

Region Östergötland  
Energiförvaltningen

# Kraftslagens funktion i elsystemet

Ett kortfattat kunskapsunderlag om elproduktion



Medfinansieras av  
Europeiska unionen



# Sammanfattning

I nedan punkter ges en sammanfattning av de viktigaste delarna som denna rapport avser att belysa.

- Elsystemet behöver alltid vara i balans, det vill säga att i varje stund behöver inmatningen vara lika stor som summan av uttaget och överföringsförlusterna. När det inte råder balans påverkas frekvensen. För stor frekvenspåverkan leder till strömavbrott.
- Det är skillnad på effekt och energi. Man kan likna energi vid en volym medan effekt är ett flöde. Att hålla elsystemet i balans är en fråga om effekt.
- Vattenkraft, kärnkraft och kraftvärme är så kallat planerbara kraftslag som styrs och planeras av människor. Vattenkraften är dessutom reglerbar, det vill säga att den har en god förmåga att snabbt öka eller minska sin produktion. Produktionen från vindkraft och solkraft är beroende av vädret och räknas därför inte som planerbara.
- Den ökande andelen vind- och solkraft ökar behovet av flexibilitet. Eftersom dessa kraftslag varierar med väder krävs mer reglerkraft, energilagring, ett starkare elnät och ibland anpassad elanvändning för att hålla elsystemet i balans.
- Elnätets kapacitet är ofta avgörande för lokal utveckling. Även om det finns el i Sverige kan det saknas nätkapacitet att transportera elen dit behovet finns. Det påverkar möjligheterna att etablera industrier, laddinfrastruktur och nya bostadsområden.
- Kommunen är både intressent och aktör i elsystemet. En fungerande elförsörjning är avgörande för såväl de boende som det lokala näringslivet samt för samhällsfunktioner. Genom den fysiska planeringen påverkar kommunen var elnät och kraftproduktion kan byggas. Kommunen har också vetorätt vid etablering av vindkraft och kärnkraft.

*Framtagandet av rapporten har delfinansierats av Europeiska unionen.*

# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	0
Inledning.....	2
Svensk elproduktion från 1950-talet till idag .....	3
Kraftslagen.....	5
Vattenkraft.....	5
Kärnkraft .....	6
Kraftvärme.....	8
Vindkraft.....	11
Solkraft .....	12
Det svenska elsystemet .....	13
Kommunens roll.....	16

# Inledning

Innehållet i denna rapport är framtaget av Profu under 2025, och bearbetat av Energikontoret Östergötland 2026. Syftet med rapporten är att ge en översiktlig genomgång av de elproduktionsalternativ som idag utnyttjas i Sverige. Utgångspunkten är vad som kan vara viktigt att reflektera över då kommuner överväger beslut och satsningar inom elproduktionsområdet.

Följande elproduktionsalternativ behandlas:

- Vattenkraft
- Kärnkraft
- Kraftvärme, fjärrvärme
- Kraftvärme, industri (också benämnt industriellt mottryck)
- Vindkraft
- Solkraft

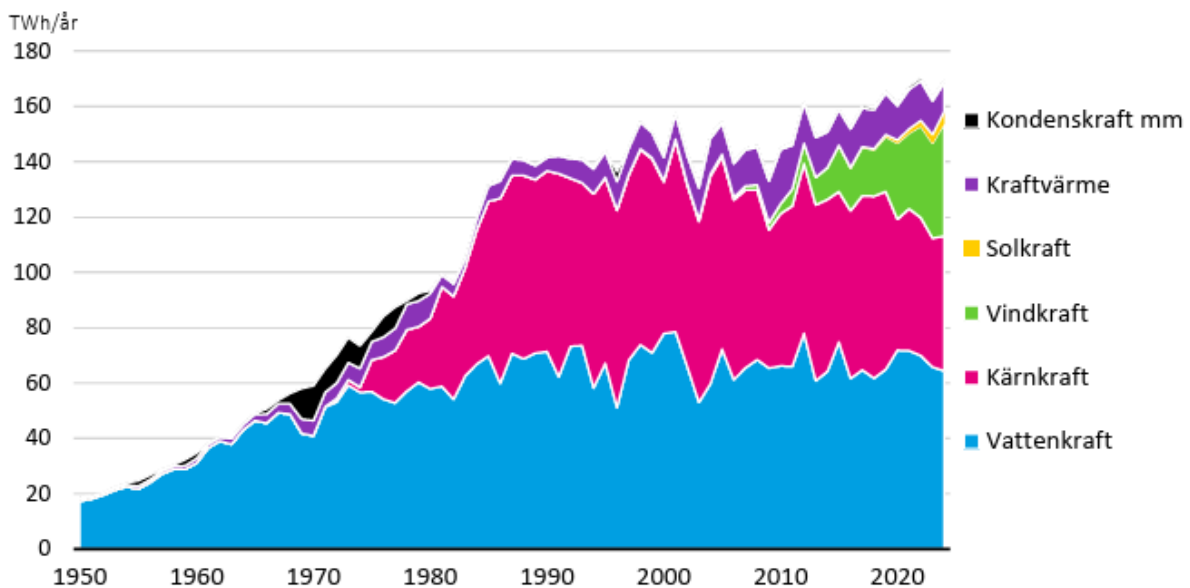
För att ge en bakgrund inleds med en genomgång av hur den svenska elproduktionen utvecklats sedan 1960. Därefter beskrivs de olika elproduktionsalternativens karaktäristiska egenskaper. Den genomgången följs av ett avsnitt om hur elproduktionsalternativen samverkar med det samlade elsystemet och olika sätt för att balansera utbud och efterfrågan på el. Denna balansering är en viktig del av elsystemets funktion eftersom det i varje ögonblick måste vara balans mellan användning och produktion.



# Svensk elproduktion från 1950-talet till idag

Den svenska elanvändningen ökade i snabb takt ända fram till ungefär år 1990 då den stagnerade och den har sedan dess i huvudsak legat stilla. Elproduktionens utveckling framgår av figur 1 nedan. Under 50- och 60-talen stod vattenkraft för den helt dominerande delen av elproduktionen i Sverige. Under 70-talet bidrog också kondenskraft baserad på olja och kol till elproduktionen. Därefter har dessa kraftverk knappast utnyttjats, utan bara haft kvar sin roll som reservkraftverk.

Omkring 1980 genomfördes en snabb utbyggnad av kärnkraft och från 1990 till 2010 stod vattenkraft och kärnkraft för ungefär halva elproduktionen vardera. Mindre, men viktiga bidrag kom då också från kraftvärme, det vill säga elproduktion som sker i kombination med fjärrvärmeproduktion och industriell processvärme. Omkring 2010 började vindkraften byggas ut och har kontinuerligt ökat sin andel av elproduktionen. Denna utbyggnad har sammanfallit med stängningen av flera kärnkraftsblock, vilket medfört att kärnkraftens andel av elproduktionen minskat. Utbyggnaden av solkraft har hittills givit mycket små bidrag till den samlade elproduktionen men växer nu relativt snabbt.

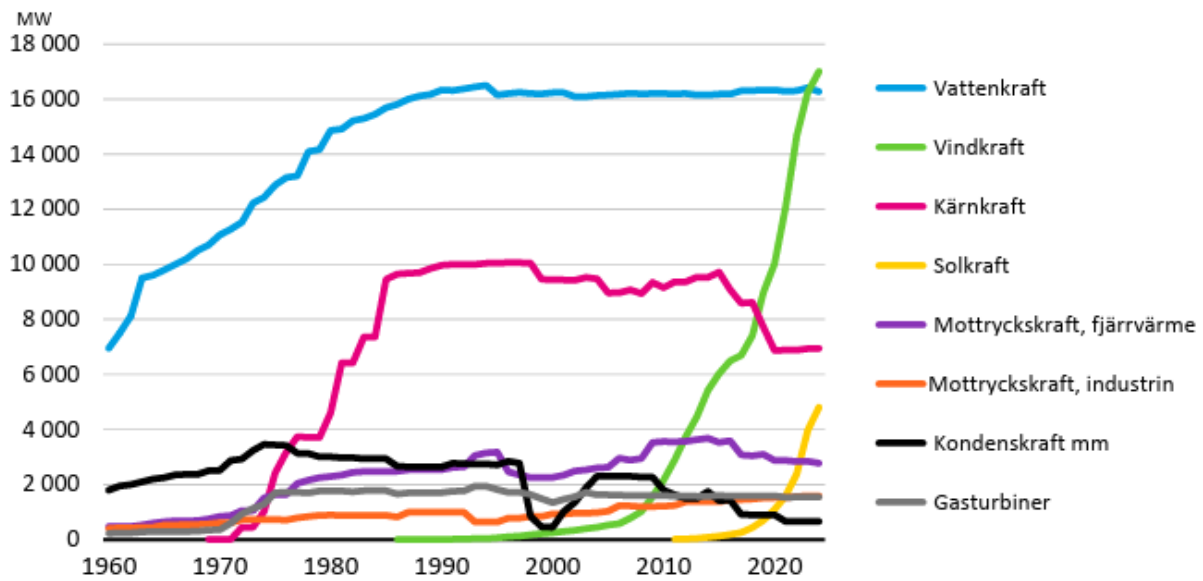


Figur 1. Svensk elproduktion från 1950 och framåt (Källa: Energiföretagen Sverige, Energiåret 2024)

Inledningsvis nämndes att elanvändningen i princip legat stilla under de 35 senaste åren. Samtidigt uppvisar elproduktionen en tydlig ökning från ungefär år 2010. Den ökningen har i huvudsak resulterat i ökad elexport. På sikt finns förväntningar om kraftigt ökad elanvändning, främst som en följd av stora industriella satsningar på exempelvis fossilfritt stål och fossilfri järnsvamp, men också genom elektrifiering av transportsektorn.

En kompletterande bild av den svenska elproduktionen får man om man i stället betraktar den installerade elproduktionskapaciteten, eller el-effekten, som visas i figur 2 nedan.

Elproduktionen i figur 1 bestäms av kraftverkens installerade effekt (figur 2) och hur många fullasttimmar de körs per år.



Figur 2. Installerad el-effekt i Sverige från 1960 och framåt (Källa: Energiföretagen Sverige, Energiåret 2024)

En jämförelse av de två figurerna visar också de stora skillnaderna mellan kraftslagen i antalet drifttimmar per år.

Vindkraft och solkraft benämns ofta variabel elproduktion eftersom de begränsas av sådant som väder, dag/natt och årstid. Övriga kraftslag benämns ofta planerbara i och med att de, med undantag för otillgänglighetsperioder, kan köras när som helst när det finns behov av deras elproduktion.

De båda figurerna speglar också kondenskraftens och gasturbinernas uppgift i det svenska elsystemet. De erbjuder el-effekt men producerar mycket lite energi. De utgör alltså en reserv att ta till när det blir elanvändningstoppar eller störningar av olika slag.

# Kraftslagen

I detta kapitel beskrivs de olika kraftslagen och dess funktion i elsystemet. En jämförande översikt av de olika kraftslagen och dess förmågor ges i Tabell 1.

Tabell 1. En jämförande översikt över kraftslagen och dess olika förmågor att bidra i elsystemet.

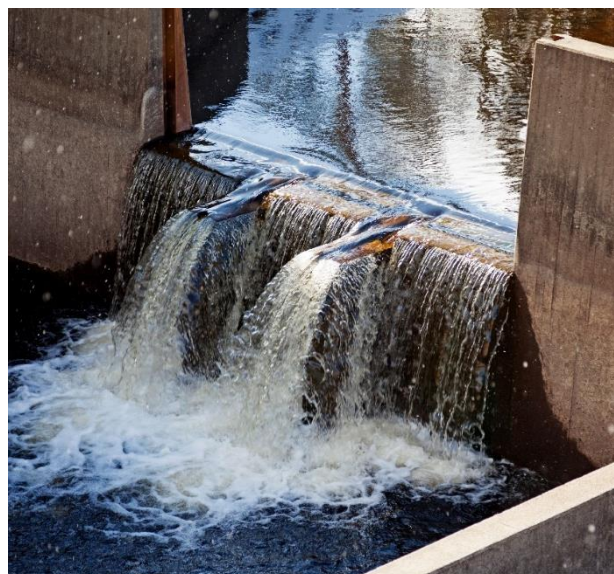
Kraftslag	Planerbarhet	Bidrag vid topplast	Årsprofil	Nätpåverkan	Kommunal relevans
Vattenkraft	Planerbar & reglerbar	Högt	Följer behovet	Reglerkraft, avlastar lokalt	Miljöprövning, lokala påverkan
Kärnkraft	Planerbar (baskraft)	Högt	Jämn över året	Ansluts i stamnät	Veto, markfrågor
Kraftvärme	Planerbar	Högt	Följer värmebehov	Stärker lokala nät	Kommunala energibolag
Vindkraft	Variabel	Lågt (ca 9%)	Mer vinter än sommar	Kan kräva nätförstärkning	Veto, lokala nyttor/konflikter
Solkraft	Variabel	0%	Sommar & dagtid	Kan kräva nätförstärkning	Mark/tak, lagring

## Vattenkraft

Vattenkraft är det kraftslag som bidrar med **störst elproduktion** i Sverige. Det finns i landet ca 2 000 vattenkraftverk. De flesta är ganska små, endast drygt 200 har en installerad el-effekt på 10 MW eller mer. 10 % av vattenkraftverken står för mer än 90 % av vattenkraftens samlade elproduktion. Huvuddelen av vattenkraften byggdes före 1990 och många av de stora vattenkraftverken är redan avskrivna. Vattenkraften har mycket **låga driftkostnader**. Fortsatta investeringar i befintlig vattenkraft har gjorts och kommer även i fortsättningen att behövas för att klara nya säkerhets- och miljökrav.

### Vattenkraften bedöms vara fullt utbyggd

Fyra av Norrlands-älvarna är av miljöskäl undantagna från vattenkraftutbyggnad och i övrigt är vattenkraft i Sverige energimässigt att betrakta som **fullt utbyggd**. Det kan dock bli aktuellt med vissa utbyggnader av installerad el-effekt i existerande vattenkraft-anläggningar för att ytterligare öka vattenkraftens reglerförmåga. Man brukar säga att vattenkraften är energi-dimensionerad, det vill säga att elproduktionen begränsas av givna fallhöjder samt av nederbördens storlek och tillrinningen till vattendragen. Genom att bygga ut mer el-effekt kan man alltså knappast öka elenergi-produktionen.



Ökad el-effekt, i kombination med existerande vattenmagasin, kan däremot öka vattenkraftens möjlighet att reglera och balansera elsystemet.

Vattenkraften är för närvarande under förnyad **miljöprövning** och beroende på hur den faller ut kan vattenkraftens elproduktion komma att påverkas negativt.

### Vattenkraften bidrar med viktig reglerkraft

Huvuddelen av den svenska vattenkraften har dammar där vattennivån tillåts variera. Det benämns **reglerad vattenkraft**. Reglerad vattenkraft är mycket viktig för det svenska energisystemet eftersom den bidrar med energilagring med olika tidshorisont. Vattenkraftens energilagring innefattar allt från mycket kortsiktig reglering i sekundskalan till energilagring mellan årstider och till och med mellan år. Eftersom en stor del av vattenkraften är lokaliserad i Norrland finns en **tydlig årscykel** med fyllning av vattenmagasinen under vårfloeden och tömning av magasinen under vintern då nederbörden kommer i form av snö som inte ger tillrinning till magasinen.

Vattenkraften ger lokalt **stor påverkan på naturen och landskapet**. Särskilt stor blir påverkan för reglerad vattenkraft där vattenmagasinens nivå kan variera kraftigt. Det finns vattenmagasin i Norrland där nivåskillnaden mellan högsta och lägsta reglerade nivå ligger på cirka 30 meter. I Östergötland är dock vatten-domarna avsevärt snävare. Vattenkraftverkens dammar hindrar också **fiskvandring** och stör livsmiljöerna nedströms, vilket i viss mån kan avhjälpas med så kallade fisktrappor vid fördämningarna.

## Kärnkraft

Det kraftslag som bidrar med näst störst elproduktion i Sverige är kärnkraft. **För närvarande (2025) finns sex reaktorer** i drift, fördelade på tre platser: Forsmark (tre reaktorer), Ringhals (två reaktorer) och Oskarshamn (en reaktor). Som mest fanns tolv reaktorer. Två olika reaktortyper utnyttjas i Sverige – fyra **kokarvattenreaktorer (BWR)** och två **tryckvattenreaktorer (PWR)**.

Reaktortyperna skiljer sig åt i många avseenden. Ett synligt exempel är att kokarreaktorn har en **”skorsten”** vilket kan vara förvånande eftersom det inte handlar om förbränning. Den så kallade skorstenen på en kokvattenreaktor har dock inget med förbränning att göra, utan utgör en ventilations- eller avblåsnings-kanal för att i kontrollerad form släppa ut renad luft och ånga. Tryckvattenreaktorn har en annan konstruktion som medför att det inte finns behov av någon sådan skorsten.



Forsmarks kärnkraftverk. Foto: Vattenfall

### Utbyggnad av ny kärnkraft

Under lång tid har det varit förbjudet att etablera kärnkraft på andra platser än där kärnkraft redan finns (Forsmark, Ringhals och Oskarshamn). Efter ett beslut i Riksdagen gjordes en ändring i Miljöbalken som från och med 2024 gör det **möjligt att bygga nya kärnreaktorer på platser där det tidigare inte funnits kärnkraft**. Staten har även antagit stödordningar för

investeringar i ny kärnkraft (lån med förmånliga villkor och långsiktiga prissäkringar genom så kallade differenskontrakt) för att stimulera byggandet av ny kärnkraft. Även om nya platser är möjliga, krävs även fortsättningsvis olika tillstånd och omfattande prövning. Kommunen har också fortsatt veto.

Det pågår **planering för ny kärnkraft** på flera platser. *Vattenfall* har planer på att bygga ny kärnkraft i anslutning till nuvarande kärnkraftverk i Ringhals. *Kärnfull Next* har flera projekt under utvärdering, bland annat två i Östergötland (Valdemarsvik och Motala). Man planerar i dessa fall utbyggnad i form av så kallade SMR, vilket står för **Small Modular Reactor** - på svenska liten modulär reaktor. Kortfattat innebär det en ny typ av kärnreaktor som är mindre än dagens traditionella reaktorer, typiskt en el-effekt på några hundra MW, och byggs i modulform, ofta i fabrik, för att sedan transporteras till platsen där den ska användas. Det primära syftet med SMR är att göra kärnkraft billigare och snabbare att bygga. Men även den mindre storleken i sig tros ha vissa fördelar för elsystemet (såsom potentiellt förbättrad reglerbarhet för flera små enheter jämfört med en stor enhet).

### Kärnkraften bidrar med planerbar elproduktion

Kärnkraft utgör **planerbar elproduktion**, men är typiskt byggd för kontinuerlig och ganska jämn elproduktion. Det kan benämnas **baskraft**. I normalfallet utnyttjas kärnkraften inte för snabba och stora elproduktionsförändringar och den kan därmed sägas ha **mycket begränsad reglerbarhet**.

Kärnkraften bidrar också med en viktig elsystemtjänst för momentan frekvenshållning. Genom turbinens och generatorns mycket stora roterande massa, **”rotationsenergi”**, hjälper den till att stabilisera elsystemet. Det finns andra kraftslag som i varierade omfattning ger liknande stöd. Sol- och vindkraft är typiskt inte synkront infasade på elnätet och ger därför inte detta elsystemstöd. Med modern kraftelektronik kan de dock indirekt bidra med principiellt liknande tjänst.



### Stora anläggningar

Eftersom kärnkraftverk, även SMR, typiskt är mycket stora elproduktionsanläggningar ansluts de normalt till elsystemets stamnät. Det innebär att de därmed **knappast bidrar till att avlasta det lokala elnätet** genom att tillföra lokal elproduktion. (Jämför med exempelvis kraftvärme nedan.)

Kärnkraftverken utgör **mycket stora elproduktionsenheter**. Det medför utmaningar för elsystemet som vid driftstörningar måste kunna hantera ett snabbt bortfall av produktion (SMR-tekniken har där en fördel genom att en enhet bidrar med en betydligt mindre driftstörning vid bortfall jämfört med bortfallet av en stor enhet). En nackdel med kärnkraften är det radioaktiva avfallet. Mycket lång halveringstid medför att avfallet under mycket lång tid måste förvaras på ett betryggande sätt.

## Kraftvärme

**Fjärrvärme** är det mest använda uppvärmningsalternativet i Sverige med en **marknadsandel på ca 50 %** för uppvärmning av byggnader. Fjärrvärmen är särskilt dominerande för flerbostadshus och lokaler (kontor, butiker, skolor m.m.) med marknadsandelar på ca 85 respektive 70 %. För småhus är fjärrvärmens marknadsandel betydligt lägre, ca 15 %.

En kraftvärmeanläggning är en sådan som använder en del av värmeenergin från pannan till att driva en ångturbin för att producera el, utöver värmeleverans till ett fjärrvärmenät.



Pressbild Tekniska verken. Foto: Joakim Sjöholm

### Kraftvärme gör stor nytta i elsystemet

Kraftvärme erbjuder planerbar elproduktion som i generella drag också följer årsvariationerna i elbehovet. Värdet av kraftvärmen avser inte bara elproduktionen i form av energi utan också produktionskapaciteten i form av effekt och nätnytta genom den avlastning av överliggande elnät som kraftvärme bidrar med (vilket minskar nivån på el-abonnemanget och sänker därmed kostnaderna). Kraftvärmen erbjuder också lokal planerbar elproduktion som är värdefull för att **minska utmaningarna på platser med lokal kapacitetsbrist i elnätet**, något som annars skulle kunna begränsa möjligheterna att öka elanvändningen inom det geografiska "underskottsområdet". (Även andra typer av planerbar elproduktion, exempelvis småskalig vattenkraft med vattenmagasin, skulle kunna bidra på liknande sätt.)

Modellanalyser indikerar visserligen att elenergi- och eleffektbidraget på nationell nivå från kraftvärmen är relativt begränsat på den framtida elmarknaden men att (system)värdet av detta dock är stort. Orsaker till det stora värdet är exempelvis kraftvärmens planerbarhet och att **produktionen infaller då elsystemet typiskt är som mest ansträngt**. Eftersom kraftvärmens elproduktion är kopplad till produktionen av fjärrvärme är dess elproduktion störst vintertid då även värmebehovet är störst. I vissa situationer kan detta påverkas av att kraftvärmeverkets primära uppgift är att leverera värme och vill göra det kostnadseffektivt. När det är kallt och fjärrvärmeproducenten behöver elda spetsbränslen för att möta efterfrågan på fjärrvärme kan det, beroende på elpriset, vara mer ekonomiskt att avstå elproduktion för att få ut mer värmeleverans från basbränslet och därmed minska användningen av dyra spetsbränslen.

### Frekvensreglering

Med stödtjänster avses de tjänster och marknader som är absolut nödvändiga för att kontinuerligt upprätthålla balansen i elsystemet och för att garantera stabilitet och leveranssäkerhet. Detta sker vid sidan om den "ordinarie" elmarknaden (spot- och intradagmarknaden). Affärsverket *Svenska kraftnät* har ansvar för frekvenshållningen och har flera olika marknader för frekvensreglerande tjänster i olika tidsperspektiv. Kraftvärme kan, liksom ett antal andra elproduktionsalternativ, **bidra med frekvensreglering** på flera av dessa marknader.

## Möjliggörare för ödrift

I samband med stora elavbrott är det värdefullt att kunna försörja ett geografiskt område med el utan hjälp från det nationella elsystemet. Det benämns ofta **ödrift** och kräver förmåga till så kallad **dödnätsstart** (dvs att anläggningen kan startas på egen hand utan koppling till spänningssatt nät). I en situation då man (delvis) vill kunna försörja en stad med el genom ödrift kan man utgå från att ett kraftvärmeverk kommer att vara en viktig delkomponent. Det förutsätter dock att viss extrautrustning och organisation för ödrift finns på plats.

## Bränslen

Fjärrvärmesystemens kraftvärmeverk eldas till övervägande del med **inhemska bränslen**. **Biobränsle** är det dominerande bränslet, medan **avfall** följer som näst störst. Mindre andelar av nyttjade biobränslen och avfall kan vara importerade, och då i första hand från andra EU-länder. En stor del av de växthusgasutsläpp som idag hänförs till kraft- och fjärrvärme kommer från förbränning av restavfall. Det vore dock **mer logiskt att hänföra avfallsförbränningens utsläpp till avfallslämnaren** snarare än till energiutnyttjandet eftersom avfallsförbränning är det enda storskaliga alternativ som står till buds för kvittblivning av restavfall. Behovet av avfallsförbränning skulle alltså inte upphöra om den producerade energin inte nyttiggjordes.



## Fjärrvärme avlastar elnäten

Fjärrvärmens bidrar till elsystemet även på andra sätt än via elproduktion. Som redan nämnts förutses en kraftig ökning av elanvändningen i Sverige, vilket innebär en stor utmaning för elsystemet att hantera. För att minska dessa påfrestningar bör elen användas så effektivt som möjligt och där den gör störst nytta. Ett sätt att **hushålla med elen för byggnadsuppvärmning** är att använda fjärrvärme istället för värmepumpar och direktverkande el. Förutom den elenergi som sparas in genom byte till fjärrvärme så minskar också det samlade eleffektbehovet eftersom elvärmens typiskt drar som mest el då elsystemet som helhet är som mest ansträngt.

*Ett räkneexempel visar att om dagens fjärrvärme skulle ersättas med värmepumpar så skulle den svenska eleffektbalansen kunna försämrats med upp till 10 000 MW. Lokalt skulle det kunna innebära att den maximala eleffekt som måste tillföras från överliggande nät fördubblas i de system där fjärrvärme och kraftvärme idag spelar en viktig roll för energiförsörjningen.*

## Bidrar till elsystemets balansering

Det framtida elsystemet förväntas få ett allt större inslag av variabel elproduktion (vind och sol). Vid tider då efterfrågan är låg och om det samtidigt blåser och är soligt kan man förutse att det tidvis kommer att uppstå ett överskott på elproduktion, med mycket låga, eller till och med negativa elpriser som följd. Även vid sådana situationer förmår fjärrvärmerna att **bidra till elsystemets balansering** genom att då öka användning av el i fjärrvärmeproduktionen i form av elpannor och värmepumpar samtidigt som elproduktionen i kraftvärmeverken minskar. Denna tjänst blockeras dock tyvärr delvis genom energiskatten på el. Den leder till en tydlig kostnad för el även om elpriset på marknaden är 0 kr/kWh.

## Industriellt mottryck

Som nämnts tidigare finns **kraftvärme också inom industrin**. Där produceras kraftvärmeverkets el i samband med produktionen av processånga. Denna typ av kraftvärme benämns ofta industriellt mottryck. De flesta av de egenskaper som ovan beskrivs för fjärrvärmens kraftvärme gäller även för industriellt mottryck. En skillnad är att behovet av processånga typiskt har en betydligt jämnare fördelning över året än fjärrvärmerna.



# Vindkraft



Vindkraften har **byggts ut kraftigt** i Sverige under de senaste 15 åren. Det är också det kraftslag som på 10 års sikt erbjuder den **största utbyggnadspotentialen** för svensk elproduktion. Vindkraften är därmed en nyckelteknik för att möjliggöra den kraftigt ökade elanvändning som förutses. Ny kärnkraft kan också bidra, men bedömningen är att det först kan bli möjligt efter år 2035.

Hittills utgörs den utbyggda vindkraften nästan helt av landbaserad vindkraft. Havsbaserad vindkraft erbjuder också en stor potential för utbyggnad, men den begränsas av höga investeringskostnader för både vindkraftverken och nät-anslutningen samt av svårigheter att erhålla tillstånd.

## Ett väderberoende kraftslag

Vindkraft är **väderberoende** och räknas därför som **variabel elproduktion**. Elproduktionens storlek beror på hur mycket det blåser och avgörs inte utifrån efterfrågan på el. I viss utsträckning sammanfaller ändå vindkraftsproduktionen med elbehovets fördelning över året i och med att det **blåser mest under vinterhalvåret** och mindre under sommarhalvåret. Vindkraftens elproduktion är dock liten när det är riktigt kallt och elbehovet toppar. Vindkraft utgör variabel elproduktion och *Svenska kraftnät* räknar med att en period med låg vindkraftsproduktion kan sammanfalla med topplasttimmen och ansätter därför i sina bedömningar av elsystemets effektillräcklighet **endast 9 % tillgänglighet för vindkraft under den timme då elsystemet är som mest ansträngt**. En kraftig utbyggnad av vindkraft medför alltså effektutmaningar som skapar behov av mer reserveffekt, energilagring och efterfrågeanpassningar.

## Intressekonflikter

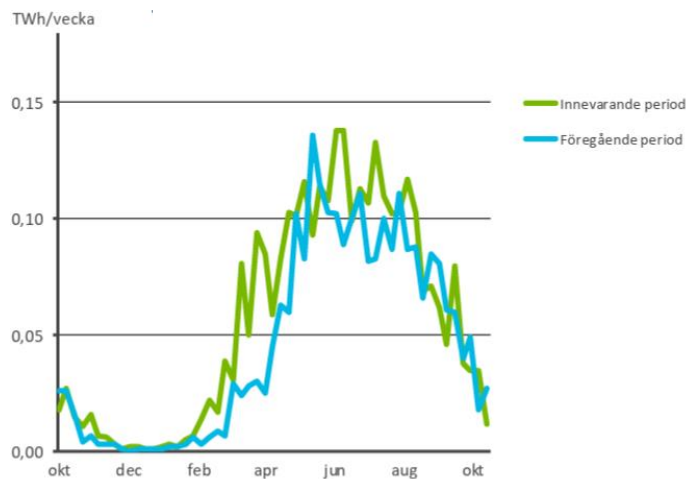
Även om vindkraft, liksom solkraft, vattenkraft och kärnkraft, ger mycket små utsläpp och innebär mycket små risker för olycksfall så finns på **många håll stora invändningar mot vindkraft**. Det kan handla om att den stör landskapsbilden, orsakar buller och skuggning, skadar fåglar och fladdermöss samt försvårar för Försvarsmakten. Det största **hindret för utbyggnad** av vindkraft i Sverige är inte tekniken som sådan utan processerna och regelverken kring lokalisering och tillstånd - främst den långa och osäkra tillståndsprövningen och särskilt det kommunala vetot.

Det finns flera statliga initiativ i Sverige som syftar till att **öka kommuners vilja att acceptera utbyggnad av vindkraft**. Några viktiga exempel:

- Energimyndigheten föreslås få i uppdrag att ta fram en vägledning till lagen om kommunala energiplaner för att kommunerna ska kunna planera bättre för utbyggd fossilfri elproduktion.
- I en utredning (SOU 2023:18 *Värdet av vinden*) föreslås att närboende och lokalsamhällen ska få ersättning vid vindkraftsetableringar, samt att kommuner ska kunna ställa krav på stöd till det lokala samhället som en del av etableringsvillkoren.
- I budgetförslaget för 2025 föreslås ett stöd till kommuner som säger ja till vindkraftsparkar med totalt drygt en miljard kronor över tre år.

## Solkraft

Solkraft kan, liksom vindkraft, benämnas **variabel elproduktion**. Dess elproduktion utgår inte från efterfrågan på el utan från hur starkt solen lyser. Dag/natt och årstid har därmed stor betydelse, liksom molnigheten. De två förstnämnda faktorerna är **förutsägbara** och man vet därmed i huvudsak när solkraftens elproduktion kommer och hur stor den blir. Skillnaden mellan dag och natt är uppenbar. Skillnaden mellan årstiderna är också mycket tydlig vilket framgår av figur 3 nedan. Den **helt dominerande elproduktionen från solkraft kommer under sommaren** medan elproduktionen under vinterhalvåret är mycket liten. Denna fördelning är ogynnsam eftersom efterfrågan på el har motsatt variation över året.



Figur 3. Svensk elproduktion per vecka från solkraft under de senaste två åren (Källa: Energiföretagen Sverige, Kraftläget vecka 43, 2025)

### Låg tillgänglighet när elbehovet är som störst

Solkraften **producerar ingen el alls då elbehovet är som störst**. Svenska kraftnät räknar därför med 0 % tillgänglighet under topplasttimmen. (Vid topplasttimmen (morgon- eller kvällstopp) är det i regel mörkt.) Liksom för vindkraft medför detta att en kraftig utbyggnad av solkraft leder till effektutmaningar som skapar behov av mer reserveffekt, energilagring och efterfrågeanpassningar. Lagringen av el över dygnet kan åstadkommas med batterier medan säsongslagring inte är praktiskt möjlig, utom indirekt genom vattenkraftens vattenreservoarer.

Solkraften följer, som sagt, i huvudsak elanvändningen över dygnet, mindre under natten och mer under dagen. Ett problem är dock att **elanvändningen har toppar under morgonen och kvällen** medan efterfrågan är lägre mitt på dagen. Det stämmer dåligt med solkraftens mönster eftersom den ger relativt lite morgon och kväll och klart mest mitt på dagen.

### Utmaningar för elnätet

Om solkraften etableras långt ut i elnäten kan den stora elproduktionseffekten kräva **nätförstärkningar**. Det blir extra tydligt i fallet med stora solkraftsanläggningar, men utmaningar skulle kunna uppträda även i fallet med många småskaliga solkraftsanläggningar.

Om den fortsatta utbyggnaden av solkraft blir mycket stor når vi **kanske en överetablering** av solkraft sett ur ett systemmässigt perspektiv. Åtminstone kan man förvänta sig att solkraftens intäkter från elproduktionen då urholkas. Se mer om detta under rubriken *Det svenska elsystemet* nedan.

# Det svenska elsystemet

Det är viktigt att inse att en betraktelse av ett enskilda kraftslag eller en direkt jämförelse mellan två olika kraftslag inte är helt rättvisande eftersom de integreras i ett system där de på olika sätt *samverkar* med andra delar i systemet. Svagheter i ett specifikt kraftslag kan dämpas genom olika tilläggsinvesteringar i exempelvis energilager eller via nätföreskrifter eller genom olika (samarbets)avtal med andra aktörer på såväl tillförsel- som användarsidan. På motsvarande sätt riskerar styrkor i ett specifikt kraftslag att inte fullt ut komma till sin rätt till följd av att det omgivande systemet ser ut på ett visst sätt.

## Nya krav på elsystemet

Det svenska elsystemet har länge byggt på vatten- och kärnkraft som baskraft samt vattenkraftens reglerförmåga för att hantera dygns- och säsongsvariationer i efterfrågan. Detta förändras i takt med att **alltmer variabel elproduktion**, främst vind- och solkraft, kommer in i elsystemet. Det **ökar behovet av reglering rejält** eftersom det då inte bara är variationer i el-efterfrågan utan också stora variationer i mängden el från den variabla elproduktionen som elsystemet måste anpassa sig till. Vattenkraften har dock god möjlighet att hålla ner produktionen och spara vatten i dammarna när det finns stor tillgång till el. Med mer variabel produktion i elsystemet minskas vattenkraftens roll som baskraft medan behovet av reglerkraft ökar.

Den reglering av elsystemet som det historiskt funnits behov av, det vill säga anpassning till el-efterfrågan, har underlättats av att dessa variationer är lätta att förutse. Vi använder mer el på vintern än på sommaren och mer el på dagen än på natten. En försvårande omständighet med regleringen orsakad av vind- och solkraft är att variationerna i elproduktion är svårprograserad (även om prognos-metoder kontinuerligt utvecklas och förbättras). Det ökar behovet av reglerbarhet i elsystemet. En förändring som kan förutses är att **vattenkraften får nytt körmönster** och alltmer utnyttjas för reglerändamål med snabba förändringar i elproduktionen.



## Energilagring

Den framtida balanseringen av elsystemet kommer också att ge ökade incitament för **energilagring och att elanvändningen anpassas till elförsörjningssituationen**. Lagringen kan exempelvis utgöras av **batterier**. Batterier har möjlighet att tillhandahålla en mängd tjänster för elsystemet:

- Stöd för frekvenshållning och stabilitet (FCR & andra snabba stödtjänster). Fördelen är att de reagerar inom millisekunder.
- Hantera variabel elproduktion – flexibilitet för vind & sol. Erbjuder kortsiktig effektbalansering genom lagring främst inom dygnet.
- Effekttöd – undvika snabba prisrörelser och kapacitetsbrist i elnätet. Kan avlasta nätet under timmar med hög elanvändning och skjuta på behov av elnätsförstärkningar.
- Industriell användning och ”bakom-mätaren”-lösningar. Kan jämna ut effekttoppar och sänka effektagifter samt integrera solkraftsystem internt. Viktig del i mikronät och lokala resilienta energisystem.
- Integrering av elfordon (Vehicle-to-Grid / V2G). På sikt kan den växande mängden bilbatterier få en stor roll för elsystembalansering under tider då fordonen står parkerade och nätanslutna.
- Om batterierna på sikt blir allt billigare skulle de kunna få funktioner för även lite längre lagringsperioder.

Det är dock inte självklart att batterier ger ett stort värde för det lokala elsystemet. Den som etablerar en batterianläggning kommer att driva den på det sätt som maximerar intäkterna. I nuläget kan det typiskt vara deltagande på snabba stödtjänstmarknader, vilket inte alltid innebär att det lokala elnätet avlastas då det är ansträngt. När en batterianläggning byggs och ansluts till elnätet kan det innebära att, om elnätskapaciteten är begränsad, andra etableringar eller expansioner får vänta på en förstärkning av elnätet. Det kan vara en aktör, exempelvis en industri, som lokalt skulle erbjuda värdefulla lokala arbetstillfällen.



Batterier lämpar sig typiskt bäst för ganska kortsiktig lagring inom dygnet. För längre lagring fungerar vattenkraftens vattenmagasin. I framtiden skulle också **vätgaslagring** kunna bli ett alternativ för flerdygnslagring. För att det ska bli rimligt krävs dock att det finns ett industriellt behov av vätgas, exempelvis för tillverkning av fossilfritt stål eller biodrivmedel, och att vätgasproduktionen kombineras med ett vätgaslager. Vätgasen framställs då med

så kallade elektrolysörer som med hjälp av el omvandlar vatten till vägas och syrgas. Det är en mycket elkrävande process och om man har ett gaslager kan man undvika att producera vätgas då elpriset är som högst och då utnyttja lagrad gas. Det avlastar elsystemet, men kräver viss överkapacitet i elektrolysörerna. Det är idag osäkert om de aktörer som är intresserade av investeringar i vätgasproduktion även kommer att välja att investera i vätgaslager.

## Ett sammankopplat elnät

En annan elsystemkomponent som bidrar till regleringen är sammankopplingen med grannländerna som möjliggör **import och export av el**. Sverige har under en följd av år på årsbasis varit en stor nettoexportör av el (ca 30 TWh per år under de senaste fyra åren). Tidvis importerar vi också el. Importmöjligheten är särskilt viktig när efterfrågan på el är hög samtidigt som vind- och solkraft inte bidrar. Elutbytet med grannländerna ökar därmed försörjningstryggheten.

## Elsystemet kräver balans

Eftersom det i varje ögonblick måste vara balans mellan produktion och användning av el behöver vi klara av situationer som nämns ovan, det vill säga stort elbehov och ingen el från vind- och solkraft. Då behövs all planerbar elproduktion, som kärnkraft, vattenkraft och kraftvärme, men det kan också behövas ytterligare produktion i form av **reservkraft**, exempelvis bränsleeldade **kondenskraftverk och gasturbiner**, samt bidrag från **energilager**. Ett dilemma med dagens elmarknadsmodell är att den bara ger intäkter från el-energiproduktionen. I takt med alltmer vind- och solkraft med mycket låga rörliga kostnader så minskar drifttiderna för planerbar elproduktion med höga rörliga kostnader. Det gör det svårt att upprätthålla lönsamheten för sådana anläggningar, även om de är betydelsefulla för elförsörjningen. Olika lösningar övervägs för att åtgärda detta, exempelvis en kapacitetsmarknad för att ge intäkter specifikt för el-effekt.

Både vind- och solkraft lider av att ju större el-effekt kraftslaget får, allt annat lika, desto **mindre** blir **intjäningsförmågan** för elproduktionen. Skälet är att de kraftslagets elproduktion inte styrs av efterfrågan på el utan på hur mycket det blåser eller hur starkt solen lyser. Eftersom det samtidigt blåser över stora delar av landets yta producerar vindkraftverken mycket el samtidigt, vilket ökar utbudet av el vilket därmed sänker elpriset. Ju mer vindkraft det finns i elsystemet desto tydligare blir detta fenomen. Omvänt blir elpriset högt då det inte blåser eftersom vindkraften då knappast bidrar och produktion med högre rörliga kostnader i stället står för elproduktionen. Vindkraften kan då inte dra nytta av de höga elpriserna. Ännu mer uttalat blir detta för solkraften, där elproduktionen varierar särskilt mycket som en konsekvens av dag/natt, årstid och molnighet. Eftersom dessa egenskaper i mycket hög grad sammanfaller för all svensk solkraft blir det aktuella fenomenet ännu tydligare än för vindkraft. Att kombinera investeringar i solkraft med investeringar i batterier blir därmed allt viktigare.

## Kapacitetsbegränsningar

Elsystemet påverkas också av **begränsningar i elnätets** förmåga att transportera elen. Det kan exempelvis i en del av landet finnas elproduktion med låga rörliga kostnader som inte kan utnyttjas eftersom det inte finns elnätskapacitet för att transportera elen till de områden där efterfrågan finns. Begränsningar i elnätet medför att det i områden med "elproduktionsunderskott" i förhållande till el-användningens storlek blir särskilt värdefullt att tillföra lokal elproduktion. Ökat utbud av el sänker då elpriset i det aktuella elområdet. Lokal planerbar el-produktion minskar eller fördröjer också behovet av elnätsutbyggnad. Den lokala elproduktionen kan också öka resiliensen genom att möjliggöra elförsörjning genom ö-drift i samband med störningar i det omkringliggande elsystemet.

# Kommunens roll

Efter denna korta genomgång av det svenska elproduktionssystemet kan man avslutningsvis göra några reflektioner om kommunens roll med avseende på den svenska elförsörjningen. En utgångspunkt kan då vara i vilka avseenden kommunen har rådighet och vilja att påverka utvecklingen.

Många kommuner äger energiföretag som exempelvis äger och driver fjärrvärmeverksamhet och elnät samt säljer el. Fjärrvärmen möjliggör elproduktion från kraftvärme och det kan vara ett kommunalt intresse att bibehålla och/eller bygga sådan. Kraftvärmen bidrar inte bara till det nationella elsystemet utan ökar också försörjningstryggheten lokalt.

I fjärrvärmeproduktionen kan man också ha elanvändning i form av värmepumpar och elpannor. Dessa bidrar till elsystembalanseringen genom att nyttiggöra el då det finns ett överskott i systemet.

Fjärrvärme avlastar också elsystemet genom att mindre el behövs för uppvärmning av byggnader. Den el som utan fjärrvärme skulle behövas för uppvärmning skulle också kräva utbyggda elnät.

Kommunerna har också en viktig roll som part i tillståndsprocesser vid etablering av ny elproduktion. Särskilt uppmärksammat är detta kanske i samband med planerade vindkraftsetableringar, där kommunalt veto ofta har stoppat sådan utbyggnad. Det kan finnas goda skäl för tveksamheten i förhållande till vindkraft men det är samtidigt viktigt att beakta behovet av ny vindkraft som på medellång sikt är det tydligaste alternativet för att möjliggöra den elanvändningsökning som önskade industrisatsningar och transportelektrifiering medför. Lokal elproduktion kan också skapa lokala arbetstillfällen, både under bygg- och driftsfaserna.

Olika aktörers önskan att bygga ny kärnkraft kommer också att påverka vissa kommuner tydligt med avseende på tillgång till mark, tillstånd, arbetstillfällen, opinion, m.m.

Batterier är en komponent som bidrar till att kommuner både kan stärka sin robusthet, nå klimatmål och snabbare möta elektrifieringens behov. Exempel på kommunens roller i samband med etablering av batterianläggningar:

- Styra etablering av batteriparker via planmonopol
- Samverka med nätägare för att lösa lokal effektbrist
- Säkerställa samhällsviktig drift med batterier
- Använda batterier i kommunala bolag och fastigheter
- Underlätta etablering av industri trots nätutmaningar
- Driva utvecklingen av lokala energisystem

Kommuner kan också ställas inför val relaterade till exempelvis solceller, både småskaligt ute i kommunala byggnader och i större anläggningar genom kommunens energiföretag.

Förhoppningsvis har denna skrift givit visst övergripande beslutsstöd i de situationer då kommunen ställs inför val relaterade till elproduktion.



**Medfinansieras av  
Europeiska unionen**

