften är inte väderberoende. I det svenska kraftsystemet är kärnkraften baskraft som levererar en i det närmaste konstant effekt. Den har dock en viss reglerförmåga, ned till 60–70 procent av full effekt. Men upp- och nedregleringen tar tid, med en rampningshastighet runt 2–3 procent av den maximala effekt kärnkraften är byggd för att leverera per minut, och görs stegvis. Detta lämpar sig inte för snabb frekvensreglering, men fungerar för dygns- och veckoslutsreglering.²⁶ Frekventa och stora effektförändringar sliter dock på reaktorkomponenter, vilket förkortar livslängden och ökar underhållskostnaderna.

25. Margareta Björklund-Sänkiahö, professor i energiteknik vid Åbo Akademi, personlig kommunikation (260129).

26. Energiforsk: Survey on Power System Ancillary Services, Report 2020:708 (2020).

Reaktortypen påverkar flexibiliteten. De svenska kärnkraftverken är byggda för att leverera baskraft, i ett kraftsystem där vattenkraften stått för reglerkraften. I Frankrike, som har Europas mest kärnkraftsintensiva kraftsystem, har kärnkraftverken konstruerats för att bidra med reglerkraft. En del reaktorer kan gå från 100 till 20 procents produktion inom en halvtimme, upp till två gånger per dag.

Små modulära reaktorer, SMR, väntas kunna bidra med en större reglerförmåga. Med en elektrisk effekt upp till 300 MW kan de placeras närmare elbehovet, från till exempel industrier och datacenter, och kan på så sätt bidra till att avlasta elnätet. Mindre och fler reaktorer gör kraftsystemet mindre beroende av enskilda reaktorer. Konsekvenserna om en stor reaktor tas ur produktion under vintern kan bli betydande för elmarknaden.

Kärnkraftsreaktorer behöver dock av ekonomiska skäl vara i drift en mycket hög andel av tiden, för att täcka sina höga initiala investeringskostnader. Det innebär att även om flexibilitet från kärnkraftverk är, eller kan göras, tekniskt möjlig, är den mer sällan ekonomiskt rationell.

Gasturbiner

Gasturbiner kan starta snabbt och nå full effekt på mycket kort tid, någon minut upp till en kvart, beroende på typ och storlek. De har hög rampningshastighet och går att köra på låga effekter. Snabbheten i kombination med hög effekt och relativt låga investeringskostnader gör gasturbiner till en bra reservkraftskälla och kan placeras ut i kraftsystemet där de gör mest nytta. Den huvudsakliga kostnaden är bränslet vid drift.

Gasturbinerna drivs oftast med fossila bränslen, men en övergång till biobränslen är tekniskt sett möjlig. Karlshamnsverket (622 MW), som är Skandinavien största topp- och reservkraftverk, går att köra både på gas och olja. Vätgas framställd med billig intermittent energi i kombination med gasturbiner kan ge flexibilitet upp och ned, men även energilagring i form av komprimerad vätgas.

Svenska kraftnät äger genom Svensk Kraftreserv AB fem gasturbinanläggningar som tillhandahåller reservkraft.

Slutsatser om flexibilitet hos elproducenter

- En större andel intermittent elproduktion i både Sverige och grannländerna ökar behovet av flexibilitet i kraftsystemet. Målsättningen måste vara att skapa ett stabilt och kostnadseffektivt kraftsystem.
- Utbyggnad av ny elproduktion, både planerbar och intermittent, är nödvändig för att klara klimatomställningens ökade behov av el. Mer elproduktion minskar risken för höga elpriser och effektbrist, men en högre andel väderberoende kraftslag medför ökad volatilitet som måste hanteras på kort och lång sikt.

- De väderberoende kraftslagen kan bidra med mer flexibilitet än idag, särskilt nedreglering. Förutsättningarna styrs av fler faktorer än vädret, till exempel teknik, PPA-avtal med mera. Ur ett resursekonomiskt perspektiv är det bättre att öka elanvändningen, till exempel genom energilagring, än att exempelvis spilla vind då vindkraften producerar mer än planerat. Samtidigt kan inte kraftsystemet byggas för att nyttja all el som går att generera. Hur och om elen ska användas avgörs i slutänden av vad marknaden finner lönsamt.
- Bränslebaserade kraftslag som används sällan, som gasturbiner för reservkraft, är en relativt kostsam flexibilitetsresurs, men dessa har lägre investeringskostnader än till exempel vattenkraft. Betydelsen av snabb reservkraft med stor effekt ökar i ett kraftsystem med en hög andel intermitterant kraft.
- En större andel baskraft minskar volatiliteten i elproduktionen och därmed behovet av flexibilitet. Mer kärnkraft gör att mer av vattenkraftens flexibilitetspotential frigörs, då vattenkraft som producerar baskraft kan användas som reglerkraft. Ny kärnkraft i Sverige beräknas tas i drift först efter 2035. Ny kärnkraft efter 2035 skulle öka andelen planerbar elproduktion i kraftsystemet, med minskad volatilitet och lägre flexibilitetsbehov som följd.
- Vattenkraften är helt avgörande för kraftsystemets flexibilitet, tack vare stor reglerförmåga och energilagring i kraftverksdammar. Den stora samhällsekonomiska nyttan av att höja kapaciteten i befintliga vattenkraftverk motiverar skyndsamma reformer av regelverket för miljötillstånd.
- Vilka flexibilitetsresurser på produktionssidan som bör stimuleras i kraftsystemet behöver analyseras utifrån samhällsekonomiska konsekvenser. Hänsyn behöver också tas till behoven av uthållighet och effekt, och inte minst till var behoven geografiskt finns. Ett systemperspektiv på kraftsystemets utveckling är nödvändigt. Klimat- och miljöaspekter behöver också vägas in.
- Tydlighet från politiken om inriktningen för framtidens kraftsystem är nödvändig. Ny kärnkraft reducerar behovet av flexibilitetsresurser, men vetskapen om att ny kärnkraft planeras kan göra det mindre attraktivt att investera i annan flexibilitet – och annan elproduktion – också innan kärnkraften kommer på plats. Oplanerade driftstopp i stora produktionsenheter som kärnkraftverk medför höga krav på redundans för att klar driftsäkerheten, vilket också är en sorts flexibilitetsbehov kraftsystemet behöver. Fler SMR-reaktorer i kraftsystemet ger sannolikt en mer robust kärnkraftsproduktion.
- Kraftvärmeproduktionens spridning i landet och närheten till befolkningscentra förstärker dess nytta i kraftsystemet. Planerbarhet och möjlighet till energilagring tillför flexibilitet. För att utveckla kraftvärmens behövs en översyn av beskattningen och hur energiprestanda beräknas.

Elanvändare

Det finns i huvudsak två möjligheter till flexibilitet på elanvändarsidan: lastförskjutning (efterfrågefleksibilitet) och förbrukningsreduktion (betald eller obetald bortkoppling av last). Kostnaden för elenergi och effekt utgör ett starkt ekonomiskt incitament för att planera elanvändningen till tider med lägre elpris, i den mån det är möjligt.

Marknadslogiken innebär att i en situation där elpriset stiger kommer de elanvändare som har lägst lönsamhet i att använda elen att avstå från elanvändning (om de kan). Det leder till minskad efterfrågan och tillför på så sätt kraftsystemet användarflexibilitet.

Potentialen för användarflexibilitet styrs inte bara av tekniska eller direkta ekonomiska faktorer utan även en rad indirekta faktorer påverkar, till exempel hur logistikkedjor påverkas av ojämna flöden, kundkrav på leveranssäkerhet, möjligheten att schemalägga personal för att möta flexibilitetsbehov, miljötillstånd som kan begränsa möjligheterna att bedriva verksamhet vissa tider på dygnet med mera.

Ett mer volatilt kraftsystem påverkar enskilda företags lönsamhet, och ökar deras behov av aktivitet och kompetens. Det råder dock brist på den kompetens som efterfrågas, och fokus flyttas från företagets kärnverksamhet.

Elintensiv industri har svårt att svara på prissignalen

På företagsnivå kan förmågan att vara flexibel variera över tid beroende på vilka faktorer som väger tyngst. I en högkonjunktur med högt kapacitetsutnyttjande är företagets möjligheter att vara flexibla små, eftersom det är svårt att förlora produktion och samtidigt hålla leveranstiderna. Ökad lagerhållning för att klara tillfälliga produktionsminskningar är sällan ett alternativ för industrin, med hänsyn till kapitalbindning och marknadsrisker.

Även om elpriset är så högt att produktionen blir olönsam är det svårt att planera om produktionen. För elintensiva industrier med stora laster kan avvikelser från den planerade produktionen skapa flera problem, som gör att de hellre tar kostnaden av ett högt elpris.

Produktionen planeras ofta veckovis, medan elpriset sätts för nästkommande dag. Det innebär att en extrem högkostnadsperiod kommer med en dags varsel. Även om elpriset går att prognostisera någorlunda en till två veckor framåt inträffar händelser som medför oväntade prisrörelser.

Det är i regel svårt att ställa om en komplicerad tillverkningsprocess med kort varsel. Om industrin avviker från planeringen hamnar den i obalans. Det medför avgifter till Svenska kraftnät, som är inte är kända på förhand. Potentiellt kan obalansen kosta maximalt 10 000 EUR/MW. Men i normalfallet är obalanskostnaderna betydligt lägre.

Kostnadsökningen och osäkerheterna är bekymmersamma för industrin. Ett verkligt exempel från stålindustrin illustrerar problemet. Det inte går att säga på förhand om en kvarts obalans kommer att kosta 400 000 kr i avgifter eller ett mer hanterligt belopp. Risken för en hög obalanskostnad behöver vägas mot besparingen av att flytta last till en period med lägre elpris. Osäkerheten gör det svårt att avvika från produktionsplanen, vilket inte uppmuntrar till flexibilitet.

Ett annat hinder för stora elanvändare är att deras elanvändning är så stor att avvikelser från produktionsplanen kan vara marknadspåverkande, och därför är olagliga.

Effekttariffer kan komplicera produktionsplaneringen, eftersom ett företag som styr undan höga elpriser samtidigt kan drabbas av högre nätkostnad. Incitament som motverkar varandra gör det svårare att styra industriernas mer elintensiva processer efter marknadssignaler.

Samtidigt finns det flexibilitetspotential i delar av verksamheten som kan realiseras, men som är instängd på grund av att regelverken inte är tillräckligt flexibla. Exempelvis kan många icke-kontinuerliga elintensiva tillverkningsprocesser planeras så att de styrs ifrån förväntade höglastperioder, främst morgon och eftermiddag. Detta gäller förutsatt att det är möjligt med hänsyn till leveransplaner och arbetstider.

Flexibilitetspotentialen hos olika resurser på användarsidan

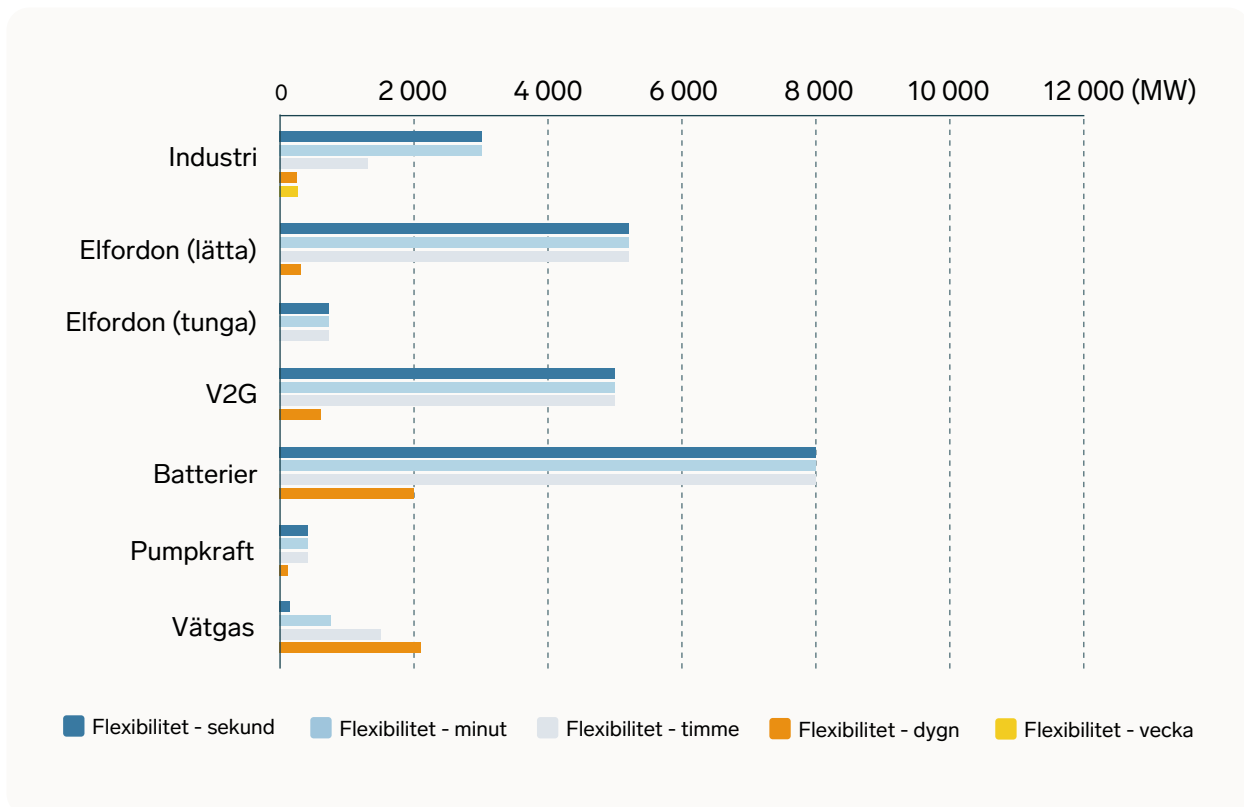
Energimyndighetens delrapport Flexibilitet inom elsystemet – Målgruppsanpassad information och potentialbedömningar²⁷, visar att större industrier kan vara flexibla med 5–15 procent av sin elanvändning år 2030.

Undersökningen baseras på intervjuer med företag inom basindustrin, som uppskattar möjligheten att vara flexibla med en uthållighet från en timme till ett dygn. Den praktiska flexibilitetspotentialen skiljer sig mycket från den teoretiska. Den uppskattade flexibilitetspotential avseende effekt visar en teoretisk potential för den sammanlagda industrins upp- och nedregleringskapacitet som är omkring fem gånger högre än den praktiska potentialen. Energimyndighetens bedömning är mycket översiktlig, men visar en tydlig variation mellan branscher och företag, som visar komplexiteten i frågan.

Det bör också påpekas att den flexibilitet som industrier teoretiskt kan erbjuda, möter ett antal ekonomiska, regulatoriska och praktiska hinder. Till exempel uppfyller den sällan kraven för att ingå på Svenska kraftnäts stöd tjänstmarknader. Den kan också vara olaglig, inlåst på grund av effektavtal med nätoperatörer, eller medföra kostnader eller risker som gör det rationellt att avstå.

27. Energimyndigheten; Flexibilitet inom elsystemet – Målgruppsanpassad information och potentialbedömningar, ER 2025:20 (2025).

Figur 9 . Kraftslagens tekniska flexibilitetspotential varierar avseende effekt (MW) och tidsperspektiv. Sammanställningen tydliggör vattenkraftens stora betydelse som reglerkraft. Källa: Power Circle.



Ökande potential för efterfrågefleks

Power Circles bedömer att industrins flexibilitetspotential kommer att öka väsentligt fram till 2030. Upp till 30 procent av installerad effekt i kortsiktig flexibilitet antas, vilket får anses vara en betydande del av industrins elanvändning.

Tabell 2. Power Circles bedömning av industrins flexibilitetspotential till 2030 (2025).

Källa: Power Circle.

	Flex – sekund	Flex – minut	Flex – timme	Flex – dygn	Flex – vecka
Potential 2030	3 000 MW	3 000 MW	1 300 MW	250 MW	250 MW
Potential 2030 % av installerad effekt	30 %	30 %	13 %	2 %	2 %
Nuläge	400 MW	600 MW	300 MW	0 MW	0 MW

I Power Circles kartläggning av flexibilitetsresurser från 2022 ges en bild av olika industriprocessers flexibilitet. Massa- och pappersindustrin har den i särklass största flexibilitetspotentialen.

Tabell 3. Power Circles kartläggning³⁰ av flexibilitetspotential per industri, samt vilka industriprocesser som antagits vara flexibla (2022). Källa: Power Circle.

Industri	Flexibla processer	Total flexibilitet i Sverige
Massa- och papper	Raffineringsprocessen	1030 MW
Stålverk	Elektrisk ljusbågsugn	180 MW
Aluminium	Aluminiumelektrolys	65 MW
Kemi	Kloralkaliprocessen och oljeproduktion	65 MW
Cement	Cementkvarnar	34 MW
Industri med egen produktion	Reservkraft	6 MW
Hybrit (år 2045)	Vätgasproduktion genom elektrolys	1233 MW
Serverhallar (år 2045)	Ventilation och kyla	189 MW

29. Power Circle: Flexibilitetsresurser, potential och behov år 2030, Flexibility delrapport 1 (2025).

30. Power Circle: Flexibilitet för ett mer stabilt och driftsäkert elsystem – en kartläggning av flexibilitetsresurser (2022).

Datacenter

Kraftigt ökande effektbehov

Digitala tjänster och AI driver behovet av beräkningskraft. Utvecklingen går snabbt, vilket skapar efterfrågan på både en snabb utbyggnad av elproduktion och elnät. Branschen bedömer att 75-80 procent av nuvarande tillväxt kan hänföras till AI. Elbehovet till 2030 har uppskattats tändra till till mellan 5 och 15 TWh/år, vilket ska jämföras med dagens elanvändning om 3-4 TWh/år.³¹ De största datacentren har ofta stora effektbehov på flera hundra MW.

Användningen styr möjligheterna till flexibilitet

Datacenter kan bidra med flexibilitet till kraftsystemet. Eftersom mängden beräkningar korrelerar med effektbehovet, går det att snabbt minska eller öka effektuttaget. Teoretisk kan last pausas eller flyttas till andra datacenter. Det finns dock tekniska begränsningar och precis som inom industrin kan åtaganden gentemot kunder göra det svårt att reglera elanvändningen.

Inom exempelvis molnlagring kan inte datacentret reglera elanvändningen, annat än utifrån kundernas behov. Dessa tjänster har mycket begränsad flexibilitetspotential, eftersom datan ska hållas tillgänglig för kunden oavsett aktuellt elpris eller effektsituation.

Datacenter som bryter kryptovaluta har inte lika stort beroende av oavbruten elförsörjning, eftersom avbrutna beräkningar kan startas om och ingen kund drabbas. De går i princip konstant på full kapacitet, så länge det är ekonomiskt motiverat. Eftersom de snabbt kan dra ned på produktionen ger det bra möjligheter att delta på nedregleringsmarknaden. Ett antal kryptodatacenter är aktiva på stödtjänstmarknaden.³²

Effektbehovet ökar i SE3 och SE4

Att flytta stora mängder data geografiskt medför begränsningar i form av fördröjningar. Det innebär att det inte går att flytta vissa beräkningar till datacenter i områden med lägre elpris. De innebär också att datacenter har fördelar av att ligga i anslutning till kunderna och detta trumfar elkostnaden. Till skillnad från beräkningar för kryptovalutor kräver realtidsanalys och transaktioner svarstider på några få millisekunder och därmed närhet till användarna. Vilket styr lokaliseringen till större städer i SE3 och SE4 som redan har ett ansträngt elnät och ett betydande elunderskott.

31. Energiforsk: Datacenter som flexibilitetskapacitet, Report 2025:1089 (2025).

32. Svenskt Näringsliv: Effekter av datacenterutbyggnaden för elsystemet (2026).

Betydande reservkraftkapacitet

Ett datacenter kan inte vara utan el, vilket ställer krav på reservkraft för att kunna driva de viktigaste delarna av verksamheten vid strömavbrott. Reservkraften kan vara i form av reservkraftverk eller batterier som också kan bidra med stödtjänster till kraftsystemet. Miljötillstånden för reservkraftverken medger sällan några längre driftstider. Om det är affärsmässigt motiverat skulle reservkraft vid datacenter, med ändrade miljötillstånd, kunna tillföra kraftsystemet flexibel elproduktion.

Beroende på intäkterna från stödtjänstmarknaden kan det vara motiverat för datacenter att investera i mer batterikapacitet än vad som behövs för att säkerställa verksamhetens behov av kontinuerlig elförsörjning.

Fastigheter

Elanvändningen inom fastighetssektorn är huvudsakligen kopplad till uppvärmning. Energimarknadsinspektionens analyser visar att den allra största flexibilitetspotentialen finns hos hushållens uppvärmningssystem – motsvarande mer än kärnkraftens effekt under en timme, baserat på en genomsnittlig timme under vintern (december 2021-februari 2022).³³

Det är dock stor skillnad mellan den teoretiska flexibilitetspotentialen (i princip styrning av alla värmepumpar, batterier och andra resurser som kan reagera på externa signaler) och den som kan uppnås i praktiken. Beroende på utomhustemperaturen kan den värme som lagras i husstomme och inredning skapa en värmebuffert som räcker upp till ett par timmar, med en rimlig boendekomfort. Uthålligheten i lastförskjutningen är beroende av hur varierande uppvärmning de boende accepterar.

Smart styrning av ventilationsfläktar, värmepumpar i kombination med ackumulatortankar för värmelagring, inte minst i kombination med solceller och batterilagring, kan bidra med flexibilitet. Tillsammans kan flera olika fastighetsägare genom aggregatorer tillgängliggöra sina resurser på balans- och stödtjänstmarknaderna.

Om många värmepumpar som styrs av aggregatorer eller på andra centraliserade sätt gått på sparlåga för att sedan öka produktionen, kan det leda till en kraftig effektbehovstopp när ”värmeskulden” betas av, vilket behöver hanteras för att undvika frekvensstörningar.

Järn, stål och aluminium

Fossilfri stålproduktion väntas öka elanvändningen kraftigt.

Framställning av stål och aluminium är mycket elintensiv. Järn- och ståltillverkning använde totalt 20 TWh energi, varav 7 TWh el år 2023. Det är främst masugnarna som använder stora mängder fossil energi idag. Framtidens järn- och stålproduktion siktar på att fasa ut den fossila energin och ersätta den med vätgas framställd av fossilfri el, samt biogas och biokol.

33. Energimarknadsinspektionen: Fördelarna med att använda el flexibelt (hämtat 2025-06-16).

Teoretiskt medför vätgasanvändningen en potentiellt stor flexibilitet, förutsatt att det finns tillräcklig kapacitet att framställa vätgas under perioder med lågt elpris och lagra den till perioder med högt elpris. Kostnaden för elektrolysörer och vätgaslager är dock så hög att det i praktiken är svårt att inom överskådlig tid investera i överkapacitet som ger flexibilitet.

Kapacitetsutnyttjande och teknik avgör flexibiliteten

Om stålproduktionen inte går på full kapacitet bör det skapa större förutsättningar att flytta lasten med ledning av prissignalen från elmarknaden, även om det finns tekniska begränsningar.

Fler start och stopp och justeringar av produktionskapaciteten sliter på produktionsutrustningen och medför ökade underhållskostnader och risk för produktionsbortfall. Aluminiumindustrin använder kontinuerliga processer vilket gör det svårt att minska produktionen under vissa nivåer, men det finns utrymme för viss efterfrågefleksibilitet och forskningsprojekt pågår.³⁴

Processen att smälta stål i en ljusbågugn går inte att avbryta utan att riskera komplikationer. Smältorna är noggrant planerade. Om något skulle gå fel i produktionen, som att det av säkerhetsskäl inte går att starta på utsatt tid kan den obalans som uppstår inom drifttiden (15-minutersperioder) medföra en extremt hög avgift för obalansen. Detta kan kosta flera miljoner kronor, men hur hög obalanskostnaden blir beror på det aktuella balansläget, och går inte att veta sig förrän i efterhand.

Massa och papper

Sveriges största elanvändare

Massa- och papperstillverkning är elintensiva och till stor del kontinuerliga processer. Branschen står för 38 procent av industrins elanvändning, motsvarande 18 TWh, men är samtidigt en stor elproducent. Många massabruk har hög självförsörjningsgrad.

Minskande andel flexibel produktion

Historiskt har tillverkning av mekanisk massa, med mycket elkrävande kvarnar som frilägger träfibrerna, kunnat erbjuda förbrukningsflexibilitet till effektreserven. De stora slipar som används för att frilägga fibrerna har stora effektuttag, men de kan startas och stoppa inom 15 minuter. Idag är produktionen av mekanisk massa betydligt mindre än tidigare, på grund av mindre tidningspappersanvändning. Därmed begränsas den flexibilitet som kan erbjudas.

Pappersmaskinerna är byggda för att gå kontinuerligt och stoppas i praktiken inte av prissignaler från elmarknaden. Produktionen av kemisk massa kan rent tekniskt pausas, men massans kvalitet försämras inom några timmar, vilket medför en begränsning och ställer krav på lagerhållning.

Priset på el påverkar produktionen och viss flexibilitet att öka elanvändningen vid låga priser finns. Exempelvis kan ånga produceras i elpannor, vilket gör att energi kan lagras i form av biobränsle, för att användas i biobränslepannor, under perioder med högre elpris.

34. European Aluminium: Demand-Side Response & Flexibility: Key Considerations For The European Aluminium Industry Position Paper (2025).

Gruvnäring

Gruvnäringen är en stor elanvändare, 5 TWh per år huvudsakligen i norra Sverige (SE1-SE2). Gruvor och smältverk har en viss potential att vara flexibla i sin elanvändning beroende av verksamhetens typ och tekniska förutsättningar. Exempelvis måste ventilation och vattenpumpar alltid gå.

Begränsningarna av flexibilitet beror främst på kostnaderna för produktionsbortfall, säkerhet och produktkvalitet. Till exempel har ett smältverk svårt att pausa processer utan att påverka produktkvalitet eller lönsamhet. Stillestånd är kostsamma.

Övergång till batteridrivna fordon kan ge tillgång till batterikapacitet som i viss utsträckning kan användas som flexibla resurser. På ett gruvområde finns många motorer, som driver krossar, transportörer och liknande. Tillsammans har de en relativt stor flexibilitetspotential, då de kan aggregeras och styras så att de kan erbjudas som balanseringsresurser.

Kemi och läkemedel

Kemisektorn är en elanvändare vars elbehov ökar kraftigt, till följd av klimatomställningen. Branschen är dessutom beroende av fossil råvara för sina produkter och klimatomställningen innebär att kemiindustrin väntas öka användningen av biobränsle kraftigt. År 2023 användes 6 TWh el, men redan till år 2030 väntas det årliga elbehovet fördubblas. Till stor del avser det tillkommande elbehovet framställning av vätgas som råvara, vilket kan tillföra en hel del flexibilitet.

Kemisk industri är ofta storskalig med kontinuerliga processer som är känsliga för störning. Olika processer tål start och stopp olika väl. Exempelvis kan elektrolys i ammoniakproduktion pausas och styras. Andra processer kan vara extremt känsliga. Tillverkning av läkemedel ställer höga krav på elkvalitet och små störningar under produktionen kan resultera i att en hel sats av läkemedel behöver kasseras, vilket är kostsamt. Med hänsyn till teknik och kostnader är möjligheterna till flexibilitet begränsade.

E-bränslen

Drivmedelsindustrin i Sverige använder idag 1 TWh el per år, huvudsakligen för att producera fossila drivmedel. Flexibiliteten begränsas av kontinuerliga processer. På sikt kommer de fossila drivmedlen fasas ut och till stor del ersättas av e-bränslen (från koldioxid och vätgas) och avancerade biobränslen (bioelektrobränslen från biomassa och vätgas). Elbehovet väntas öka väsentligt, till hela 22 TWh år 2035, enligt SKGS kartläggning.³⁵

Elektrobränslen är ett sätt att lagra elenergi för senare användning. Jämfört med vätgas är det enklare och billigare att lagra flytande e-bränslen. Produktionen av e-bränslen är elintensiv, men betydligt mer flexibel än befintliga raffinaderier. Flexibiliteten styrs mycket av möjligheten att lagra vätgas.

35. SKGS: Industrins elbehov till 2035 – en kartläggning (2025).

Tillverkningsindustri

Tillverkningsindustrin är mångfacetterad och flexibilitetspotentialen skiljer sig åt mellan olika företag. En stor andel (83 procent) av företagen har färre än fem anställda. Sammantaget använde tillverkningsindustrin 5 TWh el (2023), med en uppskattad flexibilitet om 10–15 procent.³⁶

Delar av produktionen går att styra, genom exempelvis varvtalsreglering, vilket aggregerat gör att tillverkningsindustrin kan delta på de olika marknaderna för flexibilitet. Särskilt lokalt kan stora tillverkningsindustrier bidra till att avlasta kraftsystemet och frigöra kapacitet i elnätet genom deltagande i lokala flexibilitetsmarknader.

Vissa elkrävande processer, som härdning av stål, kräver hög effekt under en begränsad tid och kan teoretiskt förläggas till tider med god tillgång på el. Inte sällan utgör arbetskostnaden en betydligt större andel av produktionskostnaden inom tillverkningsindustrin jämfört med basindustrin. Vilket gör det svårare, både ur ett ekonomiskt och ett arbetsrättsligt perspektiv, att förlägga produktion till tider på natten då elen är billig.

Andra delar kan inte vara flexibla, målningslinjer eller simuleringar av klimat inom bilindustrin kan inte avbrytas utan kostsamma konsekvenser. Ett stopp i stora tillverkningsprocesser som biltillverkning är sällan motiverat utifrån kostnaden för el, eftersom produktionsbortfallet är betydligt dyrare.

Transporter

Transportsektorn väntas öka sitt årliga elbehov från 7 till 23 TWh till år 2035. Elektrifieringen av lastbilar och personbilar kommer att kräva mycket av kraftsystemet, men samtidigt erbjuder fordonsbatterierna stor flexibilitetspotential.

Möjligheterna till flexibilitet styrs inte bara av priset på el och tillgänglig kapacitet i elnätet. Laddningstid och transportbehov påverkar när effektbehovet uppstår. Fordon i yrkestrafik har väsentligt högre nyttjandegrad än personbilsflottan, som står still en stor del av dygnet vid hem och arbetsplatser. Förutsatt att kostnaden för laddningsboxar anpassade för Vehicle-to-Grid (V2G) och annan infrastruktur gör det ekonomiskt intressant att ansluta elbilsbatterier kan de aggregeras, med stor teoretisk flexibilitetspotential. Eventuellt behövs stöd eller andra incitament för att realisera potentialen.

Lätta transporter som budbilar klarar en arbetsdag på en laddning, och kan i stor utsträckning ladda batterierna över natten då elpriset är lägre. Om det går snabbt att ladda, kan laddningen ske på de tidpunkter elen är billigast och elnätet minst belastat.

Tyngre lastbilar kan behöva ladda batterierna oftare, även på tider då kraftsystemet är ansträngt, för att kunna hålla leveranstiderna. Detta begränsar flexibiliteten. Laddningen kan i viss mån spridas ut över dygnet, med snabbaddning på dagen (till exempel under chaufförernas lagstadgade vilotider) och depåladdning på natten.

36. Energimyndigheten: Flexibilitet inom et – Målgruppsanpassad information och potentialbedömningar (2025).

Ellastbilar är än så länge väsentligt dyrare än lastbilar med förbränningsmotor, vilket gör att de behöver maximal körtid för att bära investeringen. Behovet av att minimera stilleståndstiderna över hela dygnet påverkar möjligheten att vara flexibel. Lägre kostnader för ny batteriteknik bör ge större flexibilitet att planera in stilleståndstider för laddning.

Konsekvenser för användarna när behovet av flexibilitet ökar

Förutsättningarna att vara flexibel varierar

Näringslivets förutsättningar att vara flexibla varierar kraftigt mellan branscher och företag. Den faktiska flexibiliteten bestäms till stor del av de tekniska förutsättningarna, och aktuellt orderläge snarare än elpriset.

Ett högt elpris kan innebära att produktionen går med förlust. Prissäkringar och leveransavtal är nödvändiga för att skapa förutsebarhet. Men spotprisets utveckling har betydelse även för kostnaden för fasta elavtal.

I en lågkonjunktur med lägre resursutnyttjande i ekonomin kan det vara enklare för företag att reagera på prissignalerna från elmarknaden. När fabriker inte går med full kapacitet är det lättare att planera och planera om produktion till tider med lägre elpris. I en högkonjunktur är detta inte lika enkelt eftersom produktionen är i gång en större del av dygnet. Företagens möjlighet till flexibilitet genom lastförskjutning minskar när orderingen ökar och produktionsplanen är fulltecknad.

Industrin är inte designad för flexibilitet

Typiskt sett har industrier med kontinuerliga processer, som papperstillverkning och raffinaderier, mycket svårt att variera sin produktion och därmed elanvändningen.

Produktionskapaciteten är dimensionerad efter tillgång på råvara och avsättning på marknaden. Att överdimensionera en industriell tillverkningsprocess för att öka möjligheterna att parera elpriser är kostsamt. Ökad flexibilitet innebär att industrin byter höga kapitalkostnader mot marginal att låta utrustningen stå still i perioder, utan att producera.

Företagens ökade behov av att parera en större prisvolatilitet har överraskat stora delar av näringslivet. Att vara flexibel på ett lönsamt eller kostnadsbesparande sätt kräver investeringar, samtidigt som osäkerheten om vilken flexibilitet som kommer krävas framgent är stor. Industrins processer är inte byggda för att erbjuda kraftsystemet flexibilitet. Start och stopp sliter mer på utrustningen och leder till ökade underhållskostnader och ofrivilliga stopp på grund av slitaget.

Produktionsstörningar fortplantar sig i flera led

Idag är produktionen noggrant planerad och leveranser av komponenter sker just-in-time. Om produktionstakten störs riskerar det att skapa logistikproblem. En liten störning kan fortplanta sig i flera led och skapa betydligt större problem, vilket är en risk som begränsar flexibilitetspotentialen.

En varierande industriproduktion ställer högre krav på flexibilitet i produktionskedjan som helhet. Transporter som tidigare skett dagtid kanske behöver ske på natten för att kunna hålla leveranstider gentemot kund. Om det blir svårare att planera logistiken ökar behovet av lagerhållning, med åtföljande kostnader för kapitalbindning, lagerlokaler med mera.

Näringslivets förmåga att hantera en volatil elmarknad innebär ökade kostnader inom olika delar av produktionen. Samtidigt som det kan vara svårt att förutse alla konsekvenser av en mer oförutsägbar produktion som anpassar sig till aktuellt elpris. Det lär medföra ett sammantaget lägre resursutnyttjande i och med att behovet av lagerhållning och stilleståndstiderna ökar.

Volatil elförsörjning påverkar näringslivets konkurrenskraft

Den allt större andelen intermittent elproduktion ökar behovet av flexibilitet, på både produktions- och användarsidan. Så ser det ut i flera viktiga konkurrentländer. Det finns tekniska lösningar, men de kräver investeringar som, åtminstone för elanvändarna, ligger utanför deras kärnverksamhet.

Investeringar för ökad flexibilitet kan vara marknadsmässigt motiverade, men de innebär också en politisk risk. Stöd- och incitamentssystem kan ändras snabbt och är svåra att förhålla sig till som företag. Svensk konkurrenskraft påverkas dessutom mycket av hur våra konkurrentländer hanterar konsekvenserna av ett mer volatilt kraftsystem. Subventionerade elpriser är ett sätt att kompensera förlorad konkurrenskraft orsakad av högre elkostnad, som påverkar svenska företag.

I elintensiv industri får elpriset ett direkt genomslag på produktionskostnaden för produkter som i stor utsträckning ska exporteras och konkurrerar på världsmarknaden. Produktion under tider då elpriset är extremt högt kan vara förlustbringande, men med hänsyn till kunderna kanske det inte går att undvika perioder med högt elpris.

Osäkerhet om elkostnaden (elpris, nättariffer, obalanskostnader) mellan tiden från offert till faktisk produktion medför att företagen tvingas göra prispåslag för att hantera kostnadsrisken, vilket både sänker deras konkurrenskraft – och samtidigt är inflationsdrivande i och med att de ökade kostnaderna behöver täckas med högre försäljningspriser.

Lägre kvalitet på elen medför kostnader

Mer volatilitet i kraftsystemet ökar risken för störningar som påverkar elens kvalitet, som avvikelser i frekvens och spänning. Det finns tekniska lösningar som skyddar känslig utrustning från störningar. För elanvändare som behöver hantera risken för störningar innebär det ökade kostnader och att ekonomiska resurser avleds från kärnverksamheten.

Flexibilitet förutsätter kompetens

En utmaning för mindre elintensiva företag på en mer volatil elmarknad är att de inte har personalresurserna att vara en aktiv köpare av el och hantera riskerna med höga elpriser – även om det är tekniskt möjligt att variera produktionen och elanvändningen.

I det perspektivet kan det vara bättre att, i den mån det är möjligt, betala en premie för ett PPA-avtal som skapar förutsägbarhet, eller på andra sätt prissäkra elbehovet. Genom att prissäkra elbehovet på en för verksamheten acceptabel nivå kan risken för kraftigt ökade elpriser hanteras, även om det innebär att man går miste om perioder med låga elpriser.

Obalanskostnader akut hot

Omstöpningsen av marknaden för balanseringen och frekvenshållningen av kraftsystemet har lett till höga kostnader för obalans. Korta handelsperioder på en kvart gör det svårare att planera och styra en verksamhet så att den är i balans. Risken att drabbas av extremt höga obalanskostnader har ökat.

Det är ett problem för både elanvändare och elproducenter att någon timmes obalans kan kosta flera miljoner kronor. Obalanskostnader har tvingat vindkraftsproducenter i konkurs.

Svårförutsebar elkostnad påverkar lönsamhet och värde

Lägre faktisk avkastning eller risk för minskade vinster på grund av oförutsägbara elkostnader kommer, förr eller senare, att återspeglas i företags marknadsvärdering och börsvärde. Lägre och osäker vinst påverkar också möjligheten att låna pengar och finansiera investeringar.

Kostnaden för elförsörjningen påverkar i hög utsträckning även mindre företag och branscher som inte är särskilt elintensiva eller har någon större potential att möta höga och varierande elpriser med flexibilitet. Hotell och restaurang är exempelvis känsliga för höga elkostnader.

Acceptans, intresse och incitament

Varken företag eller hushåll har kapacitet att klara höga elkostnader under längre tid, eller göra alltför omfattande anpassningar till kraftsystemets behov. Hushåll kan till exempel vara intresserade av att styra värmepumpar efter elpris om de tycker det är värt besparingen, men det finns en gräns för hur mycket värmekomfort hushållen är beredda att ge avkall på. Intresset och kunskapen bland hushållen om flexibilitet är låg.³⁷

Detta kommer sannolikt att förändras i takt med att medvetenheten om kraftsystemets funktion ökar. Det kan dock inte uteslutas att hushållens intresse för flexibilitet byts mot irritation när incitamenten för effektuttag och elpris kommer i konflikt. De effektavgifter som var på väg att införas riskerade att äta upp besparingen.

37. Power Circles enkät till hushållen om flexibilitet hade knappt fyra procent svarsfrekvens. Power Circle: Den sociala potentialen för flexibilitet FlexAbility, delrapport 4 (2025).

Det finns också andra sociala faktorer som kan begränsa hushållens tekniska flexibilitetspotential, som intresse och oberoende. Om ett elbilsbatteri bidrar med flexibilitet via en aggregator kan det begränsa möjligheten att använda bilen, vilket kanske inte upplevs acceptabelt av bilägaren.

Skattningar av hur mycket flexibilitet smart laddning och styrning av elanvändning kan bidra med behöver baseras på den praktiskt möjliga potentialen, med hänsyn till elanvändarnas beteende och hur de påverkas av olika incitament och kostnadsutvecklingen på tekniska lösningar.

Slutsatser elanvändares flexibilitet:

- Flexibel elanvändning är möjlig – och kostnadseffektiv – för många elanvändare. Området rymmer betydande affärsmöjligheter, och en snabb teknisk utveckling och innovation. Elintensiv industri med hög flexibilitetspotential är en viktig resurs i kraftsystemet. Flexibilitetsmarknaderna rymmer många affärsmöjligheter för både etablerade och nya företag. Tjänster på dessa områden kommer att efterfrågas i allt högre utsträckning globalt.
- Förutsättningarna att vara flexibel varierar dock stort mellan branscher och företag, och en lång rad hinder föreligger. I sammanhanget är det viktigt att komma ihåg att de siffror som används i diskussionen (exempelvis Energimyndighetens 5-15 procent flexibilitetspotential) är en teoretisk flexibilitet. Vad som är praktiskt möjligt med hänsyn till orderläge, ekonomi och teknik är svårbedömt. Lagar och regler är inte heller utformade för att frigöra befintlig, potentiell flexibilitet till kraftsystemet. Näringslivets efterfrågefleksibilitet har regelbundet överskattats.
- Det är viktigt att de elanvändare och aktörer som kan vara flexibla har incitament att erbjuda sin flexibilitet till marknaden. Att aktivera den flexibilitet som finns tillgänglig till låg kostnad är samhällsekonomiskt effektivt, och bidrar till att sänka kostnaderna även för aktörer som inte kan vara flexibla.
- Regelverken får inte leda till att elanvändare som av tekniska skäl inte kan vara flexibla straffas med högre kostnader, som de omöjligt kan undvika. Effekttarifferna, som syftade till ett mer effektivt utnyttjande av elnätet, riskerade att bli alltför trubbigt utformade. Elanvändare som inte kan styra sin elanvändning riskerade ökade kostnader. För att tillgängliggöra potentiell flexibilitet, där den ger mest nytta, är det viktigt att säkerställa att prissignaler från elmarknaden går fram och inte störs av effekttariffernas utformning.

- Utmaningen i Sverige är att en stor del av elanvändningen inte är i närheten av den flexibilitet som kraftsystemet framöver har behov av. Den svenska processindustrin är avancerad och klimatledande, och utsatt för intensiv global konkurrens. Dess elanvändning är inte särskilt flexibel, och att produktionen av traditionellt papper minskar, har gjort den mindre flexibel. Tillverkningsindustrins begränsade möjlighet till flexibilitet beror på tekniska skäl, marknadsskäl och regulatoriska skäl.
- Bristen på egen flexibilitet gör att industrin påförs allt högre kostnader för att finansiera kraftsystemets behov av flexibilitet. Kostnadsökningarna bidrar till att försämra industrins konkurrenskraft på en global marknad.
- Att använda hushåll som flexibilitetsresurs kan innebära en hög social och politisk kostnad. De investeringar hushållen behöver göra för att vara flexibla, genom att reglera värmen och laddningen av elbilen, behöver löna sig. Incitament behövs och stöd kan övervägas för att realisera potentiell flexibilitet.
- Flexibilitetsresurser behöver tillföras kraftsystemet för att jämna ut elpriset och minska risken för höga obalanskostnader. Oförmåga att hantera en ökande volatilitet, drabbar icke-flexibla verksamheter, som i värsta fall riskerar att slås ut.
- Mer volatila elpriser och ekonomiska krav på användarflexibilitet innebär en höjd risknivå för hela användarsidan av kraftsystemet, vilket försämrar möjligheterna till avkastning och bidrar till högre kapitalkostnader (riskpremie). Risker kan normalt prissättas på en marknad och elpriser säkras över tid, mot en riskpremie. En elmarknad som blir alltför volatil gör det svårare att prissäkra el eftersom risken blir alltför hög om perioderna med extrempriser blir fler. Osäkerheten leder till att kraftsystemet fungerar sämre.
- För att undvika samhällsekonomiskt suboptimal flexibilitet (främst förlorad industriproduktion och exportinkomster) behöver politiken ta ansvar för att flexibilitetsresurser som kan stabilisera kraftsystemet får förutsättningar att realiseras. Staten bör bidra till att kapitalintensiva energiinvesteringar tidigareläggs, om de kan bidra till mer stabila elpriser. Det kan ske genom att sänka affärsrisken och underlätta tillståndsprocesserna för främst kärnkraft och vattenkraft, men även gasturbiner och vätgasinfrastuktur.

- Vilka flexibilitetsresurser som är samhällsekonomiskt rationella beror på planeringen av kraftsystemets utformning på kort och lång sikt. Osäkerhet om teknikutvecklingen talar för att regleringen av marknaden ska ske med lätt hand. Dock kan staten behöva säkerställa att kraftsystemet är leveranssäkert och konkurrenskraftigt, till exempel genom lämpliga incitament för att upprätthålla kraftsystemets nödvändiga förmågor. Tveksamhet om elförsörjningens konkurrenskraft leder till uteblivna investeringar och förlorad ekonomisk tillväxt.
- Utifrån elanvändarnas behov av förutsebara elpriser, finns det en samhällsekonomisk logik i att staten planerar energisystemet för att möjliggöra sådan prisstabilitet som användarna efterfrågar. Marknaden har svårt att leverera detta på grund av stor osäkerhet och storleken på investeringarna som krävs. Vilka flexibilitetsresurser som behövs för att få energisystemet som helhet att fungera kräver planering och investeringar i sådana resurser med sikte mot 2030 och 2035. Hur stora dessa investeringar blir, och var i landet de bör hamna, behöver vara tydligt för kraftsystemets aktörer.
- Kapaciteten att lagra energi behöver öka för att bidra till långsiktig stabilitet i kraftsystemet. Investeringar i energilagring är inte lönsamma för företagen, men är sannolikt samhällsekonomiskt lönsamma. Statens ansvar för att möjliggöra vätagaslagring och andra kostsamma investeringar behöver analyseras.

Innovativ teknik tillför flexibilitet

Den tekniska utvecklingen går fort. Digitaliseringen och AI ger alltmer förfinade möjligheter att styra och reglera såväl efterfrågan som produktion. Det finns många olika tekniska lösningar som kan bidra med flexibilitet. När det gäller teknikval framstår det som mest kostnadseffektivt om marknaden, så långt som möjligt, får styra utvecklingen. Regelverken behöver syfta till att tillgängliggöra så mycket flexibla resurser som möjligt.

Energilager ger möjlighet att tillvarata överskottsel

Flexibiliteten kan också bestå i att använda mer el när elproduktionen är hög och elpriserna låga. På så sätt kan mer energi tillvaratas, i stället för att reglera ned elproduktionen de perioder då sol- och vindkraften har hög produktion.

Genom att omvandla billig el till energi som går att lagra i stora mängder kan flexibilitetsresurser tillföras kraftsystemet. Lagringen gör elanvändare till elproducenter, och ställer högre krav på elnätet. Det finns många tekniska lösningar för energilagring.

Pumpkraftverk som kan köra vattenturbinerna baklänges och pumpa upp vatten till vattenmagasin är en beprövad teknik för att lagra energi, med en verkningsgrad på 70–85 procent.

Genom att använda el vid låga priser för att värma vatten i fjärrvärmesystemets lager, såsom ackumulatortankar, bergrum och groplager, kan elenergi lagras som värme och ersätta biobränslen. Tillgång till lagrat varmvatten ger kraftvärmeverk bättre möjligheter att prioritera elproduktion när det är lönsamt då mer effekt kan användas för elproduktion utan att fjärrvärmeleveranserna påverkas.

Vätgas har stor potential för energilagring, som dock begränsas av höga kostnader för att bygga vätgaslager och elektrolyskapacitet.

Det kan framstå som bättre ur ett resurshushållningsperspektiv om det går att balansera kraftsystemet genom att öka eller minska elanvändningen så att den följer elproduktionen, hellre än att stänga ned elproduktion. Men även om det ur ett samhällsperspektiv låter rimligt att utvinna så mycket elenergi som möjligt, är det inte säkert att de nödvändiga investeringarna för att använda stora mängder el går att motivera för de enskilda företagen och hushållen. Investeringar i batterier, vätgaslager eller överproduktion kan vara svåra att räkna hem även om elpriset är negativt.

Beskattningen av energi hämmar storskalig energilagring

Energiskatt på el tas ut per kWh oavsett elpris, vilket kan ha betydelse för lönsamhetskalkylen och påverkar en rationell användarflexibilitet. El som köps in och lagras i ett batteri betraktas och beskattas som förbrukning. Om elen sedan säljs vidare dubbelbeskattas den när köparen av batterilagrad el också betalar energiskatt på elen. Dubbelbeskattningen hämmar utvecklingen av storskalig energilagring. För småskalig batterilagring av egenproducerad el finns ett undantag.

Algoritmer och AI

Ny teknik för att styra, analysera och prognosticera elproduktion och elanvändning skapar nya möjligheter att optimera och stabilisera kraftsystemet. Automatisering av exempelvis elbilsladdning gör det möjligt att styra effektuttag från nätet till tider med låga elpriser inom ett dygn, och vid behov stötta kraftsystemet genom att ladda ur batteriet.

Bättre styrning är viktigt för enskilda aktörer och kraftsystemet som helhet. Samtidigt finns risker i ett komplext system där många aktörer agerar utifrån egna incitament, vilket vid störningar kan bidra till att destabilisera kraftsystemet. Genom att kapacitet kopplas till och från utifrån de anslutna resursernas lokala förutsättningar, till exempel aggregerade värmepumpar som styrs efter elpris, kan det skapa balanseringsproblem på systemnivå när en större samlad elanvändning synkroniseras. Om en stor mängd elbilsbatterier börjar laddas samtidigt skulle det exempelvis kunna överbelasta elnätet i ett område.

En störning i frekvens kan leda till att kapacitet kopplas ifrån automatiskt för att skydda en anläggning, vilket i sin tur bidrar till att förstärka obalansen. När elanvändning styrs med automatik behöver styrsystemen harmonieras med kraftsystemet som helhet. Smartare styrning bör lösa den här typen av problem. Digitalisering, algoritmer och AI har lägre investeringskostnad än många andra flexibilitetslösningar, och kan därför komma på plats och utvecklas relativt snabbt.

Vätgas

Vätgasproduktion står för en mycket stor del av industrins framtida effektbehov. De nya tillverkningsprocesserna för fossilfritt järn och stål, liksom användningen av vätgas som råvara inom kemiindustrin, kräver stora mängder vätgas. Skogen, Kemin, Gruvorna och Stålet (SKGS) kartläggning av industrins elbehov fram till 2035 visar en ökning från noll till mellan 48–63 TWh de kommande tio åren.³⁸

Vid elektrolys kan 70–80 procent av elen som används lagras in i vätgasen. Bättre teknik väntas minska energiförlusten till 14–18 procent.³⁹

Med bränsleceller kan den kemiska energin i vätgas omvandlas till elektricitet, med vatten som restprodukt. Tekniken är förhållandevis dyr och kräver innovationskritiska metaller. Sett över en hela kedjan el-vätgas-el är verkningsgraden 40-45 procent.⁴⁰ Den låga verkningsgraden talar för att vätgasen främst ska användas för att ersätta fossil energi i industrin.

Även om en stor andel el går förlorad i processen så kan vätgaslagring vara lönsamt om elanvändning vid vätgasframställning planeras till perioder med låga elpriser.

Vätgasproduktionen väntas ha en stor potential att balansera ett mer volatilt kraftsystem med stor andel väderberoende sol- och vindkraft. Teoretiskt skulle vätgasproduktionen kunna tillföra kraftsystemet mycket effektflexibilitet.

38. SKGS: Industrins elbehov till 2035

39. Uniper: Vätgas (hämtat 2025-06-10).

40. Energiföretagen: Vätgas som energilagring (2022-04-01).

Vissa processer för framställning av vätgas går att starta och stoppa relativt snabbt (sekunden) och utan större problem för produktionen. Start och stopp kan dock slita på komponenter. Den reella flexibiliteten begränsas av höga investeringskostnader i överkapacitet och vätgaslager. Om elkostnaden för att framställa vätgas är tillräckligt låg är bränsleceller en intressant teknik.

Vätgaslager ger flexibilitet

Efterfrågefexibiliteten kopplad till vätgasproduktion avgörs av möjligheten att lagra vätgas. För att det ska vara möjligt att utnyttja perioder med billig el för att framställa vätgas krävs kapacitet att lagra och producera mer vätgas än vad verksamheten behöver vid varje enskilt tillfälle. Ju större produktions- och lagringskapacitet desto större uthållighet.

Kostnaden för att bygga vätgaslager är hög, men kostnaden för att bygga elektrolysörer med överkapacitet är mycket hög. Det medför att den vätgasproduktion som byggs, åtminstone inledningsvis, sannolikt kommer att användas för omedelbar konsumtion i direkt anslutning till industrier med mindre buffertlager som ger små marginaler att vara flexibel med elanvändningen.

Industrier som exempelvis planerar att ersätta gasol med vätgas har en befintlig gasolinfrastuktur på plats. Under en övergångsperiod kommer gasol kunna erbjuda viss flexibilitet, om än fossil. Om elen som behövs för att framställa vätgas blir för dyr kan gasol användas som reservenergi.

Batterilagring

Batterilagring (Battery Energy Storage Systems, BESS) är en nyckelkomponent för att öka flexibiliteten i kraftsystemet, och en förutsättning för många flexibilitetslösningar. Batterier möjliggör lastutjämning genom att flytta elenergi från lågpristider till tider med högt pris, och frekvensreglering av elnätet på millisekundnivå. Batterier integrerade i sol- och vindkraftsanläggningar förbättrar möjligheterna att hantera ojämn elproduktion.

Power Circle bedömer att storskalig batterilagring kommer växa snabbt fram till 2030. Flexibilitetspotentialen för uthållighet inom en timme väntas växa till 8 000 MW. Idag är flexibilitetspotentialen inom en sekund 530 MW och inom en timme inte mer än 80 MW. Den flexibilitet som batterilagring ger är snabb och inte särskilt uthållig. Flexibilitetspotentialen tidsperspektivet ett dygn väntas öka från noll idag till 2 000 MW år 2030.⁴¹

Kostnaderna för batterier sjunker, och ny batteriteknik utvecklas. Dagens batterier är dock beroende av kritiska eller strategiska metaller och mineraler⁴², vars utvinning och ursprung gör dem problematiska. Det har också blivit mycket tydligt att särskilt så kallade sällsynta jordartsmetaller har geopolitiska implikationer, vilket Sverige och EU behöver ta hänsyn till. Sverige har dock goda förutsättningar att utvinna många innovationskritiska metaller och mineral.

41. Power Circle: FlexAbility Delrapport 1: Flexibilitetsresurser, potential och behov år 2030 (2025).

42. SGU: Kritiska och strategiska råvaror (hämtat 2025-06-11).

Virtuella kraftverk/Vehicle-to-Grid

Genom att samla distribuerade energiresurser i en digital plattform och styra dem centralt kan ett så kallat virtuellt kraftverk (VPP, Virtual Power Plant) skapas, som kan agera som en enhetlig, kraftresurs och erbjuda stödtjänster. Exempelvis kan hundratals små hembatterier och solceller eller elbilsbatterier aggregeras.

Potentialen för att använda elbilsbatterier på detta sätt (V2G, Vehicle-to-Grid) är stor, och kan bidra med 5 000 MW inom en timme och 600 MW inom ett dygn år 2030.⁴³ Elbilar står parkerade 96 procent av tiden, vilket teoretiskt gör dem tillgängliga både i hemmen och på arbetsplatsernas parkeringar.

Elbilar kan också tillföra flexibilitet genom att effekten i utvalda laddstationer regleras, något som knappt märks för den enskilde elbilsägaren, men som på aggregerad nivå har betydelse.

För att öka elbilsparkens flexibilitetspotential krävs infrastruktur för dubbelriktad laddning och standardiserade system. Elbilar kan i hög utsträckning bidra till allt från lokal flexibilitet till stödtjänster och energi-arbitrage. Till skillnad från till exempel hembatterier (som ofta kompletterar solceller) är elbilsbatterierna flera gånger större och kan bidra mer när det verkligen behövs.

Beskattningen av elanvändningen avgör i hög utsträckning vilka investeringar som är lönsamma. Elnätsavgifter är också avgörande, även dåligt utformade effekttariffer kan göra det olönsamt att tillhandahålla stödtjänster.

Flexibilitetspotentialen beror på hur snabbt antalet elbilar ökar och hur intresserade hushållen är av att delta med resurserna. Energimarknadsinspektionen räknar med att 10 procent av bilparken kan bidra med flexibilitetstjänster till år 2030.⁴⁴ Power Circle har undersökt vad de kallar sociala aspekter på flexibilitet, vilket visar att det finns barriärer för att delta, till exempel i form av ekonomiska incitament, autonomi och teknikintresse.⁴⁵

Ökat genomslag för tekniken förutsätter standardisering och eliminering av dubbla avgifter. När en elbil laddas belastas elen med energiskatt, nätavgifter och moms. Vid urladdning till nätet sker ingen generell återbetalning av dessa kostnader.

För att en större andel av elbilsparkens flexibilitetspotential ska kunna utnyttjas förutsätts lönsamhet och enkelhet. Elbilsbatterier kan delta på flera olika flexibilitetsmarknader, till exempel på lokala flexibilitetsmarknader. När elmarknaden blir allt mer komplex med nya aktörsled är det viktigt att säkerställa att det inte blir en dubbelbeskattning av el.

Tillgången till marknaden ges generellt via elbolag. Vilket kan begränsa möjligheterna för hushåll, som inte sällan byter elbolag. EU:s elmarknadsdirektiv⁴⁶ ska underlätta ren handel med el och stödtjänster från oberoende aktörer, men den svenska implementeringen dröjer.

43. Power Circle: FlexAbility Delrapport 1: Flexibilitetsresurser, potential och behov år 2030 (2025).

44. Energimarknadsinspektionen: Främjande av ett mer flexibelt elsystem (2023).

45. Power Circle: FlexAbility, Potential, värde och målkonflikter för nya flexibilitetsresurser, Delrapport 4, Den sociala potentialen för flexibilitet (2025).

46. (EU) 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU

Tryckluftslager

En teknik som kan användas för energilagring är tryckluft, CAES, Compressed Air Energy Storage. Övergivna bergtrum kan fyllas och användas som tryckluftstankar. När det är överskott på el kan kompressorer pumpa in luft under högt tryck i bergtrummet, och sedan kan energin återvinnas genom att tryckluften driver en elgenererande turbin. Det finns två CAES-anläggningar i drift, den största, Huntorf i Tyskland, har en effekt på 320 MW under två timmar.⁴⁷

Tekniken förutsätter stora volymer på grund av tryckluftens begränsade energitäthet. Stora mängder energi skulle kunna lagras över relativt lång tid, om än till relativt låg verkningsgrad (ca 42–53 procent). För att expandera tryckluften och köra den igenom turbinen används i traditionella system naturgas, vilket ger fossila utsläpp. En övergång till förnybara värmekällor är en förutsättning.

Tryckluftslagring har stora initiala kostnader, men lämpliga lagringsplatser kan ge relativt kostnadseffektiv energilagring som inte kräver kritiska råvaror som batterier.

Svänghjul

Svänghjul (FES, Flywheel Energy Storage) lagrar energi i en roterande massa (svängmassa). Ju tyngre svängmassan är desto större rörelseenergi och rörelsetröghet (inertia), som kan användas för att stabilisera frekvens och spänning.

Kort svarstid, hög energitäthet och hög verkningsgrad och tillförlitlighet gör att svänghjul snabbt kan absorbera och leverera energi och bidra till att stabilisera frekvenshållningen (FFR, Fast Frequency Reserve) i elnätet på millisekundnivå.

Termiska kraftverk med stora roterande turbiner och generatorer har stor svängmassa. Men det går att få samma stabiliserande nytta genom att låta tunga svänghjul rotera i så kallade synkronkompensatorer. På så sätt kan tröghet och kortsiktig energilagring tillföras kraftsystemet.

Svänghjulstekniken är lämplig för att stabilisera intermittent elproduktion lokalt, i kombination med batterier. Variationer i vinden kan jämnas ut genom att överproduktion lagras som rörelseenergi i svänghjulen som sen kan återvinnas och matas ut på nätet inom några millisekunder.⁴⁸

Ett sådant hybridlager kan ge aktivt stöd till sol- och vindkraft så att frekvensen kan hållas mer noggrant. Litet utrymmesbehov och inga utsläpp är fördelar. Investeringskostnaden är hög, men driftskostnaden låg. Svänghjul klarar hundratusentals laddcykler och kräver inte sällsynta jordartsmetaller som många batterier gör. Verkningsgraden är hög, omkring 90 procent.

I liten skala kan svänghjul användas för att optimera snabbaddning av bilar, som då kräver lägre effektuttag från elnätet för att ladda elbilsbatterier. Mellan laddningarna varvas svänghjulet upp och lagrar elenergi som rörelseenergi, för att sedan laddas ur snabbt till elbilsbatteriet.

47. Energy Conversion and Management, Volume 209, 1 April 2020, 112662. Energy Conversion and Management, Assessment of the Huntorf compressed air energy storage plant performance under enhanced modifications (2020).

48. ABB: Regenerativa drivenheter och motorer frigör kraften i energilagring med svänghjul för att stabilisera Europas nät (2022-07-14).

Suprakondensatorer

Suprakondensatorer kan bidra med flexibilitet genom att de kan laddas och laddas ur snabbt med hög effekt, och således dämpa volatilitet från elproduktion. De tål miljontals laddningscykler, men lagrar inte så stor mängd el, vilket gör dem lämpliga för snabb frekvensreglering.

Den initiala kostnaden är hög, men livslängden är lång. Suprakondensatorer i hybridsystem kompletterar batterier, som tål betydligt färre laddningscykler men har större lagringskapacitet.

Suprakondensatorer kan användas av elanvändare för att hantera effekttoppar och minska belastningen på elnätet.

Slutsatser om övriga flexibilitetslösningar

- Olika flexibilitetslösningar behöver kombineras utifrån kraftsystemets förutsättningar, som varierar mellan elhandelsområden och länder. På europeisk nivå behöver vissa grundläggande förmågor avkrävas alla länders kraftsystem. De länder där elanvändare och stater har utgifter för systemförmågor som exporteras, behöver i högre utsträckning ersättas för detta. Alla förmågor som bidrar till ett mer flexibelt kraftsystem behövs. Så långt det går med marknadslösningar, men hänsyn behöver tas till vad som är samhällsekonomiskt rationellt.
- Ansvaret för flexibilitet som är kopplad till elpriset, till exempel batterilagring vid industrier och kraftverk ligger på aktörerna som agerar utifrån marknadssignaler. Ansvaret för den systemstabiliserande flexibiliteten hamnar i huvudsak på Svenska kraftnät, som har det fysiska balansansvaret. Stödtjänstmarknaden underlättar balanseringen, men vid behov kan Svenska kraftnät vidta de åtgärder som behövs för att realisera nödvändiga flexibilitetsresurserna. Om de inte går att uppbåda på marknaden till en rimlig kostnad kan Svenska kraftnät agera, till exempel genom att placera ut gasturbiner på strategiska punkter för att stabilisera kraftsystemet. Regler för statsstöd och marknadspåverkan kan dock påverka möjligheterna.
- Regleringar och stöd som ger incitament för ökad flexibilitet kan vara en del av en marknadslösning. Teknikneutralitet i sådana system är att föredra för att möjliggöra teknikutveckling och konkurrens. En innovativ och konkurrenskraftig sektor för teknisk utveckling av flexibilitetsresurser har betydande exportpotential. Sverige har exempelvis ledande företag inom kraftelektronik som är en strategisk sektor för utvecklingen av framtidens flexibla kraftsystem.

Elnät

Tillräcklig överföringskapacitet i elnätet är en förutsättning för ett flexibelt kraftsystem. Det pågår en översyn av flexibilitetsbehovet inom EU, som ska redovisas av medlemsländerna till kommissionen under 2026. Region- och lokalnätstföretag ska redovisa behovet av att ändra eller begränsa resursers inmatning och uttag av el för att hantera fluktuationer, osäkerheter och förändringar i realtid. Rapporteringen ska uppdateras vartannat år och avse de kommande fem till tio åren.⁴⁹

Nätutveckling är nödvändig på alla nätnivåer och det planerade investeringsprogrammet är extremt stort. På längre sikt är det tänkbart att möta kapacitetsbehov genom att öka spänningen eller bygga havskabel från norra till södra Sverige. Lösningar som inte ryms i dagens planer är möjliga. Det finns också en rad möjligheter att utnyttja befintligt elnät mer effektivt och flexibelt.

Överföringskapaciteten påverkas av vädret

Säkerhetskriteriet N-1 (att elnätet ska klara bortfall av den dimensionerande komponenten) medför begränsningar i elnätet, jämfört med vad nätet i praktiken klarar av. Genom att ta hänsyn till sannolikheten, probabilistiska tillförlitlighetskriterier, för avbrott kan mer överföringskapacitet frigöras.

Så kallad dynamisk linjekapacitet (Dynamic Line Rating, DLR) möjliggör realtidsbedömningar av kraftledningars överföringskapacitet och möjliggör ett maximalt utnyttjande av överföringskapaciteten.

Luftledningar överför större effekt vid kall väderlek. Eftersom ledningarna kyls mer effektivt töjs de inte ut lika mycket vilket minskar nedhängningen, som måste hålla ett säkert avstånd från marken. En kall, blåsig vinterdag kan omkring 20 procent mer el överföras i en luftledning. Genom att ta hänsyn till aktuella temperatur- och vindförhållandena kan överföringskapaciteten göras mer flexibel och mer överföringskapacitet frigöras.

Flaskhalsar påverkar effektflexibiliteten

Den geografiska placeringen av ny elproduktion i förhållande till flaskhalsarna i elnätet, får stor betydelse för nyttan de tillför kraftsystemet. För att avlasta elnätet är det särskilt viktigt att ny elproduktion tillkommer i SE3 och SE4, där elanvändningen är hög och överföringsbehovet stort. Flexibla resursers praktiska nytta begränsas om de är instängda på grund av kapacitetsbrist i elnätet.

Flexibiliteten i elöverföringen kan påverkas på flera sätt. Tidsvariabla tariffer (energiavgift som varierar med nätbelastningen för vissa tider på dygnet och säsonger) är ett sätt att styra överföringen för att undvika trängsel vissa tider.

49. Energimarknadsinspektionen: Elnätstföretag uppmanas delta i arbetet med ny metod för flexibilitetsbehov (hämtat 2026-03-10).

Batterier som placeras ut i elnätet, så kallade grid boosters, kan bidra till att öka överföringsflexibilitet. Idag saknas det dock tillräckliga ekonomiska incitament att utveckla denna typ av flexibilitet i elnätet. Vikande lönsamhet för stödtjänster och dubbelbeskattningen av batteriladdning och vidareförsäljning av el påverkar förutsättningarna. Transparens från nätägarna om var grid boosters gör nytta i elnätet behövs för att styra resurser rätt i geografien. Elmarknadsregleringen har också betydelse för nätägarnas egna möjligheter att investera i batterier (vilket beskrivs i närmare i nedanstående avsnittet om elnätsregleringen).

Flexibelt utnyttjande av nätet frigör mer kapacitet

Ökade effektuttag ställer höga krav på elnätet. Historiskt har det svenska elnätet haft viss överkapacitet. Idag är kapacitetsbristen och flaskhalsproblematiken tydliga problem. Utbyggnaden av elnätet för att klara 300 TWh till år 2045 ställer höga krav. Både avseende stora punktanslutningar och mer decentraliserade behov, till exempel för fordonsladdning.

Samtidigt fortsätter det praktiska kapacitetsutnyttjandet av elnätet att vara lägre än den tekniska kapaciteten. Det beror på att varje anslutning har sin tilldelade kapacitet. Även om den inte utnyttjas fullt ut, så den är dimensionerad efter effekttoppen. Elanvändaren har så kallad prima anslutning.

Ett mer flexibelt utnyttjande av elnätet skulle kunna ansluta fler elanvändare och elproducenter, utan att bygga ut elnätet som är dimensionerat för ett fåtal timmar nära topplast. Energimarkandsinspektionen har gjort ett antagande om kapacitetspotentialen, baserat på 2019 års statistik över elanvändningen. Om elnätet kan utnyttjas en till fyra procent bättre, möjliggör det att ytterligare 1,4-5,5 TWh el kan överföras på årsbasis.⁵⁰ Belastningen varierar mellan olika delar av elnätet och lokalt kan det finnas mycket ledig kapacitet som inte kräver en utbyggnad av elnätet.

Det finns olika sätt att öka tillgången till elnätskapacitet.

Tidsbaserade effektavtal

Tidsbaserade effektavtal ger högre tariffer vid ansträngda tider. Det kan styra flexibel elanvändning till tider med lägre nätutnyttjande. För andra elanvändare blir det en extra kostnad. Systemet förutsätter en hög grad av automatisering och digitalisering.

Det är också tänkbart att överansluta elanvändare som delar anslutning. De företag som delar får fördela effektbehovet mellan sig så att anslutningseffekten inte överskrids. Då skulle olika verksamheter kunna anpassa sina elbehov till varandra och nyttja den tilldelade effekten maximalt.

50. Energimarkandsinspektionen: Kapacitetsutmaningen i elnäten Ei R2020:06 (2020).

Villkorade anslutningsavtal

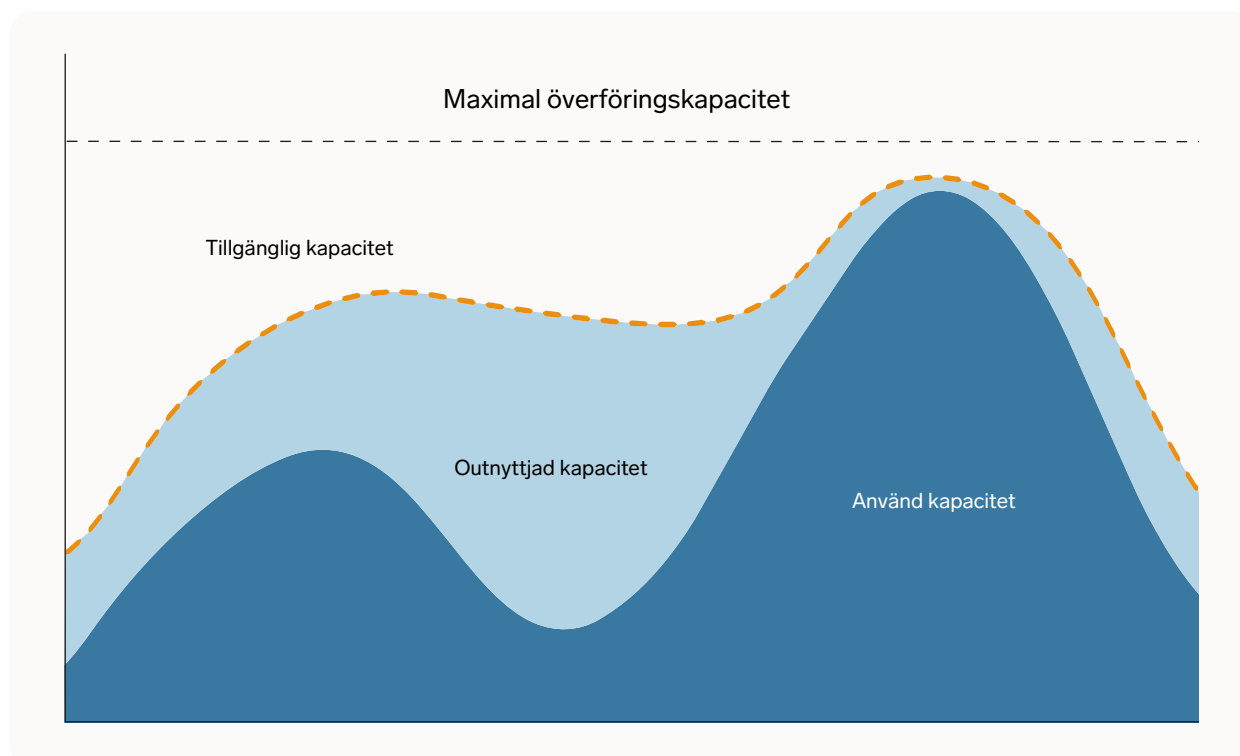
Villkorade anslutningsavtal används i begränsad utsträckning, som en tillfällig åtgärd under tiden elnätet byggs ut.⁵¹ De innebär att en elanvändare eller elproducent kan anslutas för ett effektuttag som det inte finns tillräcklig kapacitet för om nätet skulle behöva nyttjas fullt ut. Om effektuttaget närmar sig taket kan dock effektuttaget begränsas med kort varsel.

Beroende på verksamhetens elanvändningsprofil kan det vara en attraktiv lösning om det ger en tidigare anslutning. Denna flexibilitet kan vara en möjlighet för användare, men också uppfattas som en kostnad: den kan skapa högre kostnader i användarledet än de nyttor som genereras.

Villkorade anslutningsavtal är en lösning som bara får användas i en övergångsperiod, tills nätägaren har byggt ut kapaciteten, och under en begränsad tid. Men många användare har tydliga mönster i sin användning, så kallade lastprofiler. Det kan handla om ett lastbilsåkeri som bara laddar på natten eller en stenkross som bara krossar någon vecka i månaden. Även hushållen, som står för nästan 40 procent av elanvändningen i Sverige, har tydliga användningsmönster med tydliga toppar före och efter den normala jobbdagen. Under den tid de vet att de inte kommer att behöva nätkapacitet skulle denna kunna frigöras till andra användare.

Idag är sådana avtal undantag. Det gör att det kan finnas skäl att se över normen om prima anslutning.

Figur 10. Genom flexibilitet i elnätet blir det möjligt att använda den outnyttjade kapaciteten som faktiskt finns tillgänglig. Källa: E.ON.⁵²



51. Svenska kraftnät: Villkorade elanslutningsavtal – En tillfällig åtgärd för att tilldela kapacitet innan nätförstärkning är genomförd (2025).

52. Eon: Information om villkorade avtal (hämtat 2025-12-10).

Lokala flexibilitetsmarknader

Ett sätt att frigöra kapacitet i regionnäten är genom handel med effektflexibilitet. Aktörer med flexibilitetsresurser, flexibilitetsleverantörer, kan sälja flexibilitet som en tjänst till aktörer i behov av effekt eller kapacitet.

Digitalisering och modeller för prognostisering som möjliggör handeln har testats inom flera geografiska områden. Köpare har främst varit ägare av region- och lokalnät, som under perioder med högt nätutnyttjande (vintertid) har kunnat köpa flexibilitet, i stället för att öka abonnemanget mot överliggande nät och undvika straffavgifter för att ha överskridit abonnemanget.

Elnätsregleringen hämmar investeringar i flexibilitet

De nätavgifter elnätsägarna kan ta ut begränsas av intäktsramar, som Energimarknadsinspektionen fastställer för fyraåriga regleringsperioder. Beräkningen av intäktsramarnas storlek baseras på nätbolagens driftskostnader (OPEX) och kapitalkostnader (CAPEX) separat, och en rimlig avkastning på investerat kapital. Nuvarande beräkningsmodell främjar kapitaltunga investeringar i kraftledningar och stationer, eftersom de ger avkastning över tid genom avskrivningar och ränta på kapitalbasen. Medan löpande kostnader som utveckling i styrsystem, som leasing av batterier och köp av tjänster som ger ökad flexibilitet behöver täckas årligen inom intäktsramen, utan motsvarande långsiktig kompensation.

En ändring av beräkningsmodellen som grundar sig på de sammanlagda kostnaderna (TOTEX) skulle ge nätbolagen större möjligheter att få ersättning för flexibilitetslösningar och främja teknikutveckling och innovation inom elnätsområdet. Energimarknadsinspektionen utreder detta med målsättningen att öka incitamenten för flexibilitetslösningar.⁵³

Slutsatser om elnätsflexibilitet

- Ökad överföringskapacitet är nödvändig för att hantera en fördubblad elanvändning. Flaskhalsar måste prioriteras och ledtider för nya kraftledningar kortas. Samtidigt behöver det befintliga nätet utnyttjas mer effektivt. Det finns en efterfrågan på permanenta villkorade avtal hos vissa användare, som vill hålla kostnaderna låga och förutsebara. Sådana lösningar sänker kostnaden för andra användare.
- Transparensen kring möjliga nätanslutningar behöver öka, så att både ny elproduktion och elanvändning kan byggas ut på ett effektivt sätt. En tydligare karta över befintliga anslutningsmöjligheter kan kompletteras med bedömningar av potentiella anslutningsmöjligheter, som skulle kunna vara möjliga att realisera med villkorade avtal och lokala effektmärknader.

53. Energimarknadsinspektionen: Tillämpningsmetod för effekteffektivisering i elnätsregleringen (hämtat 2026-02-04).

- Lokala effektmarknader och villkorade avtal bidrar till att öka effektiviteten i nätutnyttjandet och gör att fler verksamheter kan anslutas, under tiden elnätet byggs ut. Lokala marknader för flexibilitet kan påverka kraftsystemet på högre nivå. Det behövs helhetssyn för att undvika oönskade konsekvenser, som skulle kunna påverka kraftsystemets funktion.
- Den geografiska placeringen av flexibilitetsresurser som batterier, såväl som ny elanvändning och elproduktion, är viktigt för att avlasta nätet och öka kapacitetsutnyttjandet. Flexibilitet som begränsas av flaskhalsar i elnätet gör liten nytta. Flexibla resurser bör styras till lokaliseringar som stärker kraftsystemet.
- Lokala effektmarknader och villkorade avtal bidrar till att öka effektiviteten i nätutnyttjandet och gör att fler verksamheter kan anslutas, under tiden elnätet byggs ut.
- Användare kan ha kostnader för att vara flexibla – men flexibla användare kan också ha nytta av en anslutning till lägre kostnad. Den totala nätanvändningen och fördelningen av kostnader behöver styras av en samhällsekonomisk nyttoanalys.
- Tids- och effektbaserade tariffer innebär en omfördelning av elnätsägarnas intäkter inom den fastställda intäktsramen. Det innebär att elanvändare som inte kan vara flexibla drabbas av ökade kostnader, som de inte kan påverka. Tarifferna måste utformas så de inte leder till oproportionerliga kostnader för icke-flexibla elanvändare.
- Utformningen av elnätstariffer bör så långt som möjligt vara enhetlig. Att varje elnätsbolag skulle ha en egen modell för effekttariffer riskerade att ge en stor spridning i modeller som sannolikt skulle försvåra smart styrning och optimering av elnät och elmarknad.
- Elnätsoperatörer behöver ekonomiska incitament och regulatoriska förändringar för att utveckla en effektivare elanvändning. Dessa behöver bygga på en samhällsekonomisk analys, så att det inte sker en över- eller underinvestering när elnätsinfrastrukturen står inför stora re-investeringar.

Elmarknaden

Marknadspriset styr mycket av elanvändningen

På 90-talet omreglerades den svenska elmarknaden genom att statliga monopol avskaffades, och att privata aktörer släpptes in på marknaden. Kunderna gavs större valfrihet, och prissättningen överläts åt marknaden. Men elmarknaden är fortfarande en på många sätt reglerad marknad.

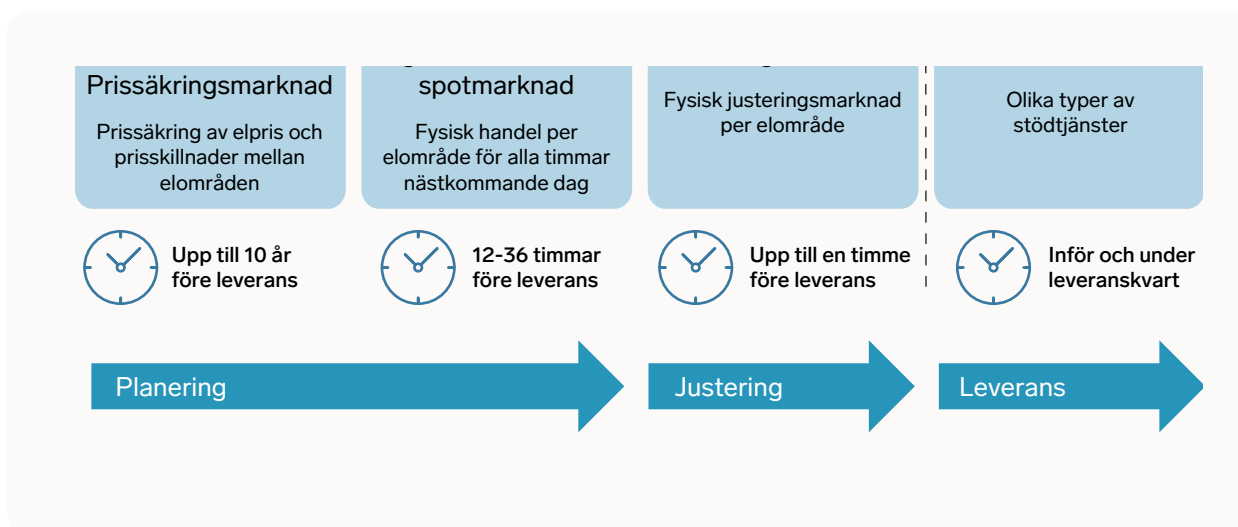
Prissignalen från elmarknaden är grundläggande för balansen mellan elanvändning och elproduktion. Höga priser minskar elanvändningen. Både producenter och användare måste göra informerade ekonomiska överväganden baserade på intäkter och kostnader för sina verksamheter.

Ett mer volatilt kraftsystem gör det svårare att prissätta risk, det gör marknaden oförutsägbar. Det tillför nya lager av komplexitet till näringslivets redan svårnavigerade marknader. Exempelvis behöver företagen hantera prissäkring av el och investeringskalkyler för energilagringlösningar på ett sätt som inte gjorts tidigare.

Handel med el sker både fysiskt och finansiellt. Fysisk elhandel är faktisk leverans av el. Finansiell handel med el sker med derivat och kontrakt baserade på framtida elpriser eller prisskillnader, som inte leder till fysisk leverans. Prissäkring avser en avtalad volym, tid och pris, och kan ske både på och utanför en elbörs.

Handel sker på dagen-före-marknaden, intradag-marknaden, eller genom bilaterala avtal som inte handlas på elbörsen.

Figur 11. Elhandelssystemet. Källa: Svenska kraftnät.⁵⁴



54. Svenska kraftnät: Om elmarknaden (hämtat 2026-03-23)

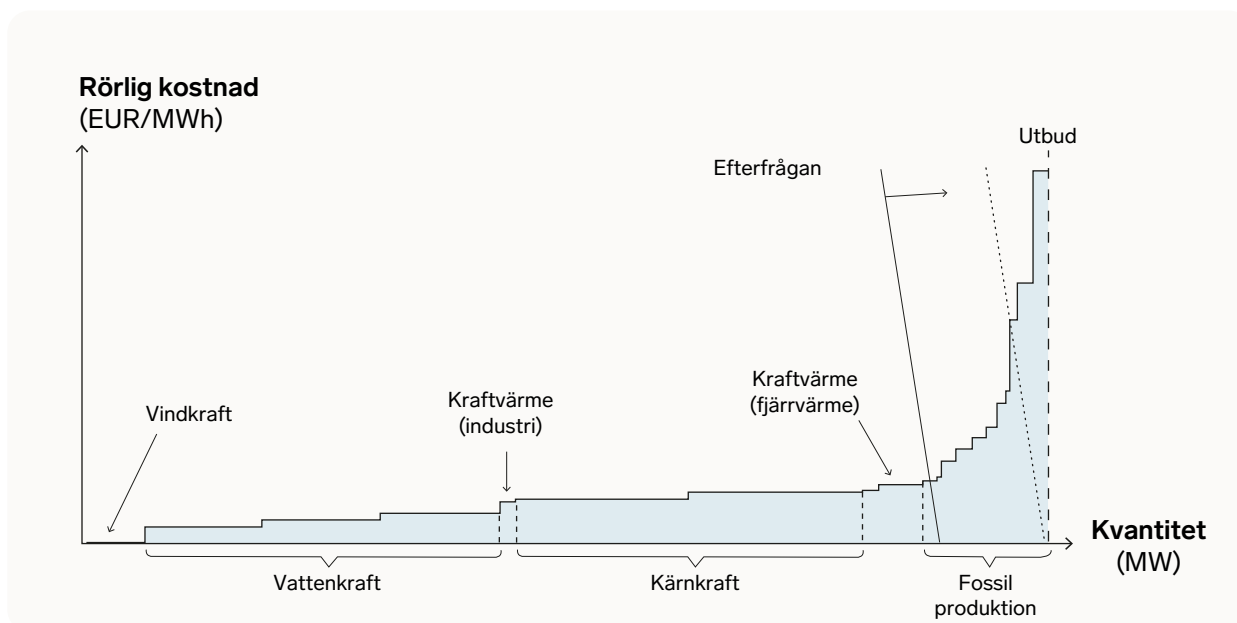
Dagen före-marknaden skapar en grundläggande balans mellan utbud och efterfrågan. Intradag-marknaden ger aktörerna en möjlighet att finjustera sina positioner på dagen-föremarknaden. Den överföringskapacitet som finns kvar på dagen före-marknaden är tillgänglig på intradag-marknaden. Ingen elhandel över elområdesgränserna är möjlig utanför elhandelsbörsens monopol. Den slutliga realtidbalanseringen hanteras på den så kallade balansmarknaden, där Svenska kraftnät avropar olika reserver, stödtjänster, för att hålla frekvensen.

Dagen före-marknaden (spotmarknaden)

Dagen före-marknaden är en auktionsmarknad där anonyma köp- och säljbud matchas för kommande dygn. Priset sätts genom marginalprissättning på elmarknaden. Det innebär att elleverans inom handlad tidsperiod (15 minuter) bestäms utifrån priset på den sista kilowattimmen som behövs för att matcha efterfrågan.

På så sätt används den billigaste elproduktionen först, som behöver lägre pris för att göra vinst. Kraftslag med högre kostnader och därmed högre budnivåer på marknaden handlas i sista hand, men blir prissättande. Är elpriset högt, till följd av att mer kostsamma kraftslag sätter marginalpriset, blir billig elproduktion jämförelsevis lönsam. Förutsatt att elen handlas till spotpris och inte är prissatt genom fastprisavtal.

Figur 12. Principiell utbudskurva. Källa: Energimarknadsinspektionen.⁵⁵



55. Energimarknadsinspektionen: Elmarknaden (hämtat 2025-12-10).

Om elpriserna över tid medger tillräcklig intjäning för att det ska vara lönsamt, och värt risken, att bygga ny elproduktion och nya flexibla resurser, säger marknadslogiken att investeringarna i ny elproduktion kommer att öka. Detta gäller under förutsättning att det med hänsyn till fysiska, juridiska och politiska begränsningar är möjligt att bygga nya kraftverk. Det har exempelvis visat sig svårt att bygga ny vindkraft, samtidigt som för kraftsystemet värdefull vattenkraft avvecklas till följd av omprövningen av vattenkraftens miljötillstånd.

Prognoserna över hur mycket elbehovet kommer att öka över tid är avgörande för investeringar i ny elproduktion. På motsvarande sätt behöver näringslivet ta hänsyn till förväntningarna på framtida tillgång på el och elpriser.

Utbyggnaden av elproduktion och elanvändning underlättas om de kan följas åt, med ett elpris som gör investeringarna lönsamma. Ökad volatilitet i elproduktion och elpris kan störa prissignalen. Om elpriset varierar extremt skapar det sämre förutsättningar för investeringar. Höga elpriser är en viktig anledning till att nya elintensiva investeringar knappt övervägs i SE4.

Investeringar i elproduktion har ett tidsperspektiv på 20-100 år, vilket ofta är en längre tidshorisont än elanvändare har. Det gör det svårt att säkerställa riktigt långa avtal om elleveranser som säkerhet för stora investeringar i ny elproduktion.

Långsiktiga leveransavtal isolerar mot prisvolatilitet

Långsiktig prissäkring skapar förutsebarhet och minskar riskerna som prissvängningarna på elmarknaden innebär. Handeln underlättar ursprungsmärkning av elen med certifikat och styr kapital från hållbarhetsmedvetna elanvändare till specifika investeringar i förnybara kraftslag.⁵⁶

PPA-avtal (Power Purchase Agreements) är avtal om fysisk elleverans under en avtalad tidsperiod. Eftersom avtalen är bilaterala är löptiden en förhandlingsfråga mellan parterna, men 10-20 år är vanligast. Kortare avtal om 5-10 år finns också.

De kortare avtalen är vanligare för finansiell handel med så kallade virtuella PPA:er, som innebär en långsiktig prissäkring utan fysisk leverans. Istället handlas elen på spotprismarknaden, och om marknadspriset är högre än det överenskomna elpriset betalar producenten mellanskillnaden till köparen, om det är lägre betalar köparen mellanskillnaden till producenten. Det är så den vanliga terminshandeln på elbörsen fungerar, men då sker handeln via standardiserade kontrakt.

Fysiska PPA:er kan struktureras i huvudsak två olika sätt. Pay-as-Produced innebär att elen får ett avtalat pris oavsett när den produceras, vilket underlättar för intermittent elproduktion att få ihop investeringskalkylen. Baseload PPA däremot avtalar inte bara priset utan också volymen el, vilket till exempel försatt vindkraftsproducenter i en svår situation då de behövt köpa in el till höga marknadspriser för att täcka för låga elleveranser.

56. Rocky Mountain Institute: Introduction to the Virtual Power Purchase Agreement (2018).

Andelen av elbehovet som är direkt exponerat mot elmarknaden påverkar hastigheten i vilken både aktörer på produktions- och användarsidan agerar på marknadssignaler. Fasta elpriser på en komfortabel nivå ger inget incitament att anpassa sig till ett högt elpris, eller till ett lågt elpris. Exempelvis kan perioder med starkt solsken översvämma marknaden med solel vilket kan ge negativa elpriser. En solcellspark som levererar el till ett fast pris har då inga incitament att minska produktionen, vilket förstärker obalansen.

Beroende på hur avtalen ser ut kan en elanvändare med ett fastprisavtal sälja sin elanvändning på marknaden till det högre marknadspriset och tjäna mellanskillnaden. Det förutsätter att alternativkostnaden, det vill säga kostnaden för att förlora den egna produktionen, gör elförsäljningen lönsam. Att sälja vidare prissäkrad el påverkar dock inte hur mycket el som används.

Marknaden för långsiktiga bilaterala PPA-avtal påverkar spotmarknaden. I och med att de undandrar volymer som annars skulle erbjudits på marknaden minskar de likviditeten på marknaden, vilket kan leda till mer prisvolatilitet. Spotmarknaden påverkar inte PPA-marknaden, med dess låga tidshorisont, i någon större utsträckning.⁵⁷ Spotpriserna ger dock en indikation och förväntan om framtida elpriser, vilket påverkar nivån för PPA-avtal.

I en konsultrapport till Energimarknadsinspektionen framgår att 84 procent av respondenterna i en enkätstudie angav att elanvändningen 2023 var prissäkrad och huvudsakligen på ett år (45 procent).⁵⁸ Stora elanvändare kan ha köpt så mycket som 60–90 procent av sitt elbehov till fasta priser av elhandlare. Prissäkring är en finansiell tjänst som köps av elhandlare och säkerställer elpriset för en kortare tid, i regel ett till fem år.

Balansmarknaden

Svenska kraftnät upprätthåller balansen och frekvensstabiliteten i kraftsystemet med hjälp av balansmarknaden.

En balansansvarig är en marknadsaktör som har ett affärsmässigt och planeringsmässigt ansvar för att säkerställa balansen i kraftsystemet, genom in- eller utmatning av effekt, i de uttagspunkter där aktören har balansansvar. Dessa är i regel elhandlare med stor egen elproduktion, vilket i princip är en förutsättning för att kunna hantera riskerna. Utifrån prognoser och förmåga handlar de balansansvariga till sig balans på dagen-före-marknaden.

Balansansvaret gäller fram till 45-60 minuter innan leverans. Från 2027 ska intra dag-marknaden stänga 30 minuter innan leverans, vilket krymper fönstret för att korrigera sista-minuten-avvikelse.

Om prognoserna förändras, om det slutar blåsa eller en process med stort effektbehov pausas kan balansansvariga justera sin balans genom att köpa och sälja på intradag-marknaden, som är öppen en timme innan starten av driftsperioden.

57. Svenskt Näringsliv: PPA och elmarknaden, En rapport till Svenskt Näringsliv (2020).

58. Energimarknadsinspektionen/DNV: Bilateral Hedging of Electricity in Sweden (2024).

Stödtjänster

Klarar den balansansvarige inte att komma i balans i driftperioden, upphandlar Svenska kraftnät olika typer av flexibla stödtjänster så att balansen upprätthålls. Det finns flera olika stödtjänster som tillhandahåller balanseringstjänster med olika snabbhet och uthållighet.

- **FFR (Fast Frequency Reserve) – Snabb frekvensreserv**
 - Automatisk sekunds snabb och kortvarig (5-30 sekunder) uppreglering för tider då systemet har mycket låg svängmassa (ofta blåsiga sommarnätter). Minsta bud 0,5 MW.
- **FCR (Frequency Containment Reserve) – Frekvenshållningsreserver**
 - Automatisk aktivering inom 5-30 sekunder, upp- och nedreglering. Minsta bud 0,1 MW.
 - **FCR-N (Normal):** Hanterar de små, ständiga svängningarna mellan 49,9 och 50,1 Hz. Uthållighet 60 minuter.
- **FRR (Frequency Restoration Reserve) – Frekvensåterställningsreserver**
 - **aFRR:** Automatisk upp- och nedreglering vid frekvensavvikelse från 50,0 Hz. Aktiveringstid 100 procent inom fem minuter. Uthållighet 60 minuter. Minsta bud 1 MW.
 - **mFRR:** Manuell aktivering av Svenska kraftnät, baserad på prognostiserade obalanser för varje elområde. Aktiveringstid 12,5 minuter (2,5 minuter förberedelse och 10 minuter rampningsperiod). Uthållighet 15 minuter för schemalagda aktiveringar och 30 minuter för direktaktiveringar.

Kostnaden för att avhjälpa obalansen landar på balansansvarig, som för kostnaden vidare till den aktör som orsakat obalansen eller kundkollektivet. Sedan införandet av den automatiserade nordiska energiaktiveringsmarknaden (mFRR EAM) togs i drift våren 2025 har kostnaden för obalans ökat markant.⁵⁹

59. Svenska kraftnät: Svenska kraftnät inför flera nya åtgärder för en mer stabil prisbild på balansmarknaden (2025-10-15).

Svenska kraftnät bedömer, i sin framtidsspaning Balancing market outlook 2030⁶⁰, att behovet av balansreserver kommer att öka. Den upphandlade kapaciteten har ökat med 300 procent under åren 2019 till 2024. Kostnaden för balanstjänsterna har ökat över tid, beroende på generellt högre spotpriser, mer volatila priser och otillräckligt utbud av resurser för balansering.

Det är bara kvalificerade leverantörer som kan delta och buda in resurser på stödtjänstmarknaden. Prissättningen sker genom marginalprissättning, vilket innebär att det högsta budet sätter priset för alla aktörer oavsett tidigare bud. Lönsamheten har ökat intresset för att erbjuda upp och nedreglering. Mängden förkvalificerade resurser har mer än fördubblats mellan 2022 och 2024.⁶¹

Balanseringen är i hög grad automatiserad och kostnadsavräkningen sker sedan våren 2025 varje kvart (tidigare varje timme). Beroende på tillgängliga resurser kan kostnaden för obalans variera extremt inom en timme. Både elanvändare och elproducenter har drabbats hårt av de höga obalanskostnaderna, som kan innebära oförutsedda kostnader i miljonklassen för energiintensiv industri.

Kraftslagets marginalkostnad avgör kostnaden för flexibilitet

Historiskt har det svenska kraftsystemet haft låga kostnader för flexibilitet, tack vare att mycket av flexibiliteten tillhandahållits av vattenkraft med låg marginalkostnad (kostnaden för att producera ytterligare en kWh). Om elbehovet ökat har det inte medfört någon högre kostnad att producera mer vattenkraft. Bränsleberoende kraftslag som gasturbiner (som också belastas av priset för utsläpp av koldioxid) har dock hög marginalkostnad.

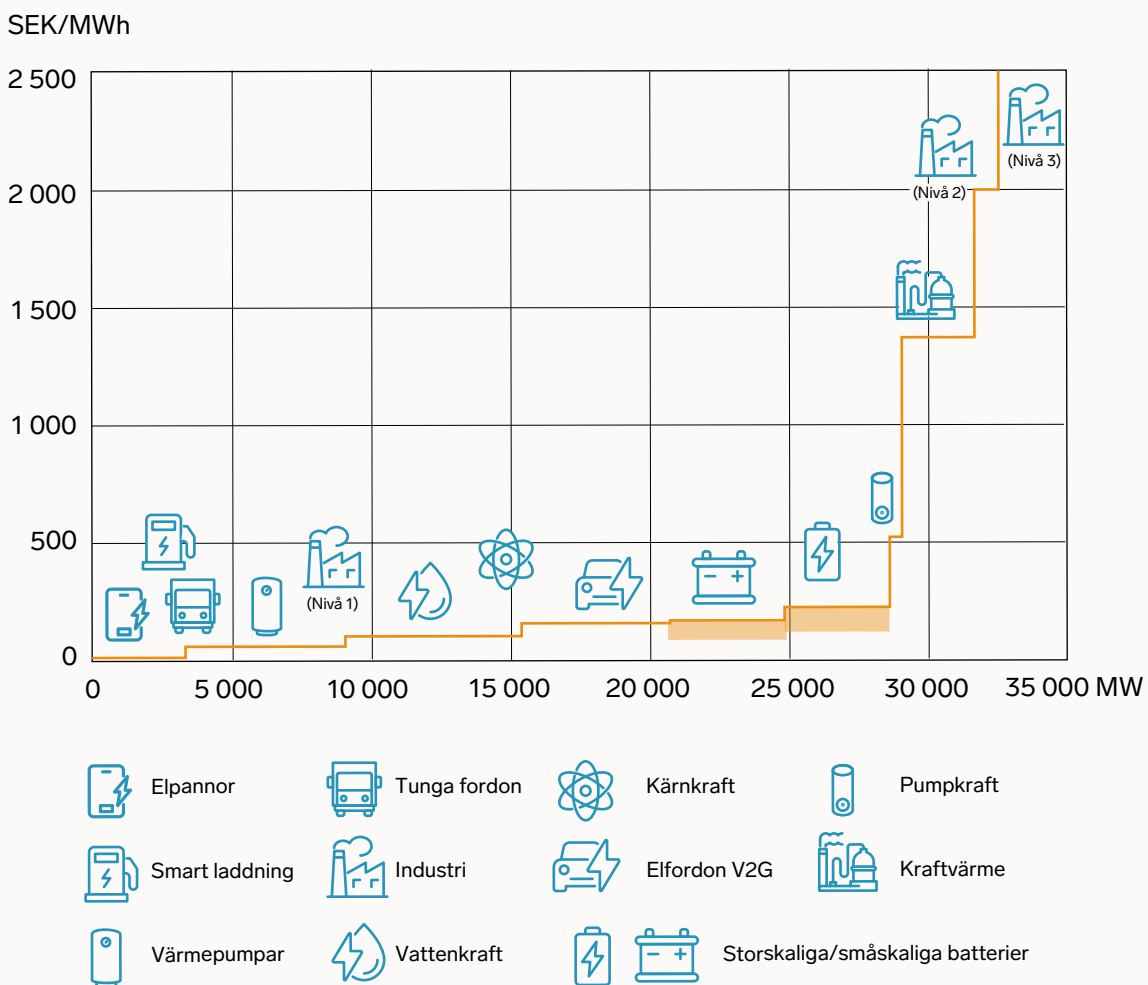
Reservkraftverk som sällan används kräver höga elpriser för att aktiveras. Omvänt så har solkraften, med extremt låg marginalkostnad, inte så mycket att förlora på att producera el även när elpriset är extremt lågt. Detta bidrar till överproduktion av el under perioder. Risken för kostsamma obalanser påverkar också elproducenters möjligheter att avvika från planerad produktion.

Pumpkraft och kraftvärme har exempelvis relativt höga kostnader för flexibilitet, vilket gör att flexibilitetsresurser med lägre kostnader som batterier, eller användarflexibilitet i vissa industrier, kommer att budas in före dem.

60. Svenska kraftnät: Balancing market outlook (2024).

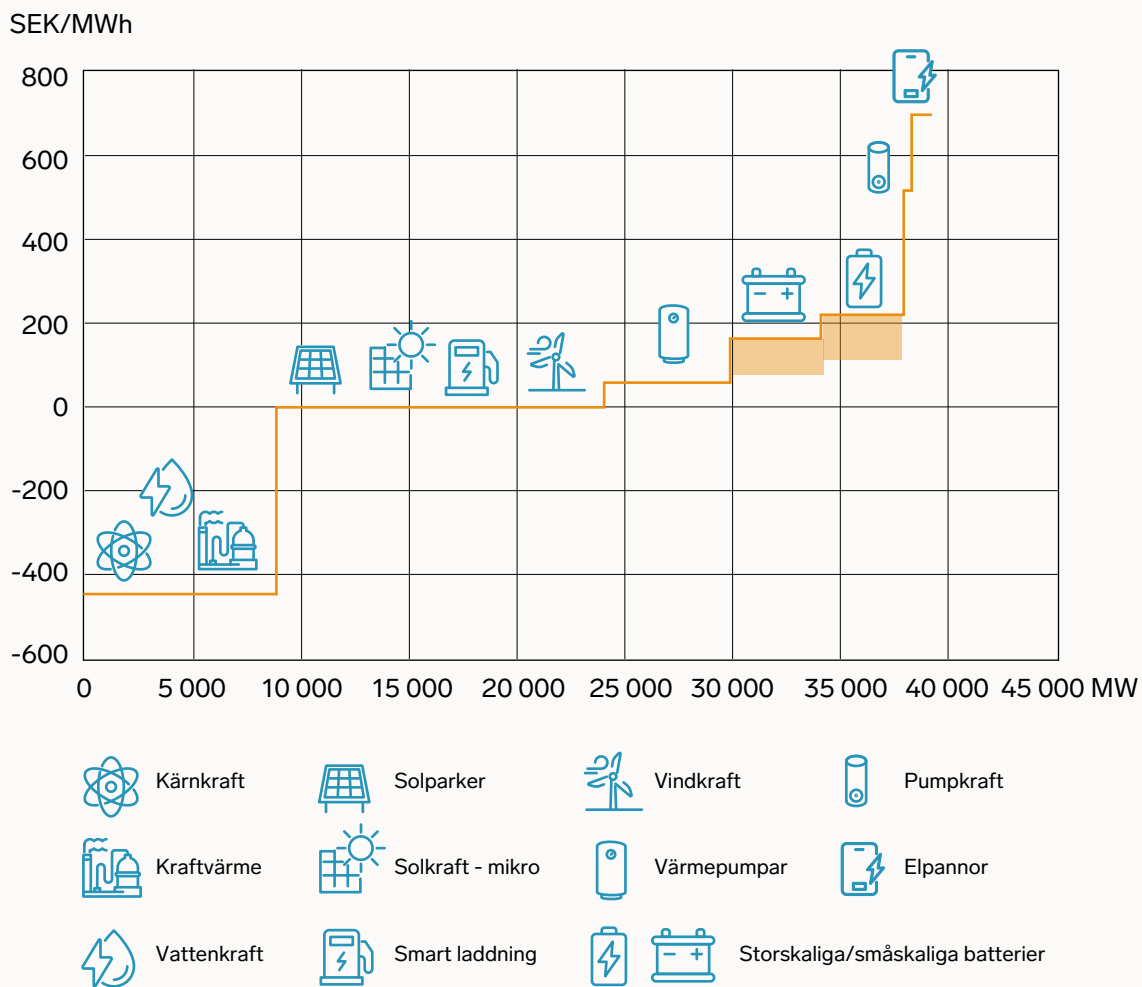
61. Svenska kraftnät: Svenska kraftnät inför flera nya åtgärder för en mer stabil prisbild på balansmarknaden (2025-12-04).

Figur 13. Utbudskurva för uppreglering (när det saknas el) år 2030, som illustrerar den teoretiska kostnaden för att aktivera olika kraftslags flexibilitetspotential i MW. På en fungerande marknad aktiveras de billigaste resurserna före de dyrare, vilket håller ned kostnaden för flexibilitet. Grafen visar också att en tydlig tröskel-effekt med kraftigt ökade kostnader när de billigaste resurserna uttömts.⁶² Stora effektbehov blir då mer kostsamma. Att balansera elsystemet genom industriell efterfrågefleksibilitet medför betydande kostnader för viss industri. Källa: Power Circle.



62. Power Circle: Flexibility, Potential och behov år 2030, delrapport 1 (2025).

Figur 14. Teoretisk utbudskurva för nedreglering (när det finns för mycket el) år 2030. Resursernas tillgänglighet varierar i praktiken. Exempelvis är solkraftens potential störst mitt på dagen under sommaren, samtidigt som kostnaden för att minska solelproduktionen för att balansera elsystemet noll.⁶³ Källa: Power Circle.



63. Power Circle: Flexability, Potential och behov år 2030, delrapport 1 (2025).

Likviditeten på stödtjänstmarknaden är viktig för att kunna hålla obalanskostnaderna på rimliga nivåer. Ny teknik gör det möjligt att aggregera exempelvis personbilsbatterier och andra mindre resurser, som kan styras och tillsammans leverera stödtjänster.

Elnätens överföringskapacitet är också en faktor som påverkar mängden tillgängliga stödtjänster. Det är en fördel om stödtjänsterna i geografisk närhet till obalansen kan aktiveras. Om nätkapacitet finns kan relativt billig flexibilitet i form av vattenkraft i Norge och i norra Sverige aktiveras.⁶⁴ Annars blir tillgången till stödtjänster prissatt inom elområdet.

Implicit flexibilitet kan försvåra balanseringen

Implicit flexibilitet innebär att elanvändare svarar på prissignalen från marknaden och anpassar sin elanvändning, utan att denna efterfrågefleksibilitet kommer in på marknaden. Ofta har balansansvariga elhandlare en stor andel hushållskunder som styr sin elanvändning efter spotpriset. Hushållen har dock inte lagt några bud på elmarknaden, utan reagerar på de fastställda spotpriserna i efterhand. Deras elanvändning är inte schemalagd och planerad mer än vad elhandlarna med viss sannolikhet kan anta utifrån kännedom om användningsmönster. Om andelen implicit flexibilitet ökar blir det svårare att hantera oväntade användningsmönster hos hushållen, som elhandlaren inte kunnat förutse.

Det skapar osäkerhet om den faktiska elanvändningen och gör det svårare för balansansvariga att förutse elbehovet och handla sig i balans på intradag-marknaden. Stora volymer implicit flexibilitet ökar kostnaden för balansering och behovet av stödtjänster. Om denna volym el i stället handlats på elbörsen så skulle den bidra till att dämpa prissvängningarna.

Om många små resurser, som elbilsbatterier och värmepumpar, aggregeras och styrs till samma tider kan det leda till en konstgjord effekttopp som lokala elnät kanske inte är dimensionerade för. Konsekvenserna går att mildra med smart styrning som sprider ut start och stopp inom ett tidsfönster och rampar upp effekten gradvis.⁶⁵

Elhandel med andra länder

Elhandel med andra länder tillgängliggör flexibla resurser och kan jämna ut obalanser mellan över- och underskottsområden.⁶⁶ En större andel väderberoende elproduktion ökar behovet av att kunna överföra stora mängder elproduktion inom den nordiska elmarknaden, både inom och mellan länder. Exempelvis bidrar import av den stora tyska solkraftsproduktionen till att pressa ned elpriserna i Sverige soliga sommandagar. Det ger svensk vattenkraft ekonomiska incitament att spara vatten i magasinerna för att producera el på natten, eller andra tider på året om det är möjligt att magasinera vattnet.

64. Second Opinion: Kostnaderna för balansering skjuter i höjden (hämtat 2025-10-17).

65. Power Circle: Målkonflikter och hinder för flexibilitet FlexAbility, delrapport 5 (2025).

66. Ellevio: Effektrapporten 2025 (2025).

Elhandeln begränsas av överföringskapaciteten i elnätet. Beroendet av att andra länder har en beredskapsdimension: det kan både förstärka vår beredskap, och öka vår sårbarhet för yttre faktorer. Elhandeln innebär exponering mot andra länders energipolitik. Exempelvis kan regleringar och subventioner skapa obalanser och kostnader.

Idag exporterar det svenska energisystemet betydande systemnytta i form av bas- och reglerkraft från kärnkraft och vattenkraft till våra grannländer. Finsk kärnkraft och norsk vattenkraft är viktiga för det svenska kraftsystemet. Systemnytta finansieras ofta av lokala elanvändare genom till exempel elnätsavgifter eller statliga riskgarantier till ny kärnkraft. Denna nytta exporteras sedan till länder där elanvändare inte betalar för motsvarande investeringar.

Beskattningens roll för flexibilitet och elektrifiering

Skattesystemets utformning har stor betydelse för hur kraftsystemet utvecklas. Genom att påverka investeringskalkyler och beteenden hos elanvändare kan beskattningen antingen stärka eller försvaga incitamenten för flexibilitet, elektrifiering och planerbar kraftproduktion. För att ge önskad effekt krävs förutsebarhet, långsiktighet och en konsekvent utformning.

Till synes små justeringar i energibeskattningen kan få stor betydelse. Exempelvis kan en lägre beskattning av el som används i fjärrvärmesystem öka möjligheterna att ta tillvara billig el och därmed bidra till ett mer flexibelt system. På motsvarande sätt kan lägre energiskatt på el förbättra lönsamheten i hybridlösningar, såsom kombinationer av vind- eller solkraft och batterier. Generellt gäller att lägre energiskatt på el stimulerar elektrifiering, medan högre skatt försvårar den. Beroende på utformningen kan beskattningen också påverka incitamenten för investeringar i planerbar kraft, både ny och befintlig.

Skattens påverkan på prissignaler och marknadsdynamik

En hög andel skatt i elpriset försvagar prisets genomslag hos elanvändare och därmed marknadens förmåga att styra efterfrågan. Det riskerar att minska flexibiliteten i systemet. Samtidigt innebär ett system med många särlösningar för olika teknologier ökad komplexitet och administrativa kostnader.

Ett mer enhetligt och lägre skatteuttag, exempelvis genom att sänka energiskatten på el för näringslivet till EU:s miniminivå, skulle kunna stärka prissignalerna, förenkla systemet och samtidigt främja elektrifiering. Att industrin redan idag har lägre energiskatt på el bidrar till att den i högre grad reagerar på prisvariationer, vilket stärker dess roll som flexibel elanvändare.

Hög energiskatt vid låga elpriser är också problematisk, eftersom den motverkar användning av överskottsel. Det minskar värdet av förnybar produktion och försvårar ett effektivt utnyttjande av kraftsystemet.

Behov av helhetssyn i skatteincitament

Skatteincitament riktade till olika aktörer måste utformas med en helhetssyn på kraftsystemet. Dagens undantag, exempelvis att privatpersoner inte betalar energiskatt på egenanvänd solex och i praktiken inte heller på lagring i batterier, har bidragit till investeringar i småskalig produktion. Samtidigt har osäkerhet kring regelverk och skattenivåer skapat tveksamhet kring dessa investeringar.

Stöd till småskalig och decentraliserad produktion kan också påverka förutsättningarna för storskaliga lösningar, som i vissa fall kan ha högre samhällsekonomiskt värde. Avsaknaden av en sammanhållen och långsiktig strategi för ekonomiska incitament har skapat osäkerhet för hushåll, fastighetsägare och företag.

Att ROT-avdrag gått upp och ned, och att förutsättningar för solpaneler och energieffektivisering för småhus förändrats är fler exempel på kortsiktighet som försvårat hushållens investeringar. Generella ROT-avdrag på en fast nivå är en mindre snedvridande form av stöd än riktade subventioner som förändras över tid.

Sveriges energiskatt på el i ett internationellt perspektiv

Sveriges energiskatt på el är hög i internationell jämförelse. Samtidigt har flera närliggande länder sänkt sina nivåer, delvis med stöd av EU-kommissionens uppmaningar. Om Sverige behåller en relativt hög beskattning riskerar det att försämra konkurrenskraften.

Därtill förstärks skatteuttaget av att moms tas ut på elpriset inklusive energiskatt, vilket innebär att statens skatteintäkter ökar kraftigt när elpriserna stiger. EU:s regelverk ger utrymme för betydande skattenedsättningar avseende energiskatt på el.

Industrin har redan i dag en lägre energiskatt på el, och det har föreslagits att även tunga elektrifierade transporter bör omfattas av liknande lättnader. I nuläget är dieseldrivna transporter ofta billigare än elektrifierade alternativ, vilket fördröjer omställningen. Ett önskat angreppssätt är därför att sänka energiskatten på el för näringslivet brett.

Värdet av förlorad last har underskattats

Avbrott i elleveranserna är mycket kostsamt för näringslivet. Myndigheten Tillväxtanalys visar att den vanliga metoden för att uppskatta kostnaden för elavbrott (Value of Lost Load, VoLL) kraftigt underskattar den elintensiva industrins kostnader.⁶⁷

Det traditionella måttet baserat på observerade produktionsvärden eller förädlingsvärden gav en genomsnittlig kostnad på 68 000 kr per timme. Baserat på industrins egna uppgifter om kostnader ger en drygt 14 gånger högre kostnad, 968 000 kr per timme.

67 Tillväxtanalys: The cost of electricity supply interruptions and value of lost load in Swedish electricity intensive industrial plants (2025).

Omräknat till VoLL (kr/kWh) ger den vanliga metoden 26 kr/kWh, medan industrins uppgifter ger hela 1 500 kr/kWh vid ett genomsnittligt avbrott, och 221 kr/kWh vid en timmes avbrott. Korta elavbrott blir oproportionerligt dyra då kostnaden för skador på maskiner, omstartskostnader och förlorad produktion slås ut på kort tid.

Av enkätsvar från Tillväxtanalys undersökning framgår att en del industrier kan få långvariga (årslånga) konsekvenser. Beroende på tillverkningsprocess kan ett oplanerat elavbrott leda till månadslånga reparationer innan återstart. Den elintensiva industrin som går dygnet runt har högst kostnader för elavbrott.

Att förlora elförsörjningen utan förvarning är inte helt jämförbart med att som industri tvingas svara på prissignalen med ökad flexibilitet. Men Tillväxtanalys undersökning sätter fingret på behovet av en ordentlig samhällsekonomisk genomlysning av var kostnader i ekonomin uppstår i ett mer volatilt kraftsystem.

Slutsatser om elmarknaden:

- Genom att kombinera olika flexibla resurser kan en mer stabil och förutsägbar leverans av el till konkurrenskraftiga priser möjliggöras. Det behövs en mångfald av flexibla resurser, med varierande tekniska och ekonomiska förutsättningar.
- Statligt stöd för att säkerställa reservkraftkapacitet ett fåtal timmar per år är nödvändig, och en konsekvens av lagstiftningens krav. Det är samhällsekonomiskt rationellt att säkerställa goda marginaler för att hantera risken för akut effektbrist. Industrins kostnader för elavbrott har underskattats grovt i tidigare analyser. En utvecklad samhällsekonomisk analys som tar detta i beaktande behöver vägleda beslut om stöd och investeringar i kraftsystemet.
- I takt med ökad digitalisering ökar möjligheterna att både ta del av prissignaler och att svara på dem. Med billigare och bättre teknik för smart styrning kommer potentialen att faktiskt få tillgång till användarflexibilitet att öka. Användningen av sådan teknik behöver stimuleras på marknaden.
- Styrningen av hushållens agerande på flexibilitetsmarknader behöver bli mer långsiktig. Stöd till hushåll har varit kortsiktig och förändrats med kort varsel. Tydliga mål och incitament, och en förutsebarhet vad gäller till exempel ROT-avdrag för att installera teknik som möjliggöra deltagande i flexibilitetslösningar, skulle underlätta.

- Incitament och förutsättningar för olika aktörer att delta med flexibilitetsresurser på balansmarknaderna behöver prioriteras. Digitalisering och standardisering underlättar styrning utifrån marknadssignaler. Exempelvis kan ökat oberoende för aggregatorer bidra till att realisera befintliga flexibilitetspotentialer, inte minst inom industrin. Likviditet krävs för att marknaden ska fungera. Resursernas geografiska placering får stor betydelse för deltagandet på marknaden, på grund av regelkravet att handla inom elhandelsområdet.
- I grunden kan mycket av problematiken lösas med marknadsmekanismer, där prissignalen från elmarknaden är styrande. Flexibilitet genom efterfrågereduktion kan i stor utsträckning balansera kraftsystemet, men det medför också konsekvenser. Inte minst för de företag som inte på kort varsel kan anpassa sin elanvändning utifrån kraftsystemets behov, och därför drabbas av extra kostnader.
- Det ökade behovet av flexibilitet inom kraftsystemet är inte olösligt. Den nödvändiga tekniken finns och utvecklas snabbt. En svårare fråga är hur kostnaderna för flexibiliteten ska fördelas. Det är en fråga som kräver politiska avvägningar. Regelverk och skatter på energiområdet sätter ramarna för elmarknaden och skapar incitament som får betydelse för var kostnaderna uppkommer. Vilka flexibilitetsresurser som ska användas var och när, och hur de ska stimuleras, kräver mer samhällsekonomisk analys utifrån olika planeringsscenarioer. Flexibilitet kring planeringen av kraftsystemets delar är nödvändig, så att olika resursers förmågor och egenskaper tillvaratas på ett för hela kraftsystemet rationellt sätt.
- Det statliga ansvaret kan innefatta investeringar i flexibel elproduktion, till exempel gasturbiner eller annan bränsle driven elproduktion i SE3 och SE4 i ansträngda lägen, och beredskap för att klara ödrift, dödnätsstart och liknande. Genom satsningen Kraftlyftet ska bio- och vattenkraft samt lagring stärkas på strategiska platser i SE3 och SE4. Det är viktiga åtgärder, men mer storskaliga stöd i olika former behöver också övervägas. Exempelvis för att finansiera flexibilitetslösningar som är samhällsekonomiskt motiverade men inte kommer till stånd på dagens marknad. Teknikneutral konkurrens och samhällsekonomiska bedömningar behöver ligga till grund för vägval och planering.

Slutsatser och policyrekommendationer

Mer volatilitet får inte leda till mindre tillväxt

Ett mer volatilt kraftsystem behöver hanteras såväl tekniskt som ekonomiskt, med hänsyn till elanvändare och elproducenters intressen på lång och kort sikt. Det är viktigt att framför allt Svenska kraftnät har ett tydligt uppdrag som ligger i linje med energipolitiska mål och elektrifieringsmål, och att detta fullgörs.

Om det råder osäkerhet om förutsättningarna riskerar investeringar att utebli och försenas. Det är särskilt viktigt för långsiktiga investeringar att förutsättningarna är stabila. Stora prisvariationer försvårar investeringar i både produktion och användning. Goda förutsättningar att prissäkra elen och incitament för att realisera befintlig flexibilitetspotential är viktiga för att skapa stabila förutsättningar.

Det finns många företag och branscher som kan och kommer att bli vinnare på att erbjuda flexibilitetslösningar till kraftsystemet och dess användare. Att ekonomisk aktivitet riskerar att slås ut på grund av kraftsystemets bristfälliga struktur och planering kan betraktas som en form av ”kreativ förstörelse”. Företag som inte förmår anpassa sig till förändrade förutsättningar i kraftsystemet går under. I deras ställe skulle andra företag, som är bättre anpassade efter rådande förutsättningar, kunna växa fram och bli starka. Det är dock tveksamt om detta synsätt är rimligt att applicera när det svenska kraftsystemet går igenom en ”volatilitetstopp”, och tillfällig osäkerhet om vad som gäller, som beror på politiska beslut (eller avsaknaden av politiska beslut).

Företag som slås ut på grund av att kostnaden för elförsörjningen ökat, på ett mer eller mindre oförutsebart sätt, lär inte återuppstå även om elförsörjningsläget förbättras. De större samhällsekonomiska konsekvenserna av den ökade efterfrågan från datacenter (som sannolikt har högre betalningsförmåga än traditionell industri har) kommer att ta en större roll i den energipolitiska debatten.⁶⁸

En avindustrialisering (som är ett reellt hot för EU-ländernas ekonomier) får långtgående konsekvenser för Sveriges exportberoende ekonomi och de drabbade regionerna. Mot den bakgrunden är det rimligt att staten tar ett större ansvar för att säkerställa att samhällskritisk infrastruktur som kraftsystemet främjar den samhällsekonomiska utvecklingen. Sverige behöver också förhålla sig till att viktiga konkurrentländer aktivt stöttar sin industri.

En stabil och förhållandevis kostnadseffektiv elförsörjning har länge varit en konkurrensfördel för svenska företag, som gjort det möjligt att kompensera kostnaderna för långa transporter till marknader och högre kostnader för arbete. En stor del av vårt näringsliv har utvecklats utifrån dessa premisser. Att högproduktiv ekonomisk aktivitet slås ut till följd av kraftsystemets bristfälliga strukturering och planering är inte acceptabelt.

68 Dagens industri: Låt inte datacenter tränga undan svensk basindustri (20206-02-10).

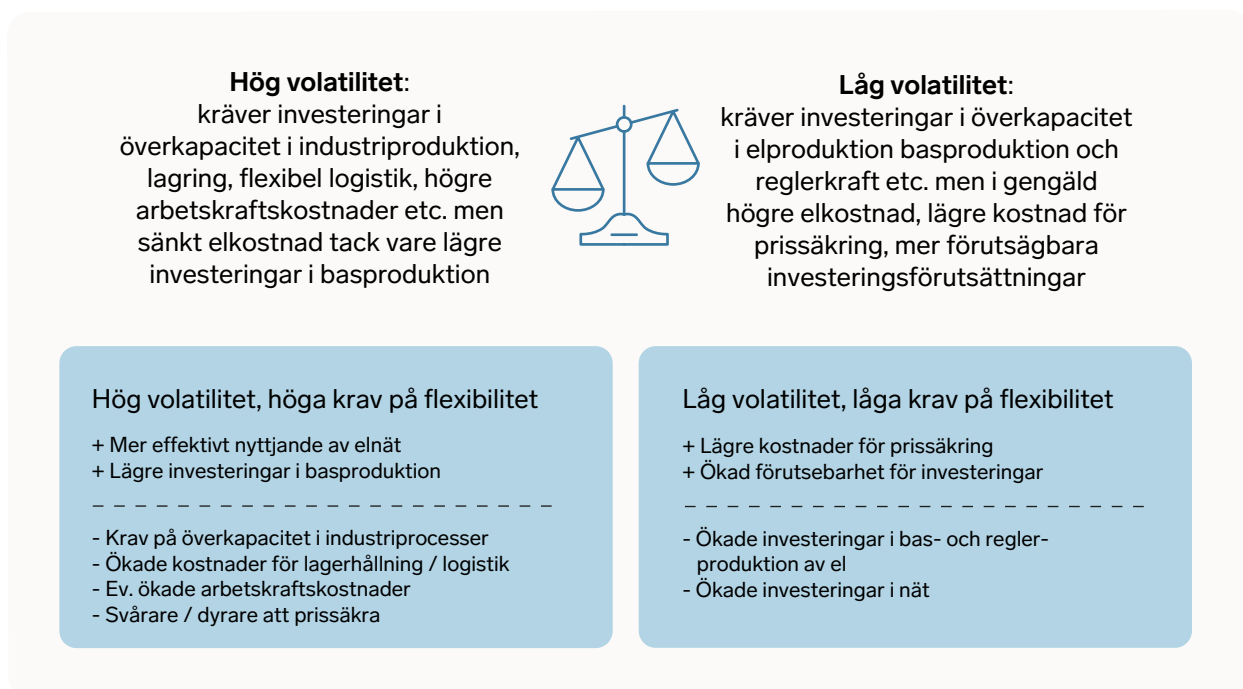
Energipolitiska vägval förutsätter informerade avvägningar

På politisk nivå behövs ett vägval om hur kostnaderna för ett mer volatilt kraftsystem ska fördelas. De scenarioanalyser⁶⁹ som gjorts av framtidens kraftsystem har två grundläggande scenarier. Ett med hög andel planerbar elproduktion och låg volatilitet, och ett med hög andel intermittent elproduktion som ger mer volatilitet. Viktigt att notera är andelen intermittent elproduktion kommer att öka även i grannländerna, vilket kommer att påverka elprisvolatiliteten även om mängden planerbar elproduktion byggs ut i Sverige.

Kraftsystemet behöver optimeras på både kort och lång sikt. Men för stort fokus på kortsiktig optimering kan skapa ett anorektiskt system, och för stort fokus på att möta långsiktiga risker kommer att skapa ett tungt och dyrt system.

I kraftsystemet med låg volatilitet är kostnaden för elen högre till följd av kostsamma investeringar i kärnkraft. Mer sol- och vindkraft kan bidra till att pressa elpriserna men ger samtidigt fler perioder med extremt låga eller höga priser. Risken för energibrist vid längre perioder av ogynnsamt väder ökar, och behöver också vägas in i kostnaderna. En mer volatil elproduktion medför högre kostnader, främst för elanvändare som behöver investera i flexibilitetslösningar för att hantera oförutsägbara elpriser.

Figur 15.



69 Svenskt Näringsliv: Framtidens kraftsystem. Robust för 300 TWh (2025) och Svenska kraftnät: Långsiktig marknadsanalys. Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050 (2024).

Hur kostnaderna för den ökade flexibiliteten ska fördelas är en viktig fråga för energipolitiken. Ur Svenskt Näringslivs perspektiv är det viktigt att kostnaden inte oproportionerligt belastar icke-flexibla elanvändare näringslivet, och framför allt inte den internationellt konkurrensutsatta industrin.

Om för mycket ansvar för flexibilitetskostnaderna läggs hos elanvändarna, riskerar företag att lägga ned och investeringar utebli. Om det i stället läggs hos elproducenter, riskerar motsvarande att hända – och investeringar i elproduktion kommer att utebli. Idag har användarnas kostnader inom delar av industrin ökat på ett så pass oförutsebart och dramatiskt sätt, att det inte kan betraktas som acceptabelt.

Hastigheten i utbyggnaden av kraftsystemet har betydelse för synen på statliga stöd. En storskalig och snabb utbyggnad som innebär ett kraftigt ökat behov av flexibilitet kan i större utsträckning motivera olika former av stödlämpliga incitament.

Kraftslagens produktionskostnader ska ses i systemperspektiv

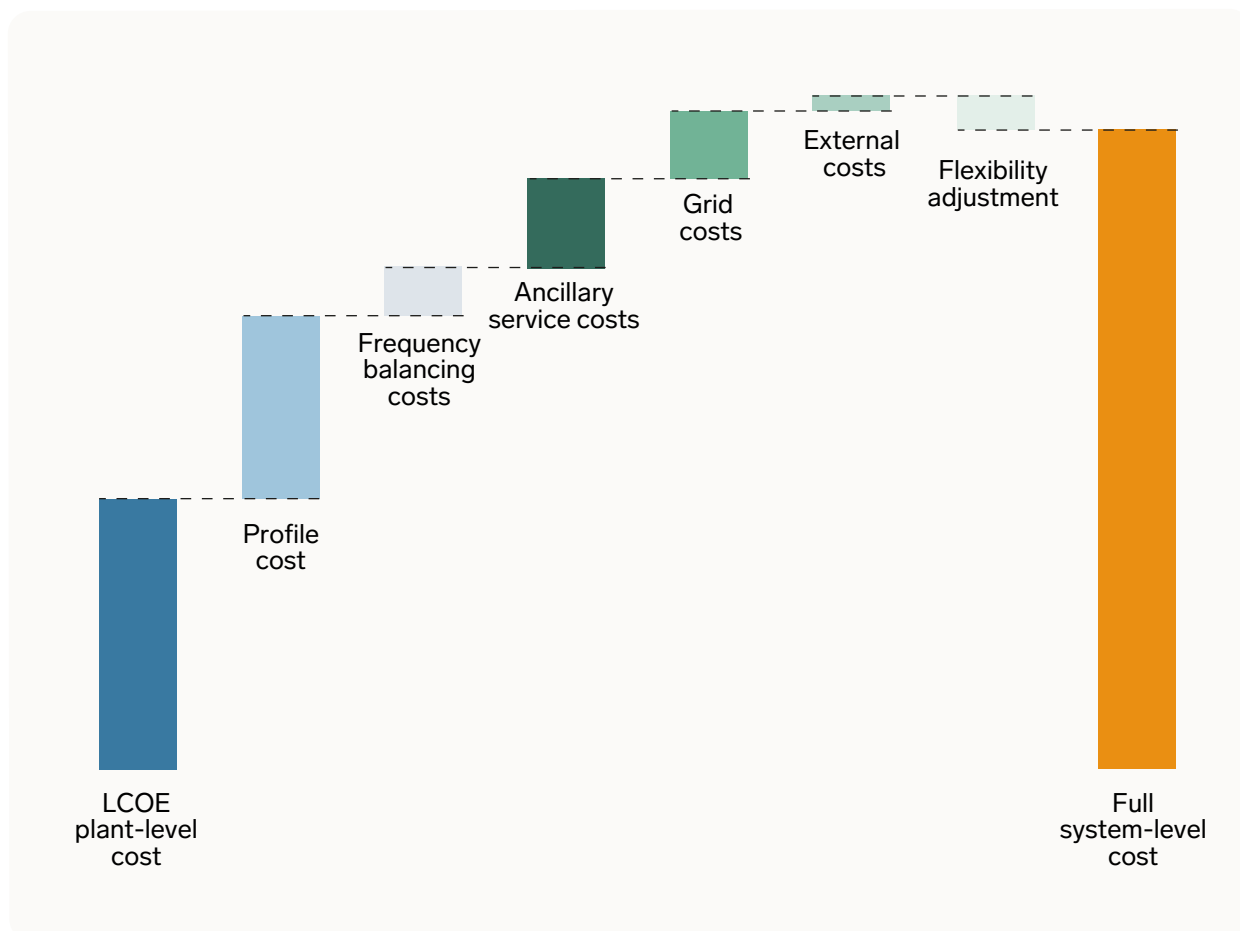
I den energipolitiska debatten får elens produktionskostnader stort utrymme, medan kostnaden för flexibilitetslösningar förbises. Kostnaden behöver fördelas på ett rimligt och samhällsekonomiskt rationellt sätt. Större hänsyn behöver tas till de olika kraftslagens bidrag till totala systemkostnader.

Hittills har mycket av den energipolitiska diskussionen inramats av olika kraftslags produktionskostnad, uttryckt som LCOE (Levelized Cost of Energy). Vilket motsvarar totala kostnader under produktionsenhetens livstid, delat på total elproduktion under livstiden. Det har gynnat kalkylen för sol- och vindkraft, som har relativt låga investeringskostnader och mycket låga driftskostnader, relativt kärnkraften.

För att få en mer rättvisande kalkyl på systemnivå behöver hänsyn tas även till andra kostnader, så som utbyggnad av elnät, balansering och profilkostnader (att priset på till exempel el sjunker när alla solceller producerar maximalt och pressar ned elpriset till orimligt låga nivåer, så kallad kannibalisering). Den metod för nedbrytning av elproduktionskostnader på systemnivå, som Quantified Carbon utvecklat, synliggör kostnader som döljs i LCOE-analysen där alltså endast produktionskostnader för ett kraftslag isolerat beaktas. SCBOE (System Cost Breakdown of Energy) visar att förment billig elproduktion kan skapa kostnader som behöver absorberas av andra aktörer i kraftsystemet.

Energiolitiska beslut måste baseras på en förståelse för kraftsystemets komplexitet och utifrån en helhetssyn av systemet.

Figur 16. SCBOE (System Cost Breakdown of Energy) illustrerar intermittent elproduktions olika kostnads-komponenter. När kostnaderna bryts ned på detta sätt synliggörs kostnader som inte fångas i LOCE-kalkylen. Källa: Quantified Carbon.⁷⁰



Viktigt att samhällsekonomiska konsekvenser analyseras

El är en avgörande insatsvara i industriella processer och i princip all ekonomisk aktivitet. Samtidigt kan kraftsystemet ses som strategisk infrastruktur, avgörande för hela ekonomins konkurrenskraft. Kraftsystemet har stora likheter med vägar och annan skattefinansierad infrastruktur. Båda skapar stora samhällsekonomiska nyttor då de möjliggör ekonomiska verksamheter av olika slag, skapar sysselsättning, innovation och tillväxt i hela landet. Även om de är svåra att uppskatta, finns det kostnader i form av utebliven tillväxt till följd av uteblivna investeringar i kraftsystemet.

70 UNECE//Quantified Carbon: Understanding the Full System Costs of the Electricity System (2025).

Historiskt har kraftsystemet utvecklats med en stor andel offentliga medel. Utbyggnaden av vattenkraften, transmissionsnätet och senare kärnkraften har varit ”samhälleliga projekt” som prioriterats för att de möjliggjort den ekonomiska utveckling som skapat det svenska välståndet. Den samhällsekonomiska nyttan har motiverat att stora delar av kostnaden socialiserats och finansierats av staten. Detta blir extra tydligt då det gäller stora investeringar med långa tidshorisonter, som kan sträcka sig över generationer.

Marknadssignalerna på dagens elmarknad har inte varit tillräckligt starka för att leda till samhällsekonomiskt önskvärda investeringar (så som investeringar i ny elproduktion på de platser där de gör mest nytta). Skatter, svårförutsägbara och mycket utdragna tillståndsprövningar, politiska risker kopplade till tillstånd och marknadsutformning inklusive snedvridande subventioner, i och utanför Sverige, har påverkat marknaden och investeringsklimatet negativt. Politikens kärnuppgift är att planera helheten, skapa tydlighet och undanröja hinder.

Politiken och staten vidtar ibland åtgärder som försvagar marknadssignalerna inom kraftsystemet genom tillståndsregler, stöd till utvalda aktörer och liknade. Medvetenheten om hur elanvändare, investeringar och marknad påverkas, är bristande hos beslutsfattare. Incitament och stöd till elektrifiering behövs – men bör vara så lite marknadsnedvridande som möjligt. Elektrifiering och klimatomställning kräver kapitalintensiva och långsiktiga investeringar, vilket gör statens roll viktigare.

Stöd kan komma i många former: minskad regelbörda, snabb handläggning, vägledning, tydlighet och långsiktighet underlättar för alla aktörer på marknaden. Att sänka kapitalkostnaderna, och förstärka eller försvaga prissignaler där det är samhällsekonomiskt rationellt kan också vara rimliga uppgifter för staten inom kraftsystemet. Att planera och utvärdera samhällsekonomisk lönsamhet och snedvridande effekter på marknaden av olika beslut blir då mycket viktigt. Det kräver en kompetens kopplad till samhällsekonomiska och företagsekonomiska konsekvenser, som idag saknas hos ansvariga myndigheter på energiområdet.

När de samhällsekonomiska kostnaderna av ett mer volatilt kraftsystem analyseras behövs mått på hur kostnader och ineffektivitet uppstår i flera led. Temporärt höga elpriser på grund av ett väderomslag kan leda till att industriproduktion skjuts upp. Detta kan hanteras genom överkapacitet, eller lager som kan fungera som buffert.

I en effektiv just-in-time-produktion har dessa marginaler trimmats bort, vilket innebär att en produktionsstörning fortplantar sig i flera led. Om en leverans inte kan ske enligt tidtabell orsakar det logistikproblem och kostnader i flera led. Att bygga lager och öka lagerhållning kan vara ett sätt för aktörerna i värdekedjorna att försäkra sig mot störningar, men det innebär ökade kostnader för flexibilitet som landar på elanvändarna. Den här typen av kostnader behöver kvantifieras. Sannolikt kan dessa kostnader tas till en samlat lägre kostnad, på en annan nivå i kraftsystemet. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv är det viktigt att synliggöra näringslivets alternativkostnad för ett mer volatilt kraftsystem i olika scenarion.

Det bör framhållas att statligt ansvar och statliga stöd inte är gratis. Elanvändarna betalar för alla systemkostnader - genom skatter, avgifter eller egna kostnader. Att dessa kostnader hålls nere och fördelas samhällsekonomiskt rationellt är viktigt. Statliga upphandlingar, ekonomiska incitament och teknikneutrala stöd till olika flexibla resurser kan binda användarkollektivet till kostnader som behövs för att skapa stabilitet i kraftsystemet, och tillväxt i samhället.

Flexibilitetsresurser i kraftsystemet framstår som en så stor och komplex nytta för samhället att det blir ett samhällsansvar att tillgängliggöra dem. Det är också tydligt att mångfalden av flexibilitetsresurser som behövs är stor, och kommer att variera. Att utveckla och optimera flexibilitetsresurser över tid är uppenbart komplext, och en period av betydande innovation och marknadsutveckling är sannolikt att vänta.

Kraftsystemets flexibilitet är en politiskt underprioriterad fråga, och både kostnader och värden kopplade till att tillgängliggöra flexibilitet underskattas. Kostnaden för dessa resurser behöver spridas över användarkollektivet och planeras och hanteras över tid. Det behövs en nationell strategi för flexibilitet och smartare energianvändning. Det finns också en rad flexibilitetsresurser som bör kunna realiseras på marknaden betydligt snabbare än idag. Att göra det skulle skapa stor nytta för elanvändarna i allmänhet och den konkurrensutsatta, elintensiva industrin i synnerhet.

Policyrekommendationer

Svenskt Näringsliv arbetar för ett växande näringsliv i ett fritt samhälle. Det förutsätter att de grundläggande principerna om demokrati, rättsstat och rättssäkerhet, äganderätt och näringsfrihet respekteras. Utöver detta krävs att staten värnar principerna om proportionalitet, rimlig förutsebarhet, effektivitet och kostnadseffektivitet – samt enkelhet och vägledning.

I dagens kraftsystem drabbas elanvändare av oproportionerliga avgifter och konsekvenser, helt utan förutsebarhet. Kraftsystemet styrs i för låg utsträckning mot effektivitet och kostnadseffektivitet – och i för hög utsträckning mot frekvenshållning. Dessutom krävs orimligt hög kraftsystemskompetens av användarna, som inte erbjuds någon vägledning.

Politiskt ledarskap och systemplanering behövs för att bygga ett kraftsystem som tjänar samhällets övergripande och demokratiskt fastställda mål. Sverige behöver en tydlig vision för var landet ska befinna sig 2045 när klimatomställningen ska vara genomförd. Att nå klimatomställningen med bibehållen konkurrenskraft kräver en lång rad avvägningar, som sträcker sig utanför energipolitiken och in i klimatpolitiken, tillståndsfrågor, skattefrågor och så vidare. En tydlig vision för Sverige ger vägledning i beslutsfattandet inom dessa områden, ett beslutsfattande som måste gå snabbare än idag. En bred majoritet i riksdagen behöver sluta upp bakom en inriktning som ger alla kraftsystemets aktörer bättre förutsättningar att planera och investera framgent.

Nedan följer policyrekommendationer inom en rad områden för att möjliggöra den flexibilitet som behövs i det svenska kraftsystemet. Hur dessa kan genomföras sammanställs längst ned i tabellform.

1. Användarnas behov behöver vara utgångspunkten för kraftsystemets utveckling:

I dag finns klimatmål och energipolitiska mål som utgår från elanvändarnas behov, men kraftsystemet styr trots detta mot en betydande suboptimering av flexibilitetsresurser, som inte beaktar användares behov eller kostnader. Politiska beslutsfattare och myndigheter behöver förstå elanvändare, föra dialog med dem, och göra konsekvensanalyser av hur de påverkas på kort och lång sikt.

Användarna behöver vara i centrum för kraftsystemets utveckling. Samtliga myndigheter på energiområdet behöver uppdras att förbättra näringslivsdialogen. Myndigheterna på energiområdet gör stora förändringar snabbt, och lyhördhet/utvärdering/dialog/hänsyn till industrins och näringslivets förutsättningar är inte tillräcklig. Det är viktigt att näringslivet har en tydlig representation i olika råd, som exempelvis planeringsrådet, elmarknadsrådet och elförsörjningsrådet, och användare bör alltid vara representerade i dess styrelse. Systemförändringar och konsekvenser behöver vara proportionerliga och förutsebara för alla aktörer i kraftsystemet.

2. Kraftsystemet behöver mål för tillgänglig effekt:

Tillgång till effekt är avgörande för många investeringar och elanvändarnas effektbehov måste kunna mötas för att säkerställa fortsatt näringslivsutveckling. Kraftsystemet behöver styras mot tydligare mål för tillgänglig effekt på kort och medellång sikt: 2030 och 2035. Dessa mål bör fastställas genom majoritetsbeslut i riksdagen, och får gärna förankras i en bred energiberedning. Det behöver vara tydligt för marknadens aktörer vilka investeringar politiken avser att bidra till. Det finns många hinder för att nå sådana mål, som beskrivs i detta startprogram. Att på ett sammanhållet sätt hantera dessa behöver vara ett politiskt ansvar.

3. Genomför en storskalig förstärkning av kraftsystemets resurser:

Vattenkraften är kraftsystemets viktigaste flexibilitetsresurs och behöver utvecklas på det sätt Svenskt Näringsliv tidigare beskrivit i startprogram för utvecklad vattenkraft.⁷¹ De undantag som medges i EU:s vattendirektiv måste användas fullt ut för att bevara och möjliggöra effekthöjning av befintlig vattenkraft. Ny kärnkraft behövs för att stärka det svenska kraftsystemet långsiktigt.

4. Utarbeta en svensk flexibilitetsstrategi:

Regeringen, med stöd av Energimyndigheten, bör tillse att det finns en strategi för hur en större andel intermittent elproduktion kan hanteras i kraftsystemet. Flexibilitet är en förutsättning och en lösning för att ge kraftsystemet den pålitlighet och förutsebarhet som krävs för att gynna investeringar i både elproduktion och elanvändning. Strategin bör omfatta alla delar av flexibilitetsområdet, inklusive beredskapsaspekterna. Strategin behöver föreslå åtgärder för att realisera de flexibilitetsresurser som behövs, så snart som möjligt.

5. Ställ krav på samhällsekonomisk analys:

Arbetet med att nå effektmål, och verkställa en flexibilitetsstrategi, kommer att kräva mer samhällsekonomisk analys. Det saknas breda analyser av de samhällsekonomiska effekterna av ett mer volatilt kraftsystem. Svenska kraftnäts instruktioner behöver kompletteras med ett ansvar för att utveckla, utvärdera och tillämpa metoder för samhällsekonomiska analyser inom energiområdet. Trafikverket har sedan länge ett sådant ansvar inom trafikområdet.

6. Genomför tillståndsreformer:

De tillståndsreformer som har bred politisk förankring och bereds i Regeringskansliet behöver skyndsamt genomföras. Utan dem går det inte att nå energimål eller klimatmål. Det är också nödvändigt för att korta ledtider och ge kraftsystemets marknadssignaler större genomslag.

7. Styr elnäten mot ökad effektivitet:

Incitament behöver stärkas för nätoperatörer att vara mer aktiva i att utnyttja elnätet effektivt, detta bör vara en tydlig del i intäktsregleringen. Om näringslivet ska kunna genomföra sina investeringsplaner måste totalkostnaden för näten hållas nere och kostnadseffektivitet stå i centrum.

Digitaliserad information om driftläget i elnätet är nödvändig för att optimera utnyttjandet av elnätet. Lokala effektmarknader har stor potential att möjliggöra nätanslutningar av nya verksamheter i befintligt nät.

Effektavgifter behöver vara enkla, rättvisa och driva rätt. Incitament för ett effektivare nyttjande av elnätet behöver vara rättvisa och enkla för användare att förstå. De får heller inte vara kostnadsdrivande och införandet ska ske under en sådan tidsrymd att elanvändare har möjlighet att skaffa teknologi som underlättar automatiserad styrning av deras effektuttag. Optimering av befintligt elnät är viktigt, men kan inte ersätta behovet av ny överföringskapacitet.

- 8. Frigör och möjliggör de flexibilitetsresurser som är samhällsekonomiskt rationella:**
Osäkerheter på marknaderna för balansering och stödtjänster behöver undanröjas genom tydligare mål och en myndighetsstyrning som driver mot ett ökat ansvar för elproducenter när det gäller balansering av elsystemet.

Marknaden för stödtjänster behöver utvecklas och bli mer lönsam för aktörerna. Fortsätt utveckla balansmarknaderna så att fler resurser kan erbjuda upp- och nedreglering. Stimulera innovation och teknikutveckling. Se över hinder som potentiellt motverkar flexibilitet.

- 9. Utforma en ändamålsenlig skattestyrning:**

Skattepolitiken bör ge tydligare incitament för elektrifiering. Energiskatten på el behöver sänkas. En tydlig bana för sänkning av elenergiskatten på el för näringslivet ned till EU:s minimiskattennivå bör tas fram. Energiskattereformer krävs för att påskynda och stärka konkurrenskraften i Sverige. Idag hindras energilagring i vätgas, fjärrvärme och även batterilagring av energiskatten.

Elmarknaden blir alltmer komplex med nya affärsmodeller och aktörskedjor där hushåll och företag kan blandas på ett sätt som inte tidigare skett, exempelvis genom aggregatorer. Det är viktigt att regelverket för beskattning hänger med i denna utveckling och att dubbelbeskattning inte uppstår.

- 10. Utred prisstabilitet på elmarknaderna:**

Möjligheten att prissäkra behöver öka, samtidigt som proaktiva prissignaler (exempelvis statliga upphandlingar via Svenska kraftnät) är viktiga för att realisera flexibilitet. Kostnader för och möjligheter att prissäkra, där det är samhällsekonomiskt rationellt att staten bidrar till att sänka risk, samt vilka finansiella risker detta skapar på samhällsnivå, bör utredas av Energimarknadsinspektionen med stöd av Finansinspektionen.

Särskilt prioriterat är det att internationellt konkurrenssatt elintensivt näringsliv utan flexibilitetspotential får större möjligheter att prissäkra på rimliga nivåer. Detta kan kräva statliga garantier. Den internationellt konkurrenssatta näringslivet drabbas oproportionerligt av höga kostnader för elförsörjningen, direkta och indirekta kostnader för flexibilitet inräknade. Försämrade konkurrenskraft är bekymmersamt i ett samhällsekonomiskt perspektiv och kan motivera statlig riskdelning för elprisrisk i dessa verksamheter. Samtidigt är det viktigt att åtgärderna inte blir konkurrensnedvridande.

11. Lägg ett mått för prisvolatilitet till indikatorerna för de energipolitiska målen:

Varje år rapporterar Energimyndigheten en uppföljning av de energipolitiska målen, genom ett antal energiindikatorer, till regeringen. Ge Energimyndigheten i uppdrag att komplettera redovisningen med ett mål för prisvolatilitet på elmarknaden.

12. Nya uppdrag till Svenska kraftnät:

Svenska kraftnät behöver tydligare uppdrag på en rad områden. Detta omfattar att snabbare öppna upp för nya och fler aktörer inom balansreglering, och möjliggöra mer aggregerad styrning av kraftproduktionsenheter. Möjliggör för fler resurser att vara med på balansmarknaderna, till exempel genom att tillåta mindre budstorlek med kortare framförhållning. Obalanskostnaderna hos Svenska kraftnät behöver sänkas. Fler av det kraftsystemets driftstillstånd – samt kostnaden för dessa – behöver utredas. Det är också viktigt att Svenska kraftnät fullgör sina nya, nuvarande instruktioner, som betonar samhällsekonomisk effektivitet, inte bara gällande nätets utbyggnad utan även dess drift.

Svenska kraftnät behöver slutföra uppdraget att upprätta och uppdatera en kapacitetskarta för elnätets olika nivåer, inklusive behov av flexibilitet. Transparent information om tillgänglig kapacitet i elnätet och flaskhalsar underlättar optimeringen av kraftsystemet. Prognoser över behovet av flexibilitet och ökad transparens om elnätets kapacitet underlättar för marknadsaktörer att fatta rationella beslut.

Placeringen av ny elanvändning och elproduktion har betydelse för behovet av flexibilitet, ned på lokal nivå. Ett effektivare utnyttjande av elnätet kan möjliggöra elanslutningar av nya verksamheter och underlätta elektrifieringen av gamla. Utbyggnaden av elnätet har alltför långa ledtider. Lokala kapacitetsmarknader, där flera elanvändare delar på nätkapacitet, gör det möjligt att snabbt ansluta fler elanvändare till elnätet.

Marknadens aktörer har inte heller tillräcklig information om läget på balansmarknaden i realtid. Om aktörerna kan få en bättre uppfattning om marknadens rörelser och riktning kommer prissignalen att gå fram tydligare, vilket underlättar för resurser att vara flexibla och proaktiva. Finland har ett mer transparent system för detta, med realtidsuppdateringar om aktiverade balansresurser med indikativa priser för balanseringsenergi, som kan stå som förebild för Svenska kraftnät.

Svenska kraftnät behöver slutligen ett uppdrag att agera snabbt rörande de flexibilitetsresurser som är nära marknaden och tydligt behövs, men inte används idag. Medan strategier utvecklas, är det tydligt att en större användning av till exempel smart laddning av elbilar, V2G, batterier, användarflexibilitet och gasturbiner behövs som flexibilitetsresurser i kraftsystemet här och nu. Svenska kraftnät bör ha i uppdrag att snabbare realisera och återrapportera kring utvecklingen av sådana resurser.

13. Policyförslag i tabellform

Åtgärd	Metod	Ansvar	Tid
Användarnas behov i fokus			
Uppdrag att förbättra, systematisera och samordna myndigheternas näringslivsdialog kopplat till kraftsystemets utveckling samt följa upp och utvärdera näringslivets upplevelse av densamma.	Uppdrag till Energimyndigheten, Svk och Ei.	KN-dep, uppdrag till EM, Svk, Ei.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut våren 2026.
Svenska kraftnäts dialog med elmarknadens aktörer behöver förbättras och kraftsystemets aktörers perspektiv behöver förstärkas. Jämför och dra lärdomar från grannländernas stamnätsoperatörer.	Statskontoret (eller Riksrevisionen) granskar.	Regeringen, KN-dep.	Uppdrag till Statskontoret våren 2026. Riksrevisionen är en lämplig granskare men beslutar själv om ev. granskning.
Utred fler driftsfall för framtidens kraftsystem, med konsekvensanalyser för olika elanvändare.	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut våren 2026.
Svk:s Elförsörjningsråd bör inkludera representanter från elanvändarna. För näringslivet bör olika typer av elanvändning representeras.	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut våren 2026.
Svk:s styrelse behöver ha representation för, och djupare kunskap om, elanvändare.	Regeringsbeslut.	KN-dep.	Hösten 2026.
Ei ges i uppdrag att kontrollera efterlevnaden av nätkoderna. Nätkoden för RfG (Requirements for Generators) medger att nätbolagen ställer leveranskrav för anslutning av intermitterent elproduktion.	Uppdrag till Ei.	Regeringen, KN-dep.	Tilläggsuppdrag våren 2026.
Utred om det går att ställa ökade krav på producenter av intermitterent kraft att tillföra balanseringstjänster.	Departements-skrivelse, Ds.	Regeringen, KN-dep.	Tillsatt under hösten 2027. Remiss och prop. under 2027-28.
KN-dep behöver utreda under vilka former det går att ålägga balansansvariga elhandlare att erbjuda ett för användarna prissäkrat balansansvar. Departementet bör utreda hur balansmarknader kan göras större än nuvarande elområden, för att frigöra fler balansresurser.	Departements-skrivelse, Ds.	Regeringen, KN-dep.	Tillsatt under hösten 2027. Remiss och prop. under 2027-28.
Effekt mål			
Kraftsystemet behöver ett politiskt beslutat och siffersatt mål för tillgänglig effekt på kort och medellång sikt: 2030 och 2035.	Uppdrag till Energi-myndigheten, Svk och Ei.	KN-dep, uppdrag till EM, Svk, Ei.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut våren 2026.
Storskalig resursförstärkning			
Implementera de ännu ej genomförda förslag som Svenskt Näringsliv fört fram "Startprogram för utvecklad vattenkraft".	Se "Startprogram för utvecklad vattenkraft".		

Åtgärd	Metod	Ansvar	Tid
Flexibilitetsstrategi			
Bereda och fatta beslut om en svensk flexibilitetsstrategi.	Utredningsuppdrag till EM, Svk och Ei. Remitteras och fastställs av regeringen.	KN-dep, uppdrag till EM, Ei och Svk.	Uppdrag våren 2026.
Stärkt samhällsekonomisk analys			
<p>Svk:s instruktioner bör kompletteras med att myndigheten har ansvar för att utveckla, utvärdera och tillämpa metoder för samhällsekonomiska analyser inom energiområdet.</p> <p>Instruktionen bör i detta avseende formuleras likt Trafikverkets, för att spegla behovet av att bygga upp samhällsekonomisk kompetens och göra samhällsekonomiska bedömningar och konsekvensanalyser kopplat till kraftsystemets utveckling och planering. Besluts konsekvenser för konkurrenskraft och värdeskapande behöver synliggöras.</p> <p>Dagens instruktion är för vag och innebär enbart att "skapa förutsättningar för en samhällsekonomiskt effektiv [...] elförsörjning".</p>	Regeringsbeslut om ändrade instruktioner.	Regeringen, KN-dep.	Regeringsbeslut våren 2026.
Tillståndsreformer			
<p>Genomför tillståndsutredningens förslag skyndsamt, så att marknadssignaler kan generera utveckling av den svenska energimarknaden.</p> <p>Förslag kopplade till elektrifiering och klimatomställning bör kunna tillföras resurser och beredas enligt regeringens rutiner för "snabbspår" i handläggningsarbetet.</p> <p>Fler omställningsreformer behöver beredas parallellt inom RK för att öka omställningstakten och möjliggöra näringslivets investeringar.</p>	Regeringsbeslut, budgetmedel i VÅB.	Regeringen, KN-dep, Ju.	Tillfällig 3-årig medelsförstärkning till RK för omställningsreformer i VÅB våren 2026.
Styr elnäten mot ökad flexibilitet			
Uppdrag till Ei att utreda och föreslå standardiserade elnätsavtal, som gäller för flexibla avtal och villkorade avtal, i både tidsbegränsad och tillsvidare-form.	Uppdrag till Ei.	Regeringen, KN-dep.	Tilläggsuppdrag våren 2026.
Frigör fler flexibilitetsresurser			
<p>Insatser krävs för att snabbt öka de likvida resurserna på balansmarknaderna – från elproducenter, el-användare, elnätsföretag och aggregatorer.</p> <p>Ge Svk i uppdrag att ta fram mål för likvida resurser på balansmarknaderna, och åtgärder för att nå dessa mål, samt uppföljning och återrapportering av utvecklingen visavi dessa mål.</p> <p>I uppdraget ingår att snabbare öppna upp för nya och fler aktörer inom balansreglering, samt att utvärdera regelförändringar för att möjliggöra handel mellan olika elområden.</p>	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut våren 2026.

Åtgärd	Metod	Ansvar	Tid
Användarnas behov i fokus			
<p>Utred energibesättningens utformning. Tillsätt en offentlig utredning som ombeds lämna förslag till en utvecklad, mer konkurrenskraftig och mer ändamålsenlig, samlad energibesättning, som kopplar beskattning till elektrifiering, energiomställning och effektivt resursutnyttjande. Se över regelkrångel, och ev. dubbelbesättningen vid batterilagring och flexibilitet.</p> <p>Utredningen behöver innehålla förslag som möjliggör eldriven fjärrvärme, eftersom fjärrvärmen är en strategiskt viktig del av det svenska energisystemet.</p>	<p>SOU: Energiskatteöversyn.</p> <p>BP 2027.</p>	<p>Regeringen, Finansdep.</p>	<p>Tillsätt våren 2027-jan 2028. Remiss och prop. under 2028.'</p> <p>Avisera under 2026.</p> <p>Formellt beslut i BP2027.</p>
<p>Energiskatten på el behöver sänkas, för att stimulera elektrifiering. En tydlig bana för sänkning av elskatten för näringslivet ned till EU:s minimiskattenivå bör tas fram.</p>	<p>BP 2027.</p>	<p>Regeringen, Finansdep.</p>	<p>Avisera under 2026.</p> <p>Formellt beslut i BP2027.</p>
Mät prisstabilitet			
<p>Energimyndigheten bör mäta prisvolatilitet som en av de återkommande energiindikatorer som rapporteras årligen, samt analysera prissäkringsmöjligheterna och därmed de långsiktiga förutsättningarna att investera i elproduktion och elanvändning.</p>	<p>Uppdrag till Energi-myndigheten.</p>	<p>KN-dep, uppdrag till EM.</p>	<p>Tilläggsuppdrag våren 2026.</p>
EU-regler			
<p>Delar av EU-regelverken som styr energisektorn är föråldrade. Regeringen behöver ta initiativ för en översyn av EU-regler som skadar medlemsländernas möjligheter att utforma sina kraftsystem. Sveriges regering behöver arbeta för att EU-reglerna uppmuntrar teknikneutralitet, kostnadseffektivitet och fossilfrihet.</p>	<p>KN-dep, översyn EU-regler.</p>	<p>KN-dep, påverkan inom EU.</p>	
Utred prisvolatilitet			
<p>Regeringskansliet bör utreda prisvolatilitetens, inklusive den bredare kostnadsbilden av elförsörjningen, samt dess samhällsekonomiska konsekvenser, på både lång och kort sikt.</p> <p>Vilken prisvolatilitet olika typer av elanvändare tolererar, vid vilken nivå prisvolatiliteten överskrider vad som är samhällsekonomiskt gynnsamt, samt vilka samhällsekonomiska aspekter av kraftsystemets utveckling som behöver följas över tid kopplat till dess utveckling och planering, behöver utredas.</p> <p>Hur detta ska kunna ske även regionalt och lokalt behöver ingå i uppdraget.</p>	<p>SOU: elpriser, prisvolatilitet och samhällsekonomi.</p>	<p>Regeringen, Finansdep, KN-dep.</p>	<p>Tillsätts våren 2026.</p>

Åtgärd	Metod	Ansvar	Tid
Nya uppdrag till Svk			
Obalanskostnaderna hos Svk (pristaket om 10 000 EUR/MW) behöver bli mer skäligt. Prissättningen och fördelningen av kostnaden behöver ses över.	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut vår/höst 2026.
Svenska kraftnät bör få ett uppdrag att korta handläggningstiderna för balansresurser och även kvalificeringstiden för dessa.	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut vår/höst 2026.
Svenska kraftnät behöver slutföra uppdraget att upprätta och uppdatera en kapacitetskarta för elnätets olika nivåer, inklusive behov av flexibilitet.	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut vår/höst 2026
Svenska kraftnät behöver ett uppdrag om att förse marknadens aktörer med tillräcklig information om läget på balansmarknaden i realtid.	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut vår/höst 2026.
Svenska kraftnät behöver ett uppdrag att agera snabbt rörande de flexibilitetsresurser som är nära marknaden och tydligt behövs, men som inte används idag. Svenska kraftnät bör ha i uppdrag att snabbare realisera och återrapportera kring utvecklingen av resurser såsom smart laddning av elbilar, V2G, batterier, användarflexibilitet och gasturbiner.	Uppdrag till Svk.	KN-dep, uppdrag till Svk.	Tilläggsuppdrag regeringsbeslut vår/höst 2026.

Referenser

ABB: Regenerativa drivenheter och motorer frigör kraften i energilagring med svänghjul för att stabilisera Europas nät (2022-07-14).

Björklund-Sänkiaho, Margareta (2026) personlig kommunikation (2026-01-29), professor i energiteknik vid Åbo Akademi.

Dagens industri: Låt inte datacenter tränga undan svensk basindustri (2020-02-10).

Electricity Maps.

Ellevio (2025) Effektrapporten 2025 (2025).

Energiforsk (2020) Survey on Power System Ancillary Services, Report 2020:708.

Energiforsk (2012) Lastföljning i kärnkraftverk.

Energiforsk (2025) Datacenter som flexibilitetskapacitet.

Energiforsk (2025) Så får industrin tillräckligt med el till 2035 – slutrapport, Nepp:s rapport 2025:1133.

Energiföretagen (2022) Vätgas som energilager (2022-04-01).

Energimarkandsinspektionen/DNV (2024) Bilateral Hedging of Electricity in Sweden.

Energimarkandsinspektionen: Elmarknaden (hämtat 2025-12-10)

Energimarkandsinspektionen (2023) Främjande av ett mer flexibelt elsystem.

Energimarkandsinspektionen Fördelarna med att använda el flexibelt (hämtat 2025-06-16).

Energimarkandsinspektionen (2026) Remittförordningen (hämtat 2026-03-25).

Energimarkandsinspektionen: Tillämpningsmetod för effekteffektivisering i elnätregleringen (hämtat 2026-02-04).

Energimyndigheten (2023) Energianvändning i digitala system, datacenter och kryptovaluta. Förstudie om nuläge, metoder och statistik för att följa utvecklingen, ER 2023:04.

Energimarkandsinspektionen: Kapacitetsutmaningen i elnäten Ei R2020:06 (2020).

Energimyndigheten (2025) Flexibilitet inom elsystemet – Målgruppsanpassad information och potentialbedömningar.

Energimyndigheten (2025) Kortsiktsprognos vinter 2025 Energianvändning och energitillförsel år 2023–2028.

Energy Conversion and Management, Volume 209, 1 April 2020, 112662, Energy Conversion and Management, Assessment of the Huntorf compressed air energy storage plant performance under enhanced modifications.

Eon: Information om villkorade avtal (hämtat 2025-12-10).

Europaparlamentet: Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/943 av den 5 juni 2019 om den inre marknaden för el (omarbetning), artikel 2 p. 79.

Eurostat (2025) Hur produceras och säljs el från EU? (hämtat 2025-12-09).

Europaparlamentet: Direktiv 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU.

Europen Aluminium: Demand-Side Response & Flexibility: Key Considerations For The European Aluminium Industry Position Paper (2025).

Fortum (2025) Elektrifieringsbarometern – Fortums bedömning av läget, förutsättningarna och förslag för ökad elektrifiering av Sverige.

IVA (2025) Elektrifieringen – så river vi barriärerna.

Mälarenergi: Berggrummet – ett gigantiskt energilagrar (hämtat 2025-06-09).

NEPP (2016) Reglering av kraftsystemet med ett stort inslag av variabel produktion.

NyTeknik: Dilemmat: Höga effektavgifter – när elpriset är lågt (2025-12-02).

Power Circle (2025) Flexability, Potential och behov år 2030, delrapport 1.

Power Circle (2025) FlexAbility, Potential, värde och målkonflikter för nya flexibilitetsresurser, delrapport 4, Den sociala potentialen för flexibilitet.

Power Circle (2025) Målkonflikter och hinder för flexibilitet FlexAbility, delrapport 5.

Power Circle (2025) Den sociala potentialen för flexibilitet FlexAbility, delrapport 4.

Prop. 2023/24:105, Energipolitikens långsiktiga inriktning.

Rocky Mountain Institute (2018) Introduction to the Virtual Power Purchase Agreement.

Second Opinion: Kostnaderna för balansering skjuter i höjden (hämtat 2025-10-17).

SGU: Kritiska och strategiska råvaror (hämtat 2025-06-11).

SKGS (2025) Industrins elbehov till 2035 – en kartläggning.

Statskontoret (2026) Regleringsbrev för budgetåret 2026 avseende Energimarknadsinspektionen.

SOU 2025:47 Spänning i tillvaron– hur säkrar vi vår framtida elförsörjning?

Svensk Vindenergi (2023) Vindkraftens upplevda hinder för deltagande på stödtjänstmarknaderna.

Svenska kraftnät (2024) Balancing market outlook.

Svenska kraftnät (2024) Långsiktig marknadsanalys. Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050.

Svenska kraftnät: Om elmarknaden (hämtat 2026-03-23)

Svenska kraftnät: Svenska kraftnät inför flera nya åtgärder för en mer stabil prisbild på balansmarknaden (2025-12-04).

Svenska kraftnät (2025) Villkorade elanslutningsavtal – En tillfällig åtgärd för att tilldela kapacitet innan nätförstärkning är genomförd.

Svenskt Näringsliv: Lösningar för ökad flexibilitet i elsystemet (2020).

Svenskt Näringsliv (2020) PPA och elmarknaden, En rapport till Svenskt Näringsliv.

Svenskt Näringsliv (2025) Swedish power systems 2050.

Svenskt Näringsliv (2026) Effekter av datacenterutbyggnaden för elsystemet.

SVT Västerbotten: Här ska Sveriges största batteri byggas utanför Sorsele – 280 meter under jord (2024-09-18).

Tillväxtanalys: The cost of electricity supply interruptions and value of lost load in Swedish electricity intensive industrial plants (2025).

UNECE//Quantified Carbon: Understanding the Full System Costs of the Electricity System (2025).

Uniper: Vätgas (hämtat 2025-06-10).



Startprogram för mer flexibilitet i kraftsystemet
Svenskt Näringsliv