

# Användarfleksibilitet i framtidens energisystem





# Innehåll

<b>Användarflexibilitet</b>	<b>3</b>
<b>Både behovet och potentialen för användarflexibilitet är stor</b>	<b>4</b>
<b>Hushållens möjligheter till flexibilitet är störst på vintern</b>	<b>7</b>
<b>Elbilarna behöver mycket effekt</b>	<b>9</b>
<b>Flexibla laddgator i Stockholm</b>	<b>11</b>
<b>Industrins flexibilitet ökar genom exempelvis datacenter och vätgas</b>	<b>13</b>
<b>Flexibilitetsmarknader testas på flera håll i landet</b>	<b>16</b>
<b>Aggregering av mindre resurser är nyckeln till handel med flexibilitet</b>	<b>18</b>
<b>Slutnoter</b>	<b>19</b>

Detta kunskapsunderlag är ett av fem underlag som tillsammans beskriver huvuddragen i den utveckling som behöver ske av energisystemet under kommande år. Läs alla underlag för en översikt, eller enstaka om du är intresserad av något särskilt! Kunskapsunderlagen är framtagna inom projektet *Smart Förnybart - Regionala dialoger om förnybar el i energisystemen* som är finansierat av Energimyndigheten och pågår mellan 2020 och 2022. Projektägare är Länsstyrelsen Skåne och projektet drivs tillsammans med länsstyrelserna i Uppsala och Västra Götaland samt med Power Circle och Sustainable Innovation. Läs mer om projektet och de övriga kunskapsunderlagen på [projekthemsidan](#).

# Användarflexibilitet - en viktig del av framtidens elsystem

Elsystemet behöver ständigt vara i balans. Det innebär att det hela tiden matas in lika mycket el till nätet som det tas ut. Traditionellt har detta huvudsakligen skett genom att elproduktionen har justerats upp eller ner, men för balansen kan även en minskad eller ökad elanvändning göra nytta.

Effektbrist och kapacitetsbrist, som beror på flaskhalsar i elnätet där tillräckligt mycket el inte kan överföras, uppstår oftast under några få timmar när elanvändningen i ett område är hög samtidigt som elproduktionen är låg. För att minska risken för sådana flaskhalsar är det viktigt att kunna styra elanvändningen smartare, så att den blir jämnare. Då blir det också enklare att balansera elsystemet. I det här kunskapsunderlaget beskrivs hur olika verksamheter och sektorer, såsom hushållen, elbilarna och industrin, kan bidra till stabiliteten i elsystemet genom så kallad användarflexibilitet. Bland annat tar faktabladet upp att:

- Sverige kan ha en betydande effektbrist år 2045 om inga åtgärder genomförs, men det finns många sätt att lösa problemen.
- Hushållen, bilarna och industrin kan alla bidra med flexibilitet.
- Marknader för handel med flexibilitet är avgörande för utvecklingen.



# Både behovet och potentialen för användarflexibilitet är stor

Användarflexibilitet, alltså elanvändarnas möjligheter att styra sin elförbrukning till tider då elsystemet är mindre ansträngt, har de senaste åren lyfts fram som en nyckel för att balansera det framtida elsystemet på ett kostnadseffektivt sätt. En ny analys från [Svenska kraftnät](#)<sup>1</sup> visar att det år 2045, med en helt förnybar elproduktion, kan uppstå effektbrist under cirka 900 timmar varje år. Det motsvarar runt 10 procent av tiden. Som mest beräknas effektbristen uppgå till 10 GW, vilket är mer än en tredjedel av det maximala effektbehovet idag. Beräkningen bygger på ett antagande om att stålindustrins vätgasproduktion, som väntas ha tillkommit till dess, inte är flexibel. Men även med flexibel vätgasproduktion finns, enligt analysen, en risk för att det saknas upp till 4,5 GW flexibilitet under runt 40 timmar per år. Detta om inga ytterligare åtgärder för att frigöra mer flexibilitet genomförs.

Vår elanvändning kan delas upp i två delar. Den ena är mer beroende av människors aktiviteter, som exempelvis dammsugning och diskning. Den andra är istället mer beroende av de apparater och den utrustning som slås av och på automatiskt, exempelvis uppvärmning och ventilation. Att påverka människors beteende är ofta ganska svårt och den elanvändning som är styrd av människors aktiviteter har därmed mindre möjlighet att bidra med användarflexibilitet. Däremot finns det goda möjligheter

att i större utsträckning styra apparaters effektbehov till optimala tidpunkter på dygnet, utan någon större påverkan på komfort eller upplevelse för användaren. Potentialen att styra värme, kyla, ventilation och liknande har i några olika studier uppskattats till omkring 25 procent av topp-effektbehovet.<sup>2,3</sup> Därtill finns potentialen för smart styrning av elbilsladdning, flexibilitetsmöjligheter inom industrin, samt möjligheten att installera batterier och andra energilagringlösningar på olika nivåer i elnätet. Den totala flexibilitetspotentialen i Sverige har tidigare uppskattats till drygt 7 GW, varav drygt 5 GW finns inom hushållssektorn. Då är inte flexibilitet från ny elanvändning, såsom elbilar och vätgasproduktion, inräknad.

***“Det finns goda möjligheter att i större utsträckning styra apparaters effektbehov utan någon större påverkan på komfort eller upplevelse för användaren.”***

# Parkering Malmö

## – minskar effekttoppar med smart elbilsladdning

Parkering Malmö testade under våren 2021 att erbjuda användarflexibilitet från elbilsladdning på den regionala flexibilitetsmarknaden SWITCH. Testerna har omfattat cirka 100 parkeringsplatser med laddboxar för elbilar. Under en till två timmar per dag, då elnätet var som mest ansträngt, reducerades laddeffekten till hälften.

Under hösten 2020 påbörjades tester i de två parkeringshusen Anna och Hyllie i Malmö. Den aktuella laddeffekten nedreglerades till hälften mellan klockan 9-11 och 17-19 enligt tre olika principer:

1. styr ner alla till 50 procent,
2. styr ner de som har laddat minst en timme eller minst två kilowattimmar, och
3. styr ner laddningen med hänsyn till hur den aktuella bilen brukar ladda, till exempel hur länge den brukar stå parkerad.

Alternativ b) upplevdes fungera bäst, eftersom det innebar en viss anpassning mot kundens behov. Alternativ c) upplevdes som svårt i praktiken, eftersom det fanns många förstagångskunder där det inte fanns tillgång till historik. I parkeringshuset Anna informerades kunderna om att effekten kunde styras ner, medan Hyllie inte hade någon sådan information. De enkätundersökningar som gjordes visade att kunderna överlag var positiva till att bidra med flexibilitet genom att tidvis ladda lite långsammare.

Som ett nästa steg breddade Parkering Malmö projektet till att omfatta alla sina publika parkeringsplatser med laddning, alltså totalt cirka 100 stycken, och samtidigt etablera en samverkan med

den regionala flexibilitetsmarknaden SWITCH. Under mars 2021 har bolaget lämnat bud på marknaden baserat på den effektminskning de kan erbjuda.

Analysen av resultaten pågår, men slutsatsen så här långt är att tekniken har fungerat bra. Det har förekommit ett fåtal kundklagomål, men dessa har inte kunnat kopplas till effektstyrningen. Snarare har vissa teknikproblem uppmärksammats tack vare styrningen.

### Fakta om projektet

Parkering Malmö är ett helägt kommunalt bolag som förvaltar runt 45 000 parkeringsplatser i Malmö. I dagsläget är cirka 200 av dessa utrustade med laddboxar för elbilar, men här ser bolaget ett behov av en snabb expansion för att möta behovet från allt fler laddbara bilar. Parkering Malmö har även visionen att bidra till ett hållbart energisystem genom att erbjuda användarflexibilitet. Detta har de senaste åren blivit allt mer angeläget, både för att kunna möta elnätens kapacitetsbegränsningar och en allt större andel ej reglerbar vindkraftsproduktion. Därför driver de utveckling kring effektstyrning vid elbilsladdning, bland annat som del av EU-projektet CLUE. Projektets tester har gjorts i samverkan med E.ON Energilösningar, som svarat för tekniken, och Internationella miljöinstitutet vid Lunds universitet, som genomfört utvärderingar av hur parkeringskunderna uppfattat effektstyrningen.

# Tre frågor till Maja Johansson, miljö- och klimatstrateg på Parkering Malmö

## Vilka var de största utmaningarna?

- En stor utmaning, när vi budar in till SWITCH, är att kunna uppskatta vilken effektminskning vi kan erbjuda. Den faktiskt nedstyrda effekten beror på många olika faktorer, exempelvis hur många bilar som är anslutna, vilken effekt de laddar med, hur många nya bilar som ansluts under pågående styrning och antalet bilar som kopplas ur.

## Vad är nästa steg?

- Vi kommer att fortsätta att expandera antalet laddplatser inklusive styrning. Samtidigt ser vi över mjukvarulösningen; går det att automatisera processer som under testerna har genomförts manuellt? Vi tittar även på möjligheterna kring vehicle-to-grid, alltså att även kunna leda tillbaka den elenergi som finns laddad i ett batteri när den behövs på elnätet. Vi planerar att börja i liten skala för att utvärdera teknik och affär kring detta.

## Vad har du för medskick till andra förvaltare av parkeringsplatser som vill kunna erbjuda användarflexibilitet framöver?

- Först och främst behöver man se till att de laddboxar man installerar är styrbara. Sedan gäller det att hitta en mjukvara där denna typ av funktionalitet antingen redan finns, eller där leverantören är intresserad av att utveckla mjukvaran. En nyckelfaktor har varit det goda samarbetet med nätägaren E.ON, delvis tack vare den plattform för samverkan som EU-finansieringen har möjliggjort.

## Mer information

- [Info om Parkering Malmös del i projektet CLUE](#)
- [Info om projektet CLUE](#)
- [Fakta om flexibilitetsmarknaden SWITCH](#)

# Hushållens möjligheter till flexibilitet är störst på vintern

Hushåll har olika möjligheter att vara flexibla i sin elanvändning. Den största potentialen finns hos hushåll som använder el för uppvärmning och varmvatten. Hushåll som använder elvärme kan vara flexibla genom att tillfälligt öka eller minska värmen, och därmed elanvändningen, utan att påverka komforten. Hushållens samlade potential för användarflexibilitet avgörs av flera faktorer, som hur mycket el hushållen använder, i vilket syfte de använder el, vilka uppvärmningssystem de har och hur många

hushåll som kan tänka sig att vara flexibla. Hushållens användarflexibilitet har i studier uppskattats till att variera mellan cirka 5,5 GW vintertid och 1,5 GW sommartid, där den stora potentialen ligger i flexibel uppvärmning och varmvatten.<sup>4</sup> Utöver årsvariationerna följer hushållens elanvändning en dygnsprofil, med en morgontopp och en kvällstopp. Nya installationer, som laddinfrastruktur, solceller och batterier, kan påverka profilerna och förändra potentialen till flexibilitet från hushållskunder.



# Tamarinden – ett bostadsområde som även är en lokal energileverantör

Tamarinden är en helt ny stadsdel som byggs i Örebro. Där ska närmare 600 bostäder tillsammans kunna producera, lagra och dela energi. Tanken kommer att ha solceller och avsikten är att koppla samman olika byggnader med ett eget likströmsnät så att elen kan delas mellan husen. Området kommer även att ha laddstolpar för elbilar och via en molntjänst kommer husen och bilbatterierna att samverka för att dela den energi som har producerats i området.

I samarbete med företaget Power2U ska sju adresser tillsammans leverera tjänsten frekvenshållning för elnätet till myndigheten Svenska kraftnät. I och med detta blir Örebrobostäder det första bostadsbolaget i Sverige som blir en lokal leverantör av denna elenergitjänst. I området ska även ett lågtempererat fjärrvärmenät byggas vilket minskar distributionsförlusterna för uppvärmningssystemet.

## Mer information

- [En film om Örebrobostäders klimat- och energiarbete](#)
- [En artikel i Ny Teknik om Tamarinden](#)
- [Pressmeddelande: Nu tas nästa steg som bidrar till att kapa effekttoppar i Örebro](#)

## Fakta om projektet

Bostadsområdet Tamarinden byggs i samarbete mellan Örebro Kommun, Örebrobostäder och E.ON. Området börjar byggas under hösten 2021. De tekniska lösningarna har tidigare provats tillsammans med Power2U i kvarteret Neutronen. Till exempel kopplades där batterikapaciteten i parkerade elbilar ihop med fastigheternas energisystem, så kallad vehicle-to-grid.





# Elbilarna behöver mycket effekt – men kanske inte samtidigt

*“Om laddningen styrs smart behöver det ökade effektbehovet från elbilar inte bli ett problem för elnätet.”*

Andelen laddbara bilar i Sverige har ökat kraftigt de senaste åren. Idag finns över 200 000 laddbara fordon, och enligt en prognos från [Power Circle](#) kan Sverige ha runt 2,5 miljoner laddbara fordon redan år 2030. Enligt en [studie](#)<sup>5</sup> kan ett framtida scenario med 3,8 miljoner elbilar i Sverige, vilket motsvarar 60 procent av fordonsflottan, ge en ökning av elbehovet med ungefär 11 TWh.<sup>6</sup> Bilarnas samlade kapacitet kommer då att uppgå till mellan 14 och 114 GW, där det breda spannet beror på vilket antagande som görs om effekten som elbilarna kan ladda i och ur med, från 3,7 till 30 kW per bil. En potential på 114 GW innebär ett effektbehov som är mer än fyra gånger större än dagens samlade effektbehov under en topplasttimme i Sverige.

Att tillgodose elbilarnas effektbehov, när många vill ladda samtidigt, kan bli en utmaning. Då personbilsflottan står parkerad mer än 95 procent av tiden finns det stor potential att sprida ut laddningen eller fokusera den till timmar då elanvändningen i övrigt är låg. Då behöver det ökade effektbehovet inte bli ett problem för elnätet. Lokala problem med effekttoppar vid laddning av elbilar har dock redan börjat uppstå, exempelvis i [Eskilstuna](#)<sup>7</sup> och [Sala-Heby](#)<sup>8</sup> och riskerar att öka om laddningen inte fördelas mer över tiden. Ett [exjobb](#)<sup>9</sup> visade att problemen framför allt uppstår på kvarternivå och att nätförstärkningar idag är den främsta åtgärden för att avhjälpa kapacitetsbristen.

En förutsättning för att elnäten ska kunna hantera laddning av fler elfordon är därför att fordonen använder så kallad [smart laddning](#), som styr hur fordonet laddas. Sådan laddning gör elbilarna till en resurs snarare än en utmaning. Smart laddning kan dock syfta på flera olika funktioner som skapar nytta för antingen användaren eller elsystemet som helhet.

## Fyra nivåer av smart laddning

För att särskilja olika typer av smart laddning har Power Circle definierat fyra olika nivåer av smart laddning.

### Laddning med smarta inställningar

Laddningen styrs efter användarens önskemål.

### Smart laddning inom verksamheten

Inkluderar exempelvis användning av effektvakt, så att elnätsabonnemang utnyttjas effektivt, och laststyrning så att effektbehovet fördelas mellan olika laddare.

### Smart laddning för elsystemet

Laddningen styrs och planeras exempelvis efter spotpriset eller elnätstariffen.

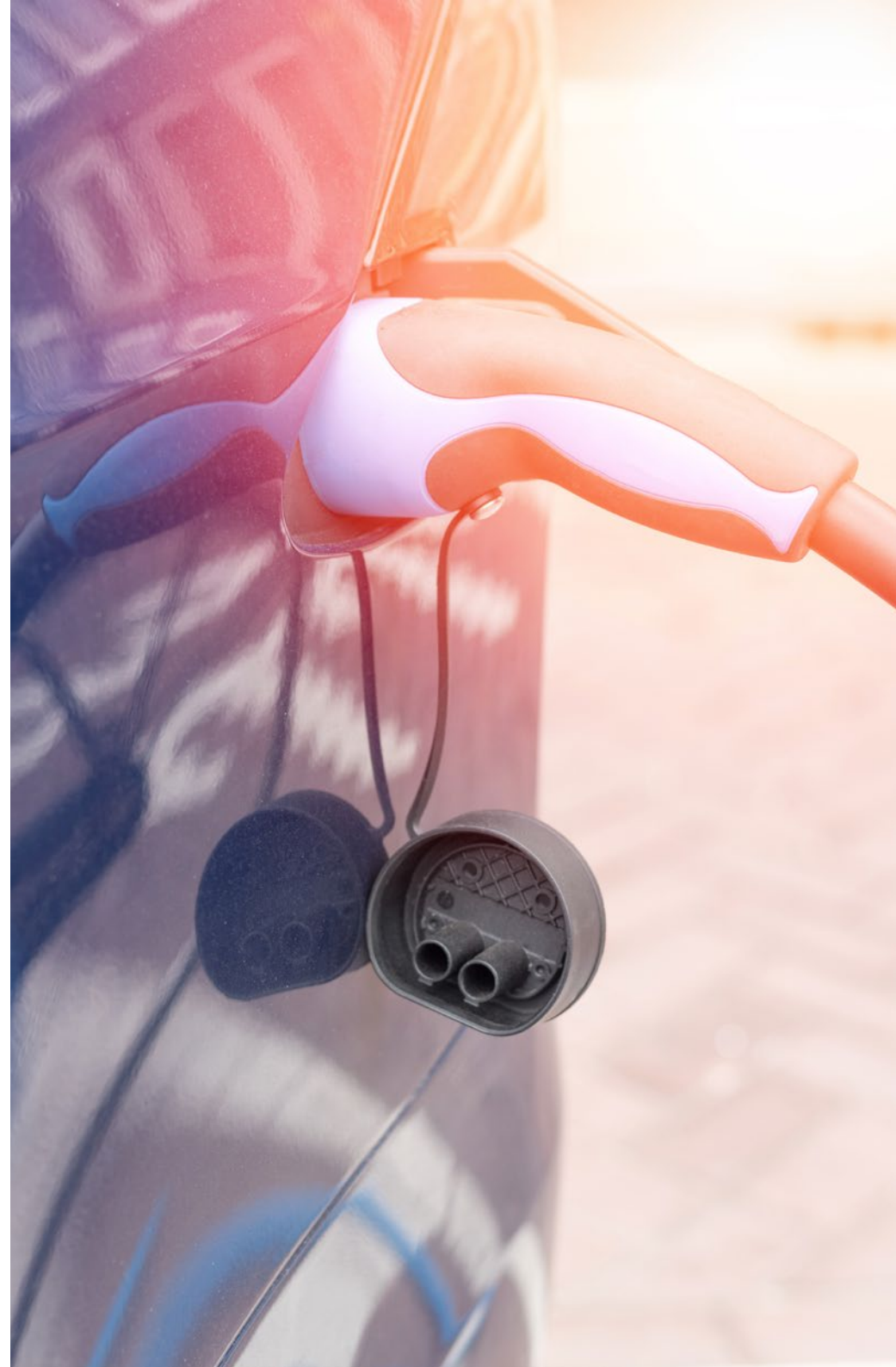
### Optimerad smart laddning

Inkluderar vehicle-to-grid, där fordonen levererar el till elnätet, och aggregering av fordon så att de tillsammans kan bidra med stödtjänster.

Smart laddning, som anpassas efter elsystemets behov, kan ibland krocka med fordonsanvändarens behov. Då förväntar sig användaren troligen en ersättning för att anpassa sig. Exempelvis kan det erbjudas en lägre laddkostnad om bilen inte laddas fullt direkt, utan först senare under natten när elpriset eller nätavgiften är lägre. Laddningen kan även styras med hänsyn till de nationella eller lokala elnätens behov, exempelvis för att hantera flaskhalsar. Elnätsbolaget Ellevio i Stockholm kan till exempel styra ner effekten på sina så kallade laddgator när effektbrist uppstår.

Nästa steg är att låta bilarnas batterier leverera el tillbaka till nätet. Tekniken, där bilens batteri används som en kraftkälla, är under utveckling och benämns olika beroende på vad som tar emot elen: vehicle-to-grid (V2G), vehicle-to-home (V2H) eller vehicle-to-everything (V2X). I teorin är potentialen för vehicle-to-grid väldigt stor, men i praktiken begränsas den av hur många fordon som är anslutna till elsystemet och av användarnas behov. Hela batterikapaciteten kommer därför sällan att vara tillgänglig, men om en miljon fordon upplåter 10 kWh, alltså runt 15 procent av batterierna, räcker det för att under 20 minuter leverera omkring 30 GW till nätet.

***“Den teoretiska potentialen för vehicle-to-grid är väldigt stor.”***





## Flexibla laddgator i Stockholm

Stockholm har kommit långt i arbetet med laddinfrastruktur och är ett gott exempel på att det är möjligt att öka takten i utbyggnaden av publik laddinfrastruktur även där det finns begränsningar i nätkapaciteten.

På Stockholms stads laddkarta kan laddoperatörer se vilka platser som är lämpliga för ny gatuladdning. Platserna har valts ut med hjälp av flera kriterier, som var det pågår eller kommer att starta nya elnätsprojekt och var det finns lämpliga parkeringsplatser. Kartan uppdateras kontinuerligt med nya platser och projektet drivs av Stockholms stad i samarbete med elnätsbolaget Ellevio.

Samarbetet uppstod ur ett behov av att möjliggöra laddning för fler elbilar utan att belasta det lokala elnätet onödigt mycket. För att kunna arbeta proaktivt med placeringen av laddning i staden, myntade projektet begreppet laddgator. På en laddgata har Ellevio förberett elnätsanslutning ända fram till fundamenten, i samband med ett pågående elnätsarbete där de ändå gräver i gatan, och laddoperatören som bygger laddinfrastrukturen erbjuds en speciell tariff.

Tariffen som Ellevio erbjuder laddoperatörerna på laddgatorna är betydligt lägre än för ett normalt elnätsabonnemang. I utbyte accepterar laddoperatören att laddningen sker med en lägre effekt under kritiska perioder när elnätet riskerar att bli överbelastat. Totalt rör det sig om maximalt 175 timmar per år. Kunderna kan dock alltid ladda sina bilar med en låg effekt, så kallad normalladdning.

Upplägget gör att Ellevio kan ansluta fler laddgator utan att äventyra leveranssäkerheten till kunderna under årets kallaste timmar. Laddoperatörerna kan snabbare och billigare installera laddinfrastruktur när de inte behöver gräva i marken. Samtidigt kan Stockholms stad i större omfattning erbjuda laddning till sina invånare.

# Tre frågor till Cecilia Wemming, rådgivare samhällskontakter på Ellevio

## Varför har ni valt att arbeta med smarta laddgator?

- Elektrifieringen av transportsektorn rusar framåt. Om vi ska ha en chans att hålla jämnt tempo med utbyggnaden av laddinfrastruktur insåg vi på Ellevio att vi behöver tänka nytt vad gäller etableringen och anslutningen till elnätet. Därtill har vi en kapacitetsutmaning i elnäten och behöver ansluta laddinfrastrukturen på ett smart sätt för att den inte ska belasta elnätet onödigt mycket.

## Har ni nått era mål när det gäller samverkan med Stockholms stad?

- Vårt samarbete med Stockholms stad kring laddkartan har verkligen varit nyttigt och bra för båda parter. Vi har fått ökad kunskap om stadens prioriteringar och processer och de har fått kunskap om elnätets förutsättningar. Därtill har vi lagt en bra grund för att fler laddgator ska kunna etableras i Stockholm på kort tid. När vi på Ellevio kombinerat detta med laddgatorna har vi skapat ett arbetssätt kring laddinfrastrukturen som oss veterligen är unikt i såväl Sverige som internationellt. Så vi är helnöjda och hoppas kunna fortsätta jobba på liknande sätt med staden under lång tid framöver.

## Vilken potential ser ni att skala upp detta?

- Vi ser en enorm potential. Om Sverige ska ha en chans att nå transportsektorns klimatmål via elektrifiering är det för oss tydligt dels att nätägarna måste jobba närmare kommunen och dels att laddinfrastrukturen måste byggas ut på ett smart och samhällsekonomiskt lönsamt sätt. Vi planerar att sprida arbetssättet till fler kommuner än bara Stockholm, och förhoppningsvis tar våra branschkollegor efter oss inom sina respektive nätområden.

## Mer information

- [Stockholms stad: Ansök om att etablera nya laddplatser för elbil](#)
- [Presentation: Anslutning av laddgator är det möjligt vid kapacitetsbrist?](#)
- [Ellevio lanserar ny modell för att ansluta laddstolpar till elnätet](#)



# Industrins flexibilitet ökar genom exempelvis datacenter och vätgas

Industrins potential att bidra med användarflexibilitet har för uppskattats till runt 2 GW, fördelat på 1,7 GW inom den elintensiva industrin och 0,3 GW inom den övriga industrin.<sup>10</sup> Industrins flexibilitetspotential är starkt priskänslig. Därför har det hittills antagits att den fulla potentialen endast kan utnyttjas ett fåtal gånger per år och att industrin därför inte kan delta på marknader som kräver att de kan leverera flexibilitet ofta.

En möjlig användning för industrins flexibilitet är den så kallade störningsreserven. Den kan aktiveras för att hantera störningar, som leder till obalanser, och som de vanliga marknaderna inte klarar av att hantera. Störningsreserven innehåller i dag ingen användarflexibilitet, men det skulle vara fullt möjligt i framtiden enligt [Svenska kraftnät](#).<sup>11</sup>

Den framtida tekniska potentialen för industrins användarflexibilitet är osäker, men den bedöms öka genom bland annat framväxten av datacenter då de ofta har mycket reservkapacitet. Industrin står också inför en kraftig elektrifiering, vilket både medför ökad klimatnytta och större möjligheter till användarflexibilitet. Ett exempel är stålindustrin, och projektet HYBRIT.<sup>12</sup> El ska användas för att producera vätgas som sedan agerar som reduktionsmedel i den fossilfria omvandlingen från järnmalm till järn. Genom att investera i både en något större elektrolysör, än vad som behövs för basbehovet av vätgas, och ett vätgaslager kan elanvändningen bli flexibel.



# Kryptogruvan Hive i Boden levererar frekvensreglering till elnätet

Det kanadensiska företaget Hive Blockchain bryter, med hjälp av 115 000 datorer, kryptovalutan Ether i en före detta helikopterhangar i Boden. Samtidigt kan de dessutom bidra med frekvensreglering till elnätet.

För att driva serverna krävs god tillgång på el. Som mest behöver Hives verksamhet i Boden en effekt på totalt 20,4 MW. När frekvensen behöver regleras kan delar av strömtillförseln stängas av så att datorerna går över i sparläge. Genom smart styrning, via Sympowers plattform, kan detta dessutom göras på några delar av verksamheten i taget, utan att påverka fläktar och kylsystem. Oftast handlar det om små frekvensavvikelser där kryptogruvan kan minska sitt effektuttag med 100 till 600 kW under korta stunder. Som mest kan anläggningen dock bistå med 8,3 MW.

Frekvensregleringen från kryptovalutagruvan i Boden är ett samarbete mellan Hive, det svenska bolaget Vattenfall och det nederländska bolaget Sympower. Sympowers teknik används för att mäta frekvensen i områdets elnät. Därefter beräknas om åtgärder behöver vidtas och sedan skickas styrsignaler som reglerar eltilförseln till själva kryptogruvan. De inblandade företagen ser frekvensregleringen från kryptovalutagruvan i Boden som ett bidrag i energiomställningen. Med fler snabba regleringsresurser kan mer förnybar elproduktion komma in i systemet. Samarbetet mellan de tre företagen blev en win-win för alla, där Sympower har kunskapen och själva tekniken, Vattenfall står för balansansvaret samt kontakterna med myndigheten Svenska kraftnät och Hive står för själva flexibilitetsresursen.



***“I princip alla elanvändare som har en relativt stabil förbrukning och kan reglera ned sin elanvändning under kortare perioder kan leverera den här typen av produkter.”***

# Tre frågor till Anders Tonhammar Löf, Business development manager på Sympower

## Vilka har varit de största utmaningarna?

- I just det här projektet var utmaningen att stänga av strömtillförseln till vissa delar av kryptogruvan, samtidigt som fläktar och annan känslig utrustning ändå hålls igång. Därför kunde vi inte använda vår vanliga lösning, att installera en relälåda, utan fick göra en speciallösning. Ett generellt hinder är annars Svenska kraftnäts krav, som i praktiken sätter ett tak på marknaden för användarflexibilitet och därmed medför en övre gräns för antalet sådana här projekt. I Sverige behöver vi som aggregatorer också samverka med en balansansvarig. I vårt fall är det Vattenfall, och samarbetet fungerar väldigt bra, men på en övergripande nivå är det en begränsning att aggregatorer inte kan agera oberoende på den svenska marknaden.

## Vilken potential ser ni för den här tekniken?

- I dagsläget är det nästan bara marknadernas storlek som begränsar potentialen. I princip alla elanvändare som har en relativt stabil förbrukning och kan reglera ned sin elanvändning under kortare perioder kan leverera den här typen av produkter. I vår portfölj har vi sågverk, pappersbruk, växthus, processindustri, stålindustri, lokala kraftproducenter och luftpumpar.

- Behovet att handla upp frekvensreglering har funnits i många år. Just nu ser vi inte någon stor förändring av marknadens storlek, men det kan komma att ändras i framtiden. Med större andel förnybart i elnätet kan det komma att bli fler frekvensstörningar och därmed ett större behov av den här tekniken.

## Vad har du för råd till industrier och andra som vill bidra med den här typen av tjänster?

- Det är viktigt att komma ihåg att det här är en process som tar tid! Varje ny resurs i vår portfölj måste genomgå en omfattande ansökningsprocess hos Svenska kraftnät för att få delta på marknaderna.

## Mer information:

- [Vattenfalls artikel om datacentret.](#)
- [Sympowers hemsida](#)
- [Ny Teknik om kryptogruvan](#)

# Flexibilitetsmarknader testas på flera håll i landet

*“Deltagarna får betalt för att minska sin el-användning och därmed frigöra utrymme i elnätet vid behov.”*

På flera håll i landet testas flexibilitetsmarknader som en möjlig lösning på kapacitetsbristen i elnäten. Det finns både lokala och nationella flexibilitetsmarknader, där elnätsbolag via budgivning kan köpa flexibilitet från olika typer av flexibilitetsleverantörer. Deltagarna, eller leverantörerna, får alltså betalt för att vid behov minska sin elanvändning och därmed frigöra utrymme i elnätet. Några exempel på lokala flexibilitetsmarknader är Sthlmflex och de olika marknaderna som startats inom projektet CoordiNet.

Flexibilitetsmarknaderna har haft deltagare från flera branscher med olika flexibilitetsresurser och med varierande skäl för sin medverkan. Vissa vill lära sig, vissa deltar för goodwill eller för

att få en certifiering, andra ser en direkt lönsamhet i affären redan nu. Några exempel på deltagare i Uppsala är:

- en elhandlare med resurser i form av två bostadsrättsföreningar och ett växthus,
- en aggregator med egna resurser och fastigheter i sin portfölj,
- reservkraftsleverantörer,
- traditionella värmeaktörer, och
- ett läkemedelsföretag.





## CoordiNet

### **Flexibilitetsmarknader i Uppsala, Skåne, Västernorrland och på Gotland**

[CoordiNet](#)<sup>13</sup> är ett EU-finansierat projekt (Horizon 2020) som pågår från januari 2019 till juni 2022. Den svenska delen drivs av Vattenfall Eldistribution, E.ON Energidistribution, Svenska kraftnät, Uppsala kommun och Expektra. I Sverige går CoordiNet ut på att bygga och testa lokala flexibilitetsmarknader i Uppsala, Skåne, Västernorrland och på Gotland. Flexibilitetsmarknaderna kompletterar övriga elmarknader, samtidigt som de är koordinerade med dessa. Förra vintern deltog elva flexibilitetsleverantörer och totalt avropades flexibilitet på drygt 6 500 MWh. I Skåne kallas marknadsplatsen för SWITCH och den finns på tre olika platser i länet. Förra vintern hade den nio leverantörer som levererade 122 MWh. På Gotlands marknadsplats levererades 82 MWh från fyra olika leverantörer.

***“Flexibilitetsmarknaderna kompletterar övriga elmarknader”***

## Sthlmflex

### **En flexibilitetsmarknad i Stockholm**

[Sthlmflex](#)<sup>14</sup> är en lokal flexibilitetsmarknad i Stockholm som drivs av Svenska kraftnät, Ellevio och Vattenfall Eldistribution. Den första flexibilitetstjänsten på marknaden är uppreglering, alltså ökning av elproduktion eller minskning av elkonsumention, då det är det behov som finns idag. Sthlmflex öppnade i december 2020 och pågick till och med mars 2021 i ett test- och forskningskede. Projektet kommer dock att förlängas ytterligare två år.

Under projektets första vinter togs viktiga steg i utvecklingen framåt. Kunskaperna om aktörernas behov fördjupades, marknadsprocesserna utvecklades och de första lyckade transaktionerna genomfördes. Skellefteå Kraft, Arenabolaget, Stockholm Exergi, Entelios, Stockholms Hamnar och Enstar deltog på flexibilitetsmarknaden, men bara fyra aktörer lämnade bud. Totalt avropades 2276 MWh, inklusive flexibilitet i form av ett tillfälligt abonnemang från Svenska kraftnät.

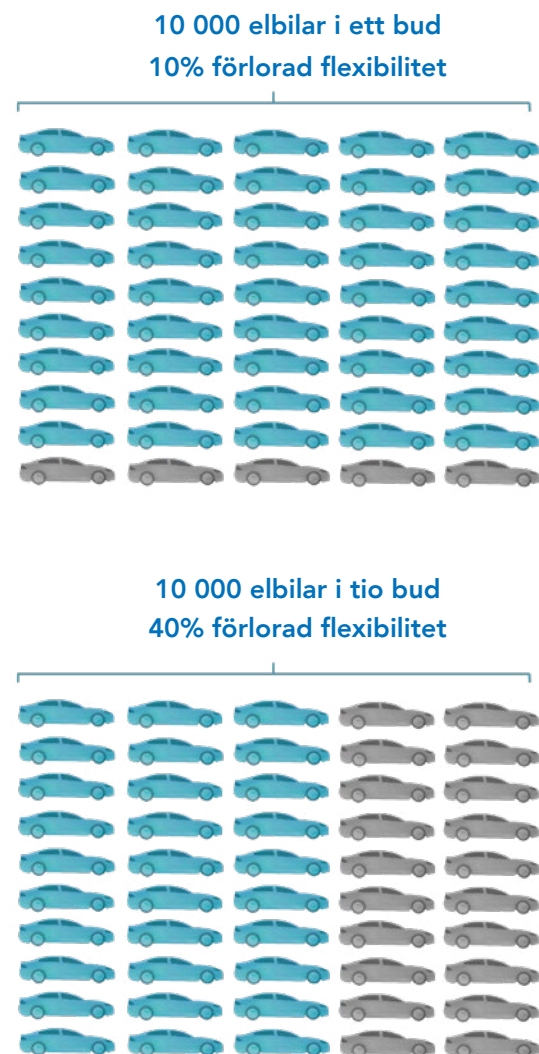
# Aggregering av mindre resurser är nyckeln till handel med flexibilitet

*“Idag finns utmaningar med att lägga aggregerade bud på många marknader, men i framtiden är potentialen stor.”*

Många av aktörerna, som har flexibilitetsresurser, är små och geografiskt utspridda. Köpare av flexibilitet vill dock helst handla större mängder på samma gång, samtidigt som marknaderna också har begränsningar för vilket som är den minsta storleken på de bud som får läggas. Därmed finns det ett behov av att samla ihop många små flexibilitetsresurser, vilket kallas för att aggregera resurser. Det företag som gör detta brukar kallas för en aggregator.

En aggregator kan ha många olika flexibilitetsresurser i sin portfölj och kombinerar dessa för att lämna bud på olika flexibilitetsmarknader. Idag finns det dock flera utmaningar med att lägga aggregerade bud, exempelvis de krav som ställs på vilka resurser som kan finnas i samma bud. Det medför att flexibilitet går förlorad, eftersom flexibilitetsleverantörer behöver ha marginaler i sina bud och därmed inte kan sälja all sin flexibilitet på marknaden, se figur till höger. Genom att aggregera många resurser i ett bud kan andelen som utgör säkerhetsmarginalen minska, och därmed minskar de totala förlusterna. Just nu pågår ett arbete för att ta fram en modell för hur aggregatorer ska fungera tillsammans med övriga aktörer på energimarknaden. Flera marknadsplatser håller även på att utvecklas, vilket ska möjliggöra att mer aggregerad flexibilitet kan handlas på olika marknader i framtiden.

*Figur: Om 10 000 elbilar eller andra flexibla resurser aggregeras i ett bud behöver aggregatorn ha en marginal på omkring 10 procent för att kunna garantera sitt bud på marknaden. Skulle budet behöva delas upp i tio mindre bud på grund av olika regler på marknaden kommer ytterligare 30 procent flexibilitet förloras i marginaler. Mindre flexibilitet erbjuds då marknaden.*



# Slutnoter

- 1 [Svenska kraftnät \(2021\). Långsiktig marknadsanalys 2021 - Scenarier för elsystemets utveckling fram till 2050.](#)
- 2 [Energimarknadsinspektionen \(2016\). Efterfrågeflexibilitet - En outnyttjad resurs i energisystemet.](#)
- 3 [Energimyndigheten. \(2018\). Malmöeffekten - Flexibilitet, optimering och förnybar energi för framtidens hållbara stad.](#)
- 4 [Ei \(2016\) Åtgärder för ökad efterfrågeflexibilitet i det svenska elsystemet Ei R 2016:15](#)
- 5 [NEPP \(2019\). Energisystemet i en ny tid.](#)
- 6 14 GW är antaget 3,8 miljoner elbilar som laddar ut 3,7 kW, 114 GW är antaget 3,8 miljoner bilar som levererar 30 kW. 3,8 miljoner bilar motsvarar ett antagande om 60 procent av personbilsflottan.
- 7 [Nyberg, T., & Cleverdal, A. \(2018\). Laddinfrastruktur för elbilar: Undersökning av befintligt elnät i Borsökna, Eskilstuna.](#)
- 8 [Eriksson, P. \(2018\). Elbilens påverkan på elnätet vid hemmaladdning och tekniker för effektoppsreduktion: En fallstudie på två av Sala-Heby Energis lågspänningsnät.](#)
- 9 [Wäneus, S., & Östergren, C. \(2019\). Elnätets beredskap inför en mycket storskalig utbyggnad av laddinfrastruktur i Sverige.](#)
- 10 [Ei \(2016\) Åtgärder för ökad efterfrågeflexibilitet i det svenska elsystemet Ei R 2016:15](#)
- 11 [Svenska Kraftnät \(2019\). Störningsreserven.](#)
- 12 [Hybrit. Fossilfritt stål – en gemensam möjlighet!](#)
- 13 [Svenska kraftnät \(2020\). CoordiNet.](#)
- 14 [Svenska kraftnät \(2021\). Sthlmflex.](#)

Klicka på siffrorna för att komma till fotnotens källa och på den blå texten för att komma till länken.



LÄNSSTYRELSEN  
UPPSALA LÄN



Länsstyrelsen  
Skåne



Länsstyrelsen  
Västra Götaland

**POWER CIRCLE**  
*Electricity for sustainable energy*

**Sustainable  
innovation**