

Ei R2023:18

2022-102604-0033

Främjande av ett mer flexibelt elsystem

Deluppdrag 5

Medverkande myndigheter

Energimarknadsinspektionen (Ei) är en myndighet med uppdrag att arbeta för väl fungerande energimarknader.

Det övergripande syftet med vårt arbete är att Sverige ska ha väl fungerande distribution och handel av el, naturgas, fjärrvärme och fjärrkyla. Vi ska också ta tillvara kundernas intressen och stärka deras ställning på marknaderna.

Konkret innebär det att vi har tillsyn över att företagen följer regelverken. Vi har också ansvar för att utveckla spelreglerna och informera kunderna om vad som gäller. Vi reglerar villkoren för de monopolföretag som driver elnät och naturgasnät och har tillsyn över företagen på de konkurrensutsatta energimarknaderna.

Energimarknaderna behöver spelregler – vi ser till att de följs.

Förord

I augusti 2022 fick Affärsverket svenska kraftnät (Svenska kraftnät), Energimarknadsinspektionen (Ei), Statens energimyndighet (Energimyndigheten) och Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (Swedac) i uppdrag att utveckla förutsättningarna för att realisera potentialen för flexibilitet i elsystemet.

Uppdraget är indelat i fem deluppdrag och genom denna rapport slutredovisar vi det femte deluppdraget. Rapporten är myndigheternas gemensamma och Ei har varit samordningsansvarig för rapporten.

I enlighet med uppdraget har myndigheterna i denna rapport gemensamt gjort en bedömning av behoven av flexibilitet och hur olika flexibilitetsresurser kan bidra med flexibilitet i elsystemet för vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031. Vi har sammanställt en kartläggning av pågående arbete på myndigheterna inom området. Vidare innehåller rapporten ett förslag till handlingsplan baserad på både tidigare presenterade samt nya åtgärdsförslag. Slutligen beskrivs ytterligare områden som identifierats sedan den senaste delredovisningen och som myndigheterna gemensamt ser behov av att fortsätta utreda.

Eskilstuna, december 2023

Ulrika Hesslow
Generaldirektör

Jenny Radkova
Projektledare

Sammanfattning	5
1 Inledning	8
1.1 Regeringsuppdrag om att främja ett mer flexibelt elsystem.....	8
1.2 Disposition.....	10
2 Flexibilitet i elsystemet	12
2.1 Behov och nyttor av flexibilitet i elsystemet	13
2.2 Flexibilitetsresurser.....	16
2.3 Möjliggörare för att resurser och behov ska mötas	18
3 Uppskattning av flexibilitet som kan möjliggöras till vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031	21
3.1 Övergripande tillvägagångssätt	21
3.2 Steg 1 – Analys av behoven av flexibilitet	24
3.3 Steg 2 – Uppskattning av olika resursers tillgängliga flexibilitetspotential	32
3.4 Steg 3 – Samlad bedömning av realiserbar flexibilitet	40
3.5 Sammanfattning av resultat och vidare arbete	43
4 Förslag på åtgärder och områden för fortsatt arbete – kompletteringar till tidigare presenterade förslag	48
4.1 Åtgärder för ökad flexibilitet hos industrin	49
4.2 Nya roller på elmarknaderna som främjar flexibilitet.....	53
4.3 Flexibilitet för ett mer effektivt nätnyttjande	59
5 Förslag till handlingsplan	68
5.1 Flexibilitet från industriella aktörer	68
5.2 Aggregering, obalansjustering, rätt mätning och avräkning främjar flexibilitet	70
5.3 Effektivt nätutnyttjande	72
5.4 Utveckling av och information om balansmarknaden	74
5.5 Kundinformation	75
Bilaga 1 Kartläggning av myndigheternas pågående arbete på området	78
Allmänt	78
Flexibilitet från industriella aktörer.....	82
Aggregering, obalansjustering, rätt mätning och avräkning	82
Effektivt nätnyttjande.....	83
Utveckling av och information om balansmarknaden.....	86
Kundinformation	88
Bilaga 2 Kompletterande förklaringar och resultat från kapitel 3	89
Steg 1 - utförlig metodbeskrivning	89
Steg 1 - fler resultat för metod A och metod B.....	92
Resultat steg 2 – uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential från resurserna per elområde	96
Källor och antaganden steg 2 – uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential från resurserna	98

Sammanfattning

En betydligt högre elanvändning tillsammans med en stor andel väderberoende elproduktion innebär att det finns ett större behov av flexibilitet i elsystemet för att upprätthålla effektbalansen i alla lägen. Det innebär också att det finns behov av ett mer effektivt nätnyttjande, där flexibilitet är en nyckelfaktor.

Flexibilitet i elsystemet är ett samlingsbegrepp och används i olika sammanhang. Flexibilitet kan till exempel omfatta stödtjänster för balanshållning, flexibilitet för att hantera nätkapacitetsbrist, elanvändarnas priskänslighet, oberoende aggregering, flexibilitet som en del i att hantera effektbalansen, industrins efterfrågefleksibilitet och mycket mer. Vi har valt att dela in begreppet flexibilitet utifrån dess nytta i elsystemet och kategoriserar behovet efter *flexibilitet för energi*, *flexibilitet för balansering* och *flexibilitet för överföring*.

Rapporten innehåller en uppskattning av hur mycket flexibilitet som kan möjliggöras fram till vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031. I denna rapport har vi valt ett nytt tillvägagångssätt för att uppskatta behovet av flexibilitet och potentialen av flexibilitet. Arbetet kommer att fortsätta utvecklas även efter detta regeringsuppdrag.

Resultaten av uppskattningarna visar att behovet av flexibilitet ökar signifikant redan till vintern 2030/2031. Behovet av flexibilitet för effekt och energi ökar i alla tidsskalor och i alla svenska elområden fram till 2030/2031. Analysen visar att behovet av flexibilitet för energi ökar främst i form av behov av energiförflyttningar mellan dagar inom samma vecka samt energiförflyttningar mellan veckorna inom vintersäsong. Båda dessa behov ökar med närmare 50 procent från 2023/2024 till 2030/2031. Vi bedömer därför att flexibilitet som kan realiseras genom dagen före-marknaden bör ges ett särskilt fokus för att frigöra outnyttjad flexibilitet. Rapporten visar även ett ökat behov av flexibilitet för effekt inom leveransdygnet med närmare 30 procent från 2023/2024 till 2030/2031, vilket innebär ett ökande behov av flexibilitet som realiseras på intradagmarknaden och balansmarknaderna. I rapporten uppskattas inte flexibilitetsbehovet för hantering av nätkapacitetsbrist.

Vi konstaterar att det finns en ökande potential i de nya flexibilitetsresurserna som väntas tillkomma, så som elbilsladdning, styrbara värmepumpar, med mera. Samtidigt finns osäkerheter kring om och hur potentialen kan realiseras. Hushållens värmepumpar och stora batterier kan utgöra en betydande andel av flexibilitet redan de närmaste två åren. På längre sikt ser vi till exempel att

vätgasproduktion och -användning samt flexibel laddning av elfordon blir relevanta flexibilitetsresurser. För att realisera potentialen krävs ett framåtlutat arbete från olika delar av samhället.

För att hantera det ökande behovet av flexibilitet kommer det inte enbart att räcka med att använda befintlig infrastruktur och resurser mer effektivt. Utöver arbetet med nya marknadslösningar och digitalisering behövs även andra proaktiva åtgärder för att stödja införandet av flexibla förmågor i olika tidskalor då behovet av flexibilitet ökar i en sådan omfattning. Det behövs nya resurser med förmågor till energiförflyttningar mellan dagar samt mellan veckor såväl som nya resurser med förmåga till att balansera elsystemet.

I rapporten presenteras en handlingsplan med åtgärder som myndigheterna inom ramen för sina ansvarsområden kan vidta för att främja flexibilitet. Åtgärderna kommer från delrapporterna som levererades i april 2023, som en del av detta regeringsuppdrag, samt ett antal nya åtgärder som lyfts i denna rapport. Handlingsplanen innehåller åtgärdsförslag inom olika sakområden och helhetsbilden är viktig eftersom flera av åtgärderna förstärker varandra.

Ett särskilt viktigt område är industrins möjligheter att bidra med flexibilitet till elsystemet. Gällande flexibilitet från industriella aktörer föreslås till exempel att ge större förbrukare incitament att se över sin flexibilitetspotential vilket kan göra att en ökad mängd flexibilitet realiserar i den mån det är ekonomiskt effektivt.

Genom förbättrad information från myndigheterna anpassad till olika målgrupper kan kunskapsgapet överbryggas och mer flexibilitet realiserar från befintliga resurser, allt från industrier till hushåll.

Vi föreslår även åtgärder gällande aggregering, obalansjustering, mätning och avräkning. Särskilt viktiga åtgärder på detta område är en etablering av en elmarknadshubb som kan leda till att hanteringen av mätdata kopplat till flexibilitet bli mer effektiv och underlätta för nätägare, elhandlare, leverantörer av aggregeringstjänster och balanstjänster och den enskilde som vill bidra med flexibilitet. Eftermonterad smart styrning kan även möjliggöra för en mängd redan befintliga resurser att snabbare bidra med flexibilitet. Vi föreslår också att myndigheterna ser över förutsättningarna för krav om undermätning.

Förutsättningar för nätföretagens hantering av nätkapacitetsbrist och nätföretagens samordning för ett effektivt nätnyttjande diskuteras även i ljuset av den utveckling som skett under 2023 och som kommer att fortgå de närmaste åren. Det är viktigt att nätföretagens gränssnitt och samordning är ändamålsenlig och välfungerande för ett mer effektivt nyttjande av nätet. Det är även viktigt att underlätta samordning mellan nätföretagen och ge förutsättningar för att bättre kunna möta både befintliga och kommande krav. Fler viktiga frågor att arbeta med är att

anpassa transmissionsnätstariffen och tariffstrukturen, att se över nuvarande abonnemangshantering och förutsättningarna för villkorade abonnemang samt att utveckla och standardisera lokala flexibilitetsmarknader.

Sammanfattningsvis ser vi att det är av stor vikt för elektrifieringen att myndigheterna fortsatt arbetar med att främja flexibilitet i elsystemet. Det är även centralt att myndigheterna fortsätter samverka kring flexibilitetsfrågorna.

2023-12-15

2022-102604-0033

1 Inledning

I Sverige och inom EU råder idag en bred samsyn om att energisystemet behöver utvecklas för att möta samhällets behov av el idag och i framtiden. När fossila bränslen i industri- och transportsektorn ska ersättas med el och nya elintensiva aktörer vill ansluta sig till näten medför det en omfattande elektrifiering och omställning i samhället. Svenska kraftnäts och Energimyndighetens tidigare offentliggjorda bedömningar visar på mer än ett dubblerat elbehov i Sverige till år 2045. Regeringen har i budgetpropositionen för 2024 uttalat att Sverige behöver planera för att kunna möta ett elbehov om minst 300 TWh år 2045.¹

Utöver ett ökande behov av mer el pågår också utbyggnad av väderberoende elproduktion i form av vind- och solkraft i Sverige och övriga EU. Det långsiktiga klimatmålet är att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045, där elektrifiering spelar en viktig roll. Motsvarande klimatmål på EU-nivå är år 2050. På EU-nivå höjdes det bindande målet för förnybar energi från 32 procent till 42,5 procent av EU:s totala energianvändning senast 2030.²

För att Sverige ska klara omställningen till ett elsystem med en betydligt högre elanvändning och högre andel variabel och fossilfri elproduktion på ett kostnadseffektivt sätt kommer det, utöver mer elproduktion och elnät, finnas ett stort behov av effektiv elanvändning. I den här rapporten identifierar myndigheterna möjligheter och utmaningar kring hur elanvändningen kan bli mer flexibel.

1.1 Regeringsuppdrag om att främja ett mer flexibelt elsystem

I augusti 2022 fick Ei, Svenska kraftnät, Energimyndigheten och Swedac regeringens uppdrag att föreslå åtgärder för att främja ett mer flexibelt energisystem. Uppdraget var indelat i följande fem deluppdrag, varav deluppdrag 1–4 redovisades av myndigheterna till Regeringskansliet i april 2023:

- 1 Svenska kraftnät ska främja förutsättningar för flexibilitet, inklusive hos små kunder, på marknader inom Svenska kraftnäts ansvarsområde.

¹ Prop. 2023/24:1, Utgiftsområde 21, Energi, <https://www.regeringen.se/contentassets/e1afccd2ec7e42f6af3b651091df139c/utgiftsomrade-21-energi.pdf> (Hämtad 2023-11-21)

² Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2023/2413 av den 18 oktober 2023 om ändring av direktiv (EU) 2018/2001, förordning (EU) 2018/1999 och direktiv 98/70/EG vad gäller främjande av energi från förnybara energikällor, och om upphävande av rådets direktiv (EU) 2015/652

- 2 Energimarknadsinspektionen ska främja flexibilitet, inklusive implicit flexibilitet, på slutkundsmarknaden.
- 3 Energimarknadsinspektionen ska främja flexibilitet på lokal nivå där det blir samhällsekonomiskt effektivt på kort eller längre sikt.
- 4 Energimyndigheten och Swedac ska främja smart styrning av elanvändning.
- 5 Myndigheterna ska göra en gemensam sammanställning av vad som görs för att främja flexibilitet, en analys av om det krävs ytterligare åtgärder för att potentialen för flexibilitet ska realiseras och lämna förslag till en handlingsplan för implementeringen av eventuella ytterligare åtgärder. Åtgärdsförslagen ska utgå från användarens behov och se till att det blir enkelt och lönsamt för användaren att bidra till flexibilitet. Energimarknadsinspektionen ska samordna redovisningen.

Genom denna rapport slutredovisar myndigheterna uppdraget. Av uppdraget framgår att slutredovisningen ska omfatta följande:

Det femte deluppdraget ska omfatta en sammanställning av alla fyra berörda myndigheters arbete kopplat till flexibilitet. Den ska omfatta en kartläggning av det arbete som pågår hos myndigheterna och inom EU, samt vilka åtgärder som behöver utredas eller implementeras för att främja flexibilitet på alla relevanta marknader på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt. Arbetet ska innehålla en gemensam analys och en uppskattning av hur mycket flexibilitet som kan möjliggöras fram till vintrarna 2023/24, 2025/26 och 2030/31 utifrån olika förutsättningar. Om myndigheterna gör olika bedömningar ska detta redovisas och grunden för de olika bedömningarna ska tydliggöras.

I denna rapport finns en redovisning av myndigheternas arbete och arbetet som pågår inom EU kopplat till flexibilitet. Förslag på åtgärder som ingår i handlingsplanen och som redovisas i denna rapport har i huvudsak beskrivits i delrapporterna som redovisades i april 2023. Eftersom de flesta åtgärder kräver fortsatt utredningsarbete kommer detaljerade konsekvenser av respektive åtgärd att analyseras ytterligare när åtgärden utformas och innan de genomförs.

När det gäller uppskattningen av hur mycket flexibilitet som kan möjliggöras på kort sikt har vi valt ett nytt tillvägagångssätt för uppskattning av behovet och potentialen. Metoderna för detta beskrivs i kapitel 3.

1.1.1 Avgränsningar

Mot bakgrund av uppdragets bredd har myndigheterna kommit överens om vissa avgränsningar och utvidgningar.

Fokus i denna rapport är *hur* vi främjar ökad flexibilitet i elsystemet inom de områden där det bedöms finnas störst outnyttjad flexibilitetspotential i elsystemet med utgångspunkt i myndigheternas respektive ansvarsområden. Uppdragets

beskrivning anger att flexibilitet i detta uppdrag ska inkludera efterfrågeflexibilitet, energilagring samt styrning av småskalig elproduktion. Några av åtgärdsförslagen i denna rapport berör även flexibilitet från större produktionsanläggningar.

Rapporten innehåller inte analyser eller förslag till hur elsystemet kan driftas eller hanteras med eller utan utlandsförbindelser eller hur dimensioneringen av näten på alla spänningsnivåer ska göras.

Rapporten omfattar inte heller någon kartläggning av var i näten³ som det råder nätkapacitetsbrist, i enlighet med tillvägagångssättet för bedömningen av potentialen i kapitel 3. Nyckeltal för vissa specifika flexibilitetsresurser skulle kunna vara underlag även till lokal och regional energiplanering.

Flexibilitet kan också skapa nytta genom att bidra till ett mer robust elsystem. Fördjupningar inom trygg energiförsörjning eller minskad sårbarhet ligger däremot inte inom uppdragets ram.

1.1.2 Genomförande av uppdraget

Svenska kraftnät, Energimarknadsinspektionen, Energimyndigheten och Swedac har genomfört uppdraget tillsammans. Ei har haft samordningsansvaret.

Under uppdragets gång har myndigheterna haft dialog även med externa intressenter.

1.2 Disposition

I kapitel 2 *Flexibilitet i elsystemet* introducerar vi huvudperspektiv för att förstå flexibilitet genom att fokusera på behov och nyttor, flexibilitetsresurser och möjliggörare för flexibilitet.

I kapitel 3 *Uppskattning av flexibilitet som kan möjliggöras till vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031* redogör vi för tillvägagångssättet och metoderna som har använts för uppskattningen, för flexibilitetsresursernas möjlighet att bidra med flexibilitet och för resultaten från uppskattningen.

I kapitel 4 *Förslag på åtgärder och områden för fortsatt arbete – komplettering till tidigare presenterade förslag* redogör vi för ett par kompletterande förslag på åtgärder för att ytterligare främja flexibilitet i elsystemet.

I kapitel 5 *Förslag till handlingsplan* presenterar vi ett förslag till handlingsplan baserad på både tidigare presenterade åtgärdsförslag från deluppdrag 1–4 samt

³ Såväl region- och lokalnät samt transmissionsnät

nya åtgärdsförslag alternativt områden som identifierats sedan den senaste delredovisningen.

En kartläggning över pågående arbete för att främja flexibilitet finns i bilaga 1.

I bilaga 2 presenterar vi djupdykningar i metoder, antaganden, beskrivningar och resultat från kapitel 3.

2023-12-15

2022-102604-0033

2 Flexibilitet i elsystemet

Under de kommande åren förväntas en ökning av variabel produktion i elsystemet, en ökad elanvändning och etablering av nya industriella aktörer. Behovet av en mer flexibel elanvändning kommer att finnas i framtiden oavsett hur Sveriges framtida elproduktionsmix ser ut eftersom resten av det europeiska elsystemet kommer att ha mycket väderberoende elproduktion.^{4 5} Oavsett om och när ytterligare produktion blir klar och tillgänglig för elsystemet så kommer omställningen att innebära ett ökat behov av flexibilitet både på kort och lång sikt. Det planeras även för ny kärnkraft men även i de mest optimistiska scenarierna kommer en storskalig utbyggnad av kärnkraft att ta ett antal år att genomföra. Omställningen innebär också ett större behov av ett mer effektivt nätnyttjande.

Flexibilitet ger elsystemet en ökad förmåga att hantera variationer i produktion, efterfrågan och nåttillgänglighet. Flexibilitet blir alltså en nyckel för ett planerbart, robust och effektivt elsystem. När konsumtions- och produktionsmönstren förändras och nya elintensiva industrier och verksamheter ansluts till elnätet blir åtgärder som främjar flexibilitet viktiga.

Eftersom flexibilitet ger elsystemet en ökad förmåga att hantera variationer i produktion, efterfrågan och nåttillgänglighet, kommer en hög grad av flexibel elanvändning även att vara viktig på lång sikt. Det är myndigheternas uppfattning att det i ett kort och medellångt perspektiv är av väsentlig betydelse, för en samhällsekonomiskt effektiv elmarknad, att marknadsaktörer och elkunder deltar direkt eller indirekt med sina resurser på marknaderna. Tillgången på resurser som kan bidra med flexibilitet kommer samtidigt att öka när elförbrukningen ökar och nya verksamheter ansluts till elnätet. Det kommer däremot att kräva nya angreppssätt och samarbeten mellan alla inblandade aktörer för att realisera flexibiliteten.

Flexibilitet i elsystemet är ett samlingsbegrepp och går att bryta ner i olika delar. Därför innehåller förslaget till handlingsplan åtgärder inom ett brett område, se kapitel 5. Dessa områden inbegriper till exempel flexibilitet som stöd tjänstprodukt för balanshållning, flexibilitet för att hantera nätkapacitetsbrist, elanvändarnas priskänslighet och hur flexibilitet kan ge kunderna bättre kontroll över sina

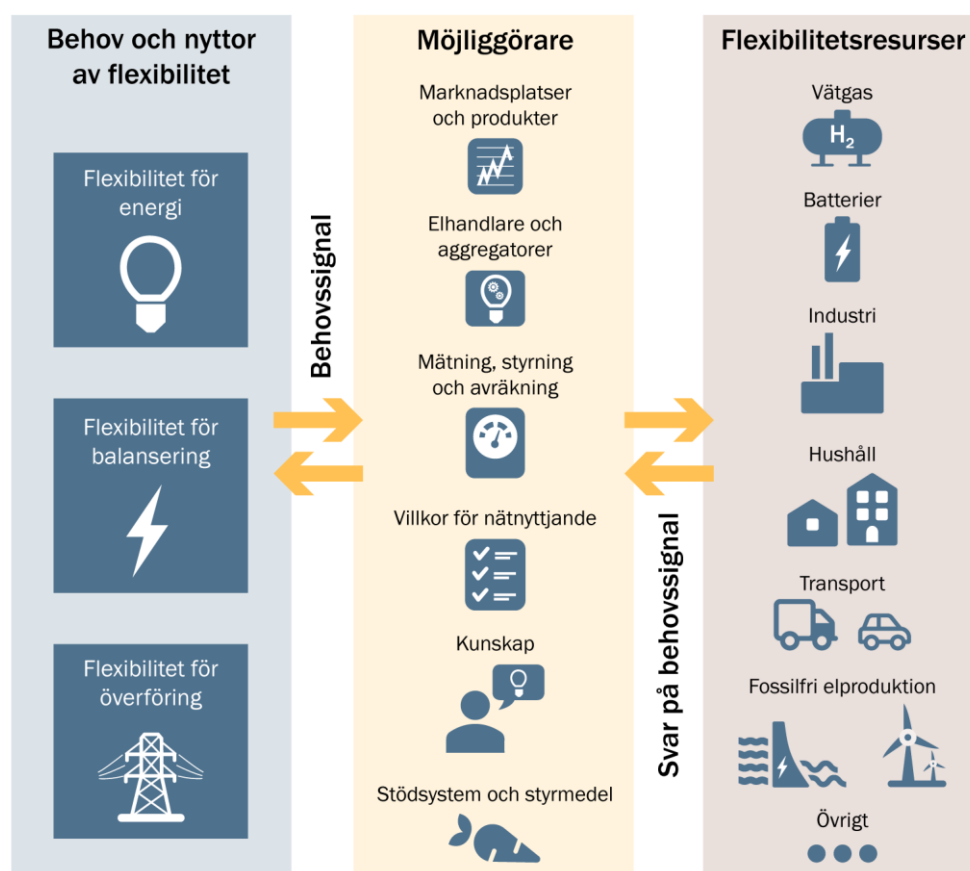
⁴ Lisa Göransson, Filip Johnsson, *Ett framtida elsystem med och utan kärnkraft – vad är skillnaden?*, Institutionen för Rymd-, geo- och miljövetenskap, avdelning Energiteknik, Chalmers https://research.chalmers.se/publication/536840/file/536840_Fulltext.pdf (Hämtad 2023-11-21)

⁵ ENTSO-E, *Vision on Market Design and System Operation towards 2030*, https://vision2030.entsoe.eu/wp-content/uploads/2019/11/entsoe_fp_vision_2030_web.pdf (Hämtad 2023-11-27)

elkostnader, möjligheter till mer flexibilitet på marknaderna genom oberoende aggregering, bättre möjligheter till mätning och verifiering av flexibiliteten, flexibilitet som en del att hantera effektbalansen i ett framtida elsystem, industrins efterfrågefleksibilitet och mycket mer.

För att tydliggöra vilken aspekt av flexibilitet som diskuteras i olika delar av rapporten introducerar vi i detta kapitel tre huvudperspektiv för att förstå flexibilitet. Det första är *behoven och nyttorna* av flexibilitet, det andra är flexibilitetens *möjliggörare* och det tredje är *flexibilitetsresurserna*.

Figur 1 Huvudperspektiv för att förstå flexibilitet – behov och nyttor, möjliggörare och flexibilitetsresurser



2.1 Behov och nyttor av flexibilitet i elsystemet

Elsystemet behöver vara i balans⁶ vid varje tidpunkt, det vill säga att det tillförs lika mycket el som det förbrukas. Balanseringen sker dels genom planering gällande produktion och förbrukning av elenergi i olika steg fram till drifttimmen, i andra ledet under driften när det vidtas åtgärder för att hantera avvikelser från planeringen i realtid. Flexibilitet behövs även för att hantera

⁶ I Sverige balanseras systemet mot en frekvens på 50Hz, för stora avvikelser kan leda till skador på teknisk utrustning och även strömavbrott.

överföringsbegränsningar och risk för överlast i elnäten, i transmissionsnätet samt region- och distributionsnäten.

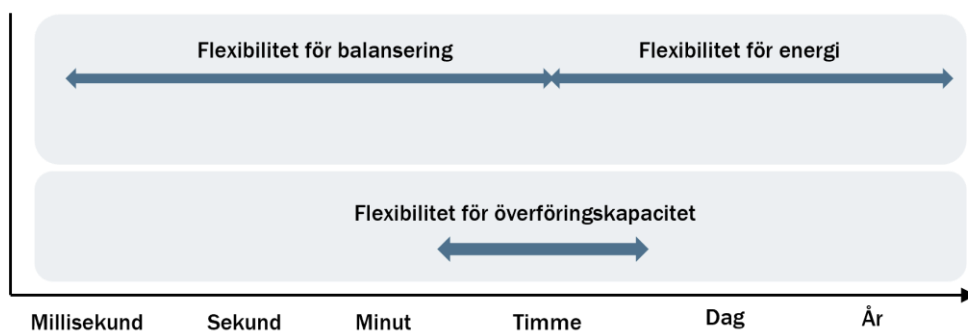
Ett sätt att dela in behovet och nyttan av flexibilitet är utifrån kategorierna *flexibilitet för energi*, *flexibilitet för balansering* och *flexibilitet för överföring*. I tillägg till dessa kategorier finns också spänningsreglering som är tekniskt komplext och beskrivs inte vidare i rapporten. I Tabell 1 sammanfattas de olika behoven och nyttorna av flexibilitet.

Tabell 1 Behov och nyttor av flexibilitet.

Behov/Nytta	Tidsskala	Förklaring
Flexibilitet för energi	Timmar, upp till dagar, säsonger och år för drift	Förmågan till jämvikt mellan säsong-/mellanårlig energitillgänglighet samt balansera för variationer i residuallast.
Flexibilitet för balansering	Realtid upp till en timme för drift	Balansera prognosfel i förbrukning och produktion samt oförutsägbara, snabba förändringar för att upprätthålla en stabil frekvensnivå.
Flexibilitet för överföring	Minuter till timmar	Hantera risker för överbelastning i nätet samt frigöra överföringskapacitet för att på kort sikt avlasta behovet av att bygga ut nätkapacitet.

Dessa kategorier kan illustreras även genom bilden nedan.

Figur 2 Kategorierna *flexibilitet för energi*, *flexibilitet för balansering* och *flexibilitet för överföring* i relation till tidsskala. Flexibilitet för överföring har en geografisk avgränsning.



Nedan beskrivs respektive flexibilitetskategori mer ingående och vart i elsystemet de kommer tillgodo.

2.1.1 Flexibilitet för energi

Förutsättningar för effektivt utnyttjande av både elenergi och nätens kapacitet är att uttag och inmatning i elsystemet planeras och justeras inför drifttimmen så att det momentant under drifttimmen råder balans mellan produktion/import och förbrukning/export av el. Marknadsaktörernas planering av inmatning och uttag i elsystemet sker i huvudsak inför dagen före-marknaden. På dagen före-marknaden matchas utbud och efterfrågan i olika elområden med hänsyn till möjligheterna till

överföring mellan elområden.⁷ Detta sker för varje leveranstimme/drifttimme under det kommande leveransdygnet. Balans i elsystemet grundläggs därmed i första hand baserat på utfallet i den dagliga auktionen på dagen före-marknaden. Genom den efterföljande intradagsmarknaden finns ytterligare möjlighet för marknadsaktörerna att justera sina positioner och handla sig i balans, fram till en timme före drifttimmen. Aktörer kan, genom att bjuda in resurser på dessa marknader, anpassa sin planerade förbrukning eller produktion efter den aktuella situationen dagenföre.

Vi använder begreppet *flexibilitet för energi* för den flexibilitet som tillförs elsystemet genom dagen före-marknaden som är en auktionsmarknad och intradagsmarknaden där utbud och efterfrågan matchas.

I begreppet flexibilitet för energi ingår också anpassning av elanvändningen exempelvis efter elpriset, vilket undersöktes för hushåll och andra kunder i deluppdrag 2 *Konsumenter och efterfrågeflexibilitet*⁸ och deluppdrag 4 *Smart styrning av elanvändning*⁹.

Flexibilitet för energi inbegriper även den mer långsiktiga planeringen som marknadsaktörerna gör utifrån förväntade framtida elpriser, förhållanden och behov, till exempel när vattenkraftverk sparar vatten i magasinerna inför den kallare säsongen eller när kärnkraftverken stängs av för revision på sommaren.

2.1.2 Flexibilitet för balansering

Svenska kraftnät har ansvar för den momentana balanseringen av elsystemet, det vill säga att säkerställa balansen mellan produktion och förbrukning i varje ögonblick på minut- och sekundnivå. För att justera balansen momentant avropar Svenska kraftnät bud om stödtjänster för balansering. Den flexibiliteten som bjuds in som upp- eller nedregleringsbud på stödtjänstmarknaden¹⁰, kallar vi i denna rapport för *flexibilitet för balansering*¹¹ I rapporten från deluppdrag 1 *Strategisk*

⁷ Överföringskapaciteter mellan elområden tilldelas marknaden baserat på Svenska kraftnäts prognoser.

⁸ Energimarknadsinspektionen, *Konsumenter och efterfrågeflexibilitet Ei R2023:04*, 2023 <https://ei.se/download/18.42d391b41872c3dd1d5636f1680777626448/Konsumenter-och-efterfr%C3%A5geflexibilitet-en-nul%C3%A4gesbeskrivning-och-%C3%A5tg%C3%A4rdsf%C3%B6rslag-f%C3%B6r-%C3%B6kad-flexibilitet-deluppdrag-2-Ei-R2023-04.pdf> (Hämtad 2023-11-07)

⁹ Energimyndigheten, *Smart styrning av elanvändning*, 2023 <https://www.energimyndigheten.se/496615/contentassets/6e9cf812401549158e5739fd259ce8e5/slutredovning-av-deluppdrag-4.pdf> (Hämtad 2023-11-10)

¹⁰ Svenska kraftnät, *Stödtjänster och avhjälpande åtgärder* <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/om-systemansvaret/verktyg-for-systemdrift/stodtjanster-och-avhjalpande-atgarder/> <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/om-systemansvaret/verktyg-for-systemdrift/stodtjanster-och-avhjalpande-atgarder/> (Hämtad 2023-11-28)

¹¹ I andra sammanhang har detta även kallats för *flexibilitet för effekt*.

*handlingsplan för ökad flexibilitet*¹² diskuteras stödtjänstmarknader och hur de är en möjliggörare för flexibilitet djupare.

2.1.3 Flexibilitet för överföring

En stor utmaning i energiomställningen är tillräcklig nätkapacitet. Ökningen av elanvändningen, nyetableringen av elintensiva anläggningar och distribuerad produktion sätter press på elnätet. Det gäller idag på alla spänningsnivåer eftersom det är utmanande att bygga ut elnätet i samma takt som efterfrågan ökar. För att hantera lokala nätkapacitetsproblem har det växt fram så kallade lokala flexibilitetsmarknader där region- och lokalnät köper flexibilitet genom att avropa antingen ökat eller minskat uttag eller inmatning till nätet av anslutna elkunder i syfte att hantera överlastning i elnätet inom ett elområde.

I rapporten från deluppdrag 3 *Flexibilitet i distributionsnäten*¹³ samt deluppdrag 1 *Strategisk handlingsplan för ökad flexibilitet* diskuteras lokala flexibilitetsmarknader och hur de kan möjliggöra för nätföretagen att nyttja befintliga elnät mer effektivt. På transmissionsnätets nivå omdirigerar Svenska kraftnät genom att avropa resurser från stödtjänstmarknader för att hantera överlast i nätet under drifttimmen, även det diskuteras i rapporten från deluppdrag 1.

Flexibilitet som används för att hantera överföringsbegränsningar och nätkapacitetsbrist benämner vi *flexibilitet för överföring*.

För att kunna realisera flexibiliteten i elsystemet och därmed bidra till de ovan beskrivna användningsområden behövs det olika typer av möjliggörare, så som IT-lösningar, informationsutbyte, anpassade regelverk och marknadsdesign. Dessa adresseras vidare i avsnitt 2.3.

2.2 Flexibilitetsresurser

De olika nyttorna med flexibilitet som beskrevs i föregående avsnitt kan tillgodoses med en rad olika typer av fysiska resurser i systemet. Dessa flexibilitetsresurser befinner sig utspridda på olika platser och systemnivå i hela elsystemet, på produktionssidan, användarsidan, och däremellan integrerade i näten. Olika resurser kan bidra till samma nyttoområde. Med rätt förutsättningar kan exempelvis en värmepump för hushåll och ett vätgaslager för stålindustrin båda bidra med flexibilitet för överföringskapacitet, balansering och energi, även om de är mer eller mindre lämpade för vissa nyttor beroende på tillgänglighet, effekt och uthållighet. Till stor del beror bidraget från, och den tillgängliga

¹² Svenska kraftnät, *Strategisk handlingsplan för ökad flexibilitet*, 2023 <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2023/rapport-ru-framjande-av-flex-i-elsystemet---deluppdrag-1.pdf> (Hämtad 2023-11-10)

¹³ Energimarknadsinspektionen, *Flexibilitet i distributionsnäten Ei R2023:05*, 2023 <https://ei.se/download/18.42d391b41872c3dd1d564e0/1680785760065/Flexibilitet-i-distributionsn%C3%A4ten-deluppdrag-3-Ei-R2023-05.pdf> (Hämtad 2023-11-08)

potentialen hos, en given resurs på rollen som resursägaren har och möjliggörande faktorer som kopplar ihop resursägaren och resursen med nyttoområdet.

I Tabell 2 listar vi olika flexibilitetsresurser och markerar de som vi särskilt analyserat i detta uppdrag. Resurserna som analyserats är utvalda delvis efter storlek på flexibilitetsbidrag inom respektive bransch, och delvis för få en palett av resurser från olika typer av aktörer. Fortsatt arbete med industrins allmänna bidrag adresserar vi i avsnitt 3.5 och 4.1.

Tabell 2 Exempel på flexibilitetsresurser indelade efter bransch och typ av flexibilitet. De resurser som analyserats kvantitativt i detta uppdrag är fetmarkerade.

Bransch	Typ av Flexibilitetsresurs	Resurs
Bostäder och service	Efterfrågefleksibilitet	Småskaliga värmepumpar
		Ventilation och kyla
		Gatu- och vägbelysning
	Styrbar produktion	Småskalig elproduktion
Lagring	Småskaliga batterier	
Industri	Efterfrågefleksibilitet	Styrbara processer
		Elektrolysörer¹⁴
		Elpannor
	Lagring	Energilager (värme, batteri, vätgas, etc)
Transport	Efterfrågefleksibilitet	Laddbara personbilar
		Lätta och tunga fordon
		Arbetsmaskiner
	Lagring	Publik och privat laddning med V2G¹⁵
	Efterfrågefleksibilitet och lagring	Sjöfart och hamnar
	Luftfart och flygplatser	
Elproduktion	Styrning av produktion	Vattenkraft
		Kärnkraft
		Kraftvärme
		Storskalig solkraft
		Storskalig vindkraft
Övrigt	Lagring	Storskaliga energilager
	Efterfrågefleksibilitet	Värmepumpar

¹⁴ Styrbarhet i produktion av vätgas kommer med vissa förutsättningar, exempelvis att det finns ett tillgängligt lager, eller att processen är flexibel. Potentialen anses vara så stor att den lyfts ut från andra industriella processer.

¹⁵ Vehicle-to-grid (V2G) är den del av samlingsbegreppet dubbelriktad laddning eller vehicle-to-everything (V2X). Teknik som innebär att bilen exempelvis kan mata en elektrisk apparat (vehicle-to-load, V2L) ett hushåll (vehicle-to-home, V2H) eller i fallet V2G nätet med effekt.

I kapitel 3 beskriver vi mer ingående de resurser som vi gör en uppskattning av potentialen för och hur utvecklingen av deras möjlighet att bidra med flexibilitet kan se ut över tid.

2.3 Möjliggörare för att resurser och behov ska mötas

För att flexibilitetsresurserna som beskrivits i föregående avsnitt ska kunna realiserats och komma till nytta behöver resursägaren få en signal om att det finns ett behov. Resursen behöver också ha möjlighet att svara på signalen. Signalen kan till exempel vara en prissignal. Det gäller att resursägaren får tillräcklig information, har teknisk möjlighet och incitament att ändra sitt uttag eller inmatning i rätt tid. Detta leder till behov av mätning och verifiering av att ändringen också har skett. I det enskilda fallet är det alltså flera faktorer som spelar roll för att resursägaren ska vilja och ha möjlighet att erbjuda sin flexibilitet. Sådana faktorer kallas i fortsättningen i denna rapport *möjliggörare*. En möjliggörare för flexibilitet är de marknader, mekanismer, funktioner, processer och aktörer som kan bidra till att flexibilitet ska realiserats på ett effektivt sätt givet att de ges incitament till att agera.

I redovisningen av deluppdragen i april 2023 lyfte vi fram ett stort antal så kallade möjliggörare och många av de åtgärder som presenterades var riktade till möjliggörare i form av till exempel elhandlare, marknadsplatser, produkter, smart styrning, nätägare, med mera. I tabellen nedan sammanfattas funktionen hos några av de viktigaste möjliggörarna för flexibilitet.

Tabell 3 Möjliggörare

Möjliggörare	Funktion
Marknadsplatser och produkter	Matchar utbud och efterfrågan, möjliggör för prisbildning och prissignaler. Utformningen av produkter specificerar behovet. Publicering av marknadsutfall och övriga data ger information och incitament till aktörerna.
Elhandlare och aggregatorer	Mellanhand mellan marknadsplatser och resursägare. Kan erbjuda kundinformation, smart styrning och en möjlighet att svara på prissignaler och därmed även möjlighet för mindre resursägare att delta på marknader.
Effektiv styrning, mätning och avräkning	Möjliggör och förenklar ett effektivt deltagande för aktörer med mindre aggregerade resurser i flexibilitet. Möjliggör en precis styrning och rätt ersättning för levererade tjänster.
Nätägaren och villkor för nätnyttjande och anslutning	En effektiv utformning av villkor för anslutning och nätnyttjande, exempelvis genom tariffen, kan ge korrekta prissignaler och därmed incitament att vara flexibel i sin inmatning eller uttag från nätet. En effektiv process för anslutning till nätet kan ge förutsättningar för ett mer effektivt nyttjande av nätet.
Resursägarens kunskap om flexibilitet	Allt från hushållskunder till industriella aktörer har större chans att bidra med flexibilitet om de har kunskap om vilken nytta deras resurs kan bidra med och hur de kan gå till väga för att bidra.
Styrmedel som främjar investeringar i flexibla resurser	Stödsystem som till exempel stöd för energilager, elbilsaddare, värmepumpar kan möjliggöra fler tillgängliga flexibilitetsresurser

Grossistmarknaden för el är en viktig möjliggörare för flexibilitet. Marknaden möjliggör för prisbildning och korrekta prissignaler genom att utbud och efterfrågan matchas. Utformningen av en marknads handelsprodukter är särskilt viktig för att matcha både behovet hos den aktör som köper produkten och förutsättningarna för den aktör som vill bjuda in sin resurs på marknaden. Elmarknaden är indelad i olika delmarknader som tillsammans bidrar till att säkerställa en effektiv användning av resurser på kort och lång sikt. I Tabell 4 syns vilken delmarknad eller annan avtalslösning som hanterar respektive behov och nytta av flexibilitet.

Tabell 4 Marknadsplatser och bilaterala lösningar

Behov/Nytta	Marknadsplatser och bilaterala lösningar
Flexibilitet för energi	Dagen före-marknaden Intradagsmarknaden Finansiella marknaden Bilaterala avtal
Flexibilitet för balansering	Balansmarknaden: FCR aFRR mFRR
Flexibilitet för överföring	Lokala flexibilitetsmarknader Mothandel/omdirigering som avhjälpande åtgärder Särskild upphandling Villkorade anslutningsavtal

På en övergripande nivå kan marknadens funktion beskrivas med:

- Att skapa långsiktiga investeringssignaler.
- Att skapa effektiva avrop och användning av existerande resurser.
- Att säkerställa en effektiv och säker systemdrift.

Genom att marknadspriser speglar marginalkostnader ges investeringssignaler till marknadens aktörer som underlag för investeringsbeslut. Även om vi för närvarande ser investeringar, i till exempel batterilager som siktar på att leverera till stödtjänstmarknaderna, är det viktigt att fortsatt säkra att kortsiktiga och långsiktiga prissignaler når fram till aktörerna för att stimulera ytterligare investeringar.

De flesta förbrukare av el handlar inte direkt på grossistmarknaderna, utan avtalar med en elhandlare om sin förbrukning. Elhandlaren har därför en viktig roll i att vidareföra prissignaler till kunder. De senaste åren har allt fler elhandlare börjat erbjuda olika digitala verktyg för konsumenter att hålla koll på elpriset, sin elförbrukning och även i viss mån styra förbrukningen. Aggregatorer är en annan aktör som agerar som mellanhand och är en möjliggörare för flexibilitet. En

leverantör av aggregeringstjänster kan samla flera mindre resurser från hushåll eller andra anläggningar och tillhandahålla dem för budgivning på elmarknaden (grossist- och balansmarknad) och lokala flexibilitetsmarknader. För att aggregering ska fungera effektivt är det även viktigt att rätt förutsättningar finns för smart styrning, exempelvis gemensamma eller standardiserade kommunikationsprotokoll. Även metoder för mätning och avräkning är viktiga möjliggörare då de ger förutsättningar för att leverans av en tjänst ska gå att verifiera och att rätt ersättning ska kunna ges.

Nätföretagen har också en roll som möjliggörare för flexibilitet. Genom elnätstariffen och särskilt effektbaserade sådana kan nätföretagen ge korrekta prissignaler och därmed incitament att vara flexibel i sin inmatning eller uttag från nätet. Även utformningen av processen och villkoren för anslutning till nätet kan ge förutsättningar för ett mer effektivt nätnyttjande.

Kunskap är även en viktig möjliggörare. Genom att resursägare, allt från hushåll till stora industrier, har kunskap om sin flexibilitetspotential får de bättre förutsättningar att fatta beslut om hur de vill realisera sin potential.

Olika stödssystem eller andra åtgärder som ökar incitamentet för att elanvändare investerar i flexibilitetsresurser är också möjliggörare för ökad flexibilitet.

3 Uppskattning av flexibilitet som kan möjliggöras till vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031

2023-12-15

2022-102604-0033

I föregående kapitel presenterade vi vilka behov och nyttor flexibilitet kan användas till, olika typer av flexibilitetsresurser, samt viktiga möjliggörare för att realisera potentialen för flexibilitet. I detta kapitel presenterar vi vår analys av elsystemets behov av och potential för flexibilitet under vintrarna 2023/2024, 2025/2026, 2030/2031. I rapporten från deluppdrag 5 *Främjande av ett mer flexibelt elsystem*¹⁶, delredovisningen av detta uppdrag, gjordes en uppskattning av den flexibilitet som kan möjliggöras och finnas tillgänglig i Sverige under vintern 2023/2024.

Till denna rapport har vi utvecklat ett nytt tillvägagångssätt för att bedöma behovet och potentialen av flexibilitet och använt det för att göra en fördjupad bedömning. Därför har vi valt att inkludera en metodbeskrivning i detta kapitel. Diskussion av resultaten finns i avsnitt 3.5. Modeller och indata från exempelvis prognoser innehåller som alltid osäkerheter varför resultaten kan anses vara indikativa och tolkas med viss försiktighet. Arbetet utgör en grund för kommande möjligheter att både fördjupa sig i och vidga förståelsen för flexibilitet i elsystemet, exempelvis genom mer utförliga känslighetsanalyser.

Uppskattningen av behovet och potentialen inkluderar flexibla resurser inom de två områden som i föregående kapitel benämns *flexibilitet för energi* respektive *flexibilitet för balansering*. När det gäller behov av *flexibilitet för överföring* har vi gjort uppskattningen på nationell nivå för överföring mellan svenska elområden¹⁷.

3.1 Övergripande tillvägagångssätt

För att bedöma potentialen för flexibilitet inom områdena energi och balansering har följande tillvägagångssätt använts:

¹⁶ Energimarknadsinspektionen, *Främjande av ett mer flexibelt elsystem Ei R2023:06*, 2023 <https://ei.se/download/18.42d391b41872c3dd1d564e5/1680785900570/Fr%C3%A4mjande-av-ett-mer-flexibelt-elsystem-deluppdrag-5-Ei-R2023-06.pdf> (Hämtad 2023-11-27)

¹⁷ För att uppskatta det fullständiga behovet av flexibilitet för överföring i Sverige, det vill säga även på regional och lokal nivå, krävs en analys för varje geografisk del av elnätet vilket inte har varit möjligt i detta uppdrag.

kortsiktiga och långsiktiga marknadsanalyser (KMA¹⁸ och LMA¹⁹), som tas fram kontinuerligt. I KMA och LMA används i sin tur data från Energimyndighetens kortsiktiga prognoser²⁰ och långsiktiga scenarier²¹. Tabell 5 och Tabell 6 visar referensscenariot för Sveriges elanvändning och installerad produktionskapacitet för respektive kraftslag.

Tabell 5 Scenarier för Sveriges elanvändning (TWh/år).

TWh/år	2023	2024	2025	2026	2030
Nätförluster	11,2	11,6	12,1	13	14,6
Elfordon	1,7	2,2	3,6	4,3	7
Serverhallar	2	2,8	4	4,8	5
Industri	51,5	55,3	62	68,7	112,3
Hushåll/service/transport	77,2	76,7	75,5	75,6	73,1
Total	144	149	157	167	212

Tabell 6 Produktionskapacitet (GW) i Sverige per kraftslag och år.

Kraftslag	2023	2024	2025	2026	2030
Vattenkraft	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
Kärnkraft	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
Vindkraft	13,3	14,6	15,9	17,3	22,9
Solkraft	2,3	2,8	3,3	4,1	7,6
Termisk	4,6	4,7	4,7	4,7	4,6
Total	43,5	45,3	47,1	49,4	58,3

3.1.2 Elmarknadsmodell

Svenska kraftnäts elmarknadsmodell, EMPS, har använts för att simulera elmarknaden. Modellen simulerar dagen före-marknaden med timupplösning och antar att aktörerna har fullständig information (så kallad perfect foresight) om väderförhållanden, hydrologiskt inflöde och förbrukning för varje timme under året. För att beakta eventuella meteorologiska variationer simuleras elmarknaden för varje simuleringsår med olika väderår. Elmarknadssimuleringen visar balans mellan utbud och efterfrågan vid lägsta elpris, vilket representerar ett optimalt utfall för produktion, lagring, import, export och flexibilitet.

¹⁸ Svenska kraftnät, *Kortsiktig marknadsanalys 2022*, 2022. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2022/kortsiktig-marknadsanalys-2022.pdf> (Hämtad 2023-11-21)

¹⁹ Svenska kraftnät, *Långsiktig marknadsanalys 2021*, 2021. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/langsiktig-marknadsanalys-2021.pdf> (Hämtad 2023-11-21)

²⁰ Energimyndigheten, *Kortsiktiga prognoser*, senast uppdaterad 2023-06-26. <https://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/kortsiktiga-prognoser/> (Hämtad 2023-11-21)

²¹ Energimyndigheten, *Långsiktiga scenarier*, senast uppdaterad 2023-03-13, <https://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/langsiktiga-scenarier/> (Hämtad 2023-11-21)

Flexibilitet i elmarknadsmodellen

Efterfrågefleksibilitet har lagts in i modellen med tre prisnivåer för nedreglering av elanvändningen. Prissättning och volym på nedregleringen har baserats på dagens priselasticitet på efterfrågekurvan för systempriset. När elpriset i simuleringen når dessa nivåer aktiveras efterfrågefleksibilitet. Det innebär att en viss del av elanvändningen justeras ned i modellen för att simulera att elanvändningen minskar. Detta skulle kunna vara hushållskunder eller en industri som minskar sin elanvändning när elpriserna blir för höga. Elprisnivåerna för referensscenariot visas i Tabell 7. För flexibilitetsscenarioet behålls samma prisnivåer, men flexibilitetsvolymerna ändras enligt uppskattad data från steg 2 i analysen.

Tabell 7 Prisnivåer för aktivering av antagen efterfrågefleksibilitet (MW)

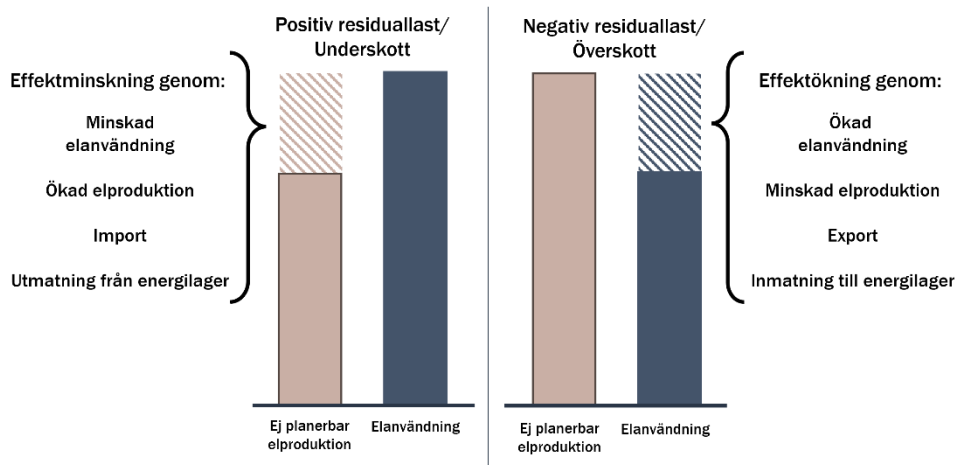
	Pris [euro/MWh]	2023-2026	2030
Nivå 1	50-200	101	207
Nivå 2	200-300	42	207
Nivå 3	300-500	111	207
	Totalt	254	621

3.2 Steg 1 – Analys av behoven av flexibilitet

Elsystemets flexibilitet kan i stort sett definieras som förmågan att kontinuerligt balansera variationer i *residuallast* vid alla tidpunkter. Flexibilitetsbehovet kan därmed kvantifieras genom att analysera residuallasten. Med residuallast avses skillnaden mellan elanvändning och icke-planerbar elproduktion så som vind-, sol- och strömkraft (vattenkraft utan magasinering). Med andra ord definieras residuallasten som den kvarstående last som behöver hanteras av planerbar elproduktion och flexibilitet i elsystemet, inklusive reglerkraft och import/export inom och utanför de fyra svenska elområdena. Figur 4 visualiserar residuallasten²². Ökad variation i residuallasten innebär ett större behov av planerbar elproduktion och resurser som kan bidra med flexibilitet, så som reglerbar elproduktion, efterfrågefleksibilitet, energilagring samt import/export. På samma sätt innebär en platt eller jämn residuallast att det inte finns ett behov av flexibla resurser eftersom det inte finns något behov av att reglera produktionen eller elanvändningen för en platt kurva. Den kvarvarande elanvändningen kan då täckas av elproduktion eller elanvändning med konstant effekt (så kallad baskraft/baslast).

²² Denna visualisering av residuallasten gäller oavsett om residuallasten är positiv eller negativ i absoluta termer, eller om den är positiv eller negativ i förhållande till ett givet tröskelvärde.

Figur 4 Visualisering av residuallast (streckad volym), samt vilka lösningar som kan bidra till att reducera en positiv respektive negativ residuallast. Källa: EEA, ACER²³



3.2.1 Två metoder används för att analysera behoven

Det första steget i det övergripande tillvägagångssättet är att analysera behovet av flexibilitet. Huvudsyftet med att kvantifiera flexibilitetsbehovet är att identifiera förändringen i behov av flexibla resurser för balanstjänster samt flexibla resurser med tillräcklig uthållighet för att tillgodose dygns-, vecko- samt säsongsvariationer genom priselastiska bud på dagen före- och intradagmarknaderna. Baserat på europeiska studier på området ^{24 25 26 27}, har det framtida flexibilitetsbehovet för Sverige analyserats med två kompletterande metoder, metod A och metod B. Dessa metoder kompletterar varandra genom att de uppskattar behovet av flexibilitet utifrån olika tidsskalor.

Metod A analyserar och kvantifierar variabiliteten i residuallasten, som förklarades ovan, för olika tidsskalor så som dagar, veckor och säsong. Den andra behovsanalysen, metod B, fokuserar i stället på den flexibilitet som behövs för att täcka skillnaden mellan marknadsutfallet från dagen före-marknaden, intradagsmarknaden och det faktiska utfallet av väderberoende produktion och förbrukning. I metod B kvantifieras behovet av flexibilitet utifrån prognosfelet som

²³ EEA, ACER, *Flexibility solutions to support a decarbonised and secure EU electricity system*, 2023. https://www.acer.europa.eu/Publications/EEA-ACER_Flexibility_solutions_support_decarbonised_secure_EU_electricity_system.pdf (Hämtad 2023-11-21)

²⁴ Elia, *Adequacy & flexibility study for Belgium (2024-2034)*, 2023. https://issuu.com/eliagroup/docs/adequacy_flexibility_study_for_belgium_2024-2034?fr=sOTBhNDYxOTUwMTY (Hämtad 2023-11-21)

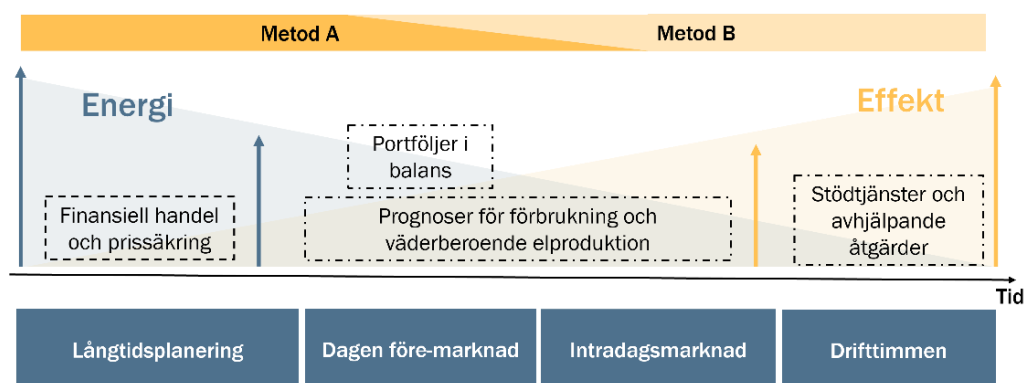
²⁵ European Commission, METIS *Mainstreaming RES - Flexibility portfolios*, 2017. https://euneighbourseast.eu/wp-content/uploads/2021/07/mj0119583enn.en_.pdf (Hämtad 2023-11-21)

²⁶ European Commission, METIS, *Optimal flexibility portfolios for a high-RES 2050 scenario*, 2018. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f26e4340-67fd-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-96288622> (Hämtad 2023-11-21)

²⁷ Koolen, D., De Felice, M. and Busch, S., *Flexibility requirements and the role of storage in future European power systems*, EUR 31239 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, ISBN 978-92-76-57363-0, doi:10.2760/384443, JRC130519. [JRC Publications Repository - Flexibility requirements and the role of storage in future European power systems \(europa.eu\)](https://publications.jrc.ec.europa.eu/publication/?id=JRC130519) (Hämtad 2023-11-21)

uppstår under leveransdagen. Figur 5 illustrerar hur resultaten från metod A och metod B förhåller sig till elmarknaden och dess olika tidsramar (dagen före-, intradag- och balansmarknader). I kapitel 2 beskrivs detta som *flexibilitet för energi* och *flexibilitet för balansering*. I bilaga 2 finns en mer utförlig metodbeskrivning.

Figur 5 Sambandet mellan resultaten från metod A och metod B i förhållande till elmarknaden och dess olika tidsramar (dagen före-, intradag- och balansmarknader)



Det är viktigt att notera att analysen i denna rapport studerar flexibilitet under "normala" elmarknadsförhållanden och inte under förhållanden med risk för effektbrist. I scenarierna finns redan tillräcklig produktionskapacitet och deras effekttillräcklighet har analyserats i tidigare studier^{28 29 30}. I stället har vi i denna analys kvantifierat de existerande variationerna i scenarierna, genom att analysera residuallasten. Ett resultat med fler variationer innebär ett högre behov av flexibilitet eftersom de befintliga planerbara resurserna som finns för att möta residuallasten behöver reglera på dags-, vecko- och säsongsnivå. Om de planerbara resurserna skulle reglera mindre skulle de i stället kunna vara tillgängliga för att svara på störningar.

3.2.2 Resultat av metod A

För att genomföra analysen i metod A har nyckeltal för tre tidsskalor använts. Beräkningen av nyckeltalen har tidigare använts i publicerade studier^{31 32 33} och är

²⁸ Svenska kraftnät, *Kortsiktig marknadsanalys 2022*, 2022. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2022/kortsiktig-marknadsanalys-2022.pdf> (Hämtad 2023-11-21)

²⁹ Svenska kraftnät, *Långsiktig marknadsanalys 2021*, 2021. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/langsiktig-marknadsanalys-2021.pdf> (Hämtad 2023-11-21)

³⁰ Svenska kraftnät, *Kraftbalansen på den svenska elmarknaden 2023*, 2023. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2023/kraftbalansen-pa-den-svenska-elmarknaden-rapport-2023.pdf> (Hämtad 2023-11-21)

³¹ European Commission, *METIS Mainstreaming RES - Flexibility portfolios*, 2017. <https://euneighbourseast.eu/wp-content/uploads/2021/07/mj0119583enn.en.pdf> (Hämtad 2023-11-21)

³² European Commission, *METIS, Optimal flexibility portfolios for a high-RES 2050 scenario*, 2018. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f26e4340-67fd-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-96288622> (Hämtad 2023-11-21)

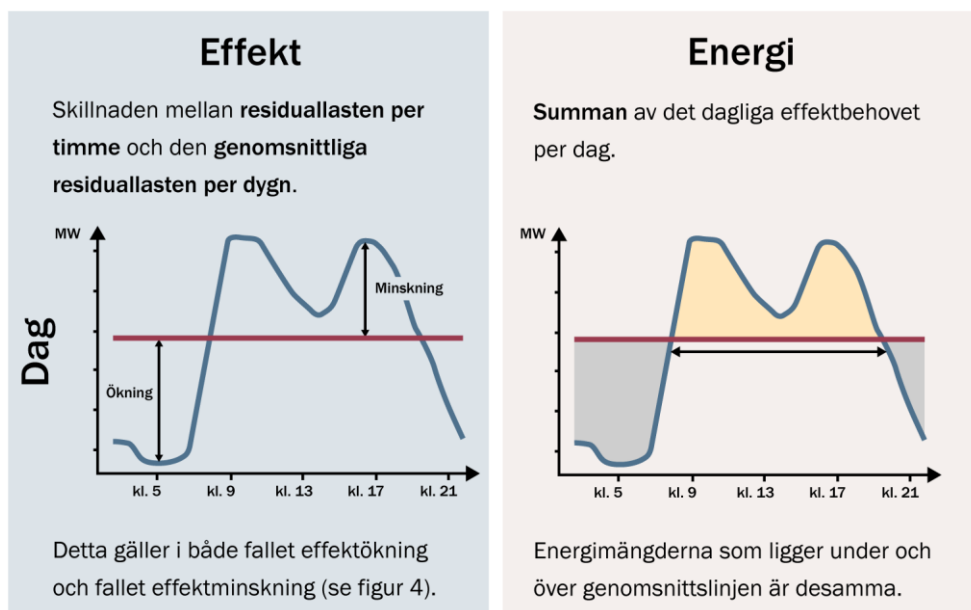
³³ EEA, ACER, *Flexibility solutions to support a decarbonised and secure EU electricity system*, 2023. https://www.acer.europa.eu/Publications/EEA-ACER_Flexibility_solutions_support_decarbonised_secure_EU_electricity_system.pdf (Hämtad 2023-11-21)

baserade på antagandet att en platt eller jämn residuallast inte kräver några flexibla resurser. I och med detta kan flexibilitetsbehoven kvantifieras för tre olika tidskalor: dagliga, veckovisa och säsongsvisa behov.

Dygnsbehoven av flexibilitet påverkas främst av dygnsvariationen i efterfrågan och väderberoende elproduktion, primärt av solkraftproduktion under den ljusa delen av året. Veckobehoven av flexibilitet drivs i sin tur främst av vindförhållanden, temperaturberoende elanvändning och variationer i efterfrågan mellan vardagar och helgdagar. På års- och säsongsnivå drivs flexibilitetsbehoven till största del av en kombination av sol- och vindförhållanden, säsongsvariationer i efterfrågan samt tillrinning till vattenkraftens reservoarer. Efterfrågan på el påverkas till stor del av temperaturen och mänskliga beteendemönster.

Inom varje tidsram kvantifieras både effekt- och energibehov. Generellt representerar resultaten mängden effekt/energi som måste flyttas inom varje tidsskala för att uppnå en platt residuallast. I Figur 6 förklaras hur nyckeltalet beräknas på daglig nivå. Nyckeltalet på veckonivå beräknas på samma sätt men genom att titta på skillnaden mellan en genomsnittlig dag och en genomsnittlig vecka. Nyckeltalet på säsongsnivå beräknas genom att titta på skillnaden mellan en genomsnittlig vecka och hela genomsnittet för en vinter. Nyckeltalen och utgångspunkten *genomsnittlig* residuallast (som är det tröskelvärde till vilket variationerna kvantifieras) är viktiga för förståelsen av resultaten i steg 1 och 3. I bilaga 2 förklaras de uträknade nyckeltalen mer i detalj.

Figur 6 Residuallastprofiler över ett typiskt vinterdygn (per timme). Det vänstra diagrammet visar profilen tillsammans med exempel på genomsnittligt effektbehov medan det högra diagrammet visar summan av energi som måste flyttas över tidskalan för att uppnå en platt residuallastkurva



Flexibilitetsbehoven beräknas för varje elområde³⁴ och på riksnivå för Sverige för var och en av de analyserade vinterperioderna³⁵. Eftersom tidsserien för en vinterperiod omfattar många timmar, dagar och veckor, består resultaten av en fördelning av värden för effekt- och energibehov. För att fånga majoriteten av flexibilitetsbehoven för Sverige visar resultaten nedan de 95:e percentilvärdena (visade i staplarna) tillsammans med 99:e percentilen (visade med marginaler)³⁶.

Det blir skillnad på slutresultaten om analysen görs på riksnivå från början eller om analysen först görs per elområde och sedan summeras på riksnivå. När analysen görs på riksnivå från början är antagandet att det finns oändlig överföringskapacitet, det vill säga att det inte finns några begränsningar för överföring, mellan elområden. När analysen först görs per elområde är antagandet att det inte finns någon överföringskapacitet mellan dem. Verkligheten ligger någonstans mellan dessa två antaganden³⁷. I figurerna Figur 7 och Figur 8 visas resultatet för fallet med oändlig överföringskapacitet som staplar med svart kontur och fallet utan överföringskapacitet som färgade staplar med marginaler.

Figur 7 visar behovet av minskning och ökning av effekt för Sverige per vinter. Generellt kan ses att behoven av både minskad och ökad effekt stiger från vintern 2023/2024 till vintern 2030/2031. Genom att summera behoven för effektminskning

³⁴ Resultat för varje elområde visas i Bilaga 2

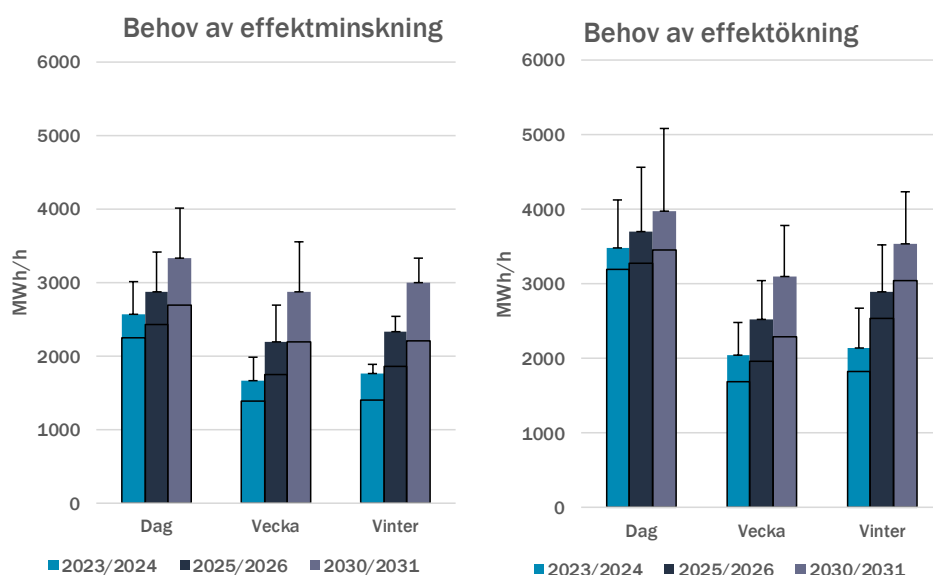
³⁵ Vinterperioden är definierad från den 15 november till den 15 mars och de analyserade vinterperioderna är 2023/2024, 2025/2026 samt 2030/2031.

³⁶ I statistiska fördelningar representerar den n-te percentilen värdet under vilket n procent av datan faller. Till exempel representerar den 95:e percentilen det värde under vilket 95 procent av datan finns, medan den 100:e percentilen representerar det högsta värdet i datan

³⁷ För att implementera detta måste dock en fullständig analys av residuallasten i grannländerna göras

respektive effekttökning erhålls information om den totala mängden effekt som behövs på daglig, veckovis och säsongsnivå. Resultaten visar att det under vinterperioden 2023/2024 i genomsnitt behövs en effektminskning på 2 570 MWh/h och en effekttökning på 3 480 MWh/h för att uppnå en jämn residuallast. Detta kan jämföras³⁸ med faktiska utfall från föregående vinterperiod 2022/2023 då behovet var 2 400 MWh/h för effektminskning och 3 300 MWh/h för effekttökning, behovet mellan innevarande och föregående vinterperiod har alltså inte förändrats nämnvärt. Mellan 2023/2024 och 2030/2031 ökar de totala effektbehoven med 20 procent, 60 procent och 68 procent på daglig, veckovis respektive säsongsnivå. Även i fallet där oändlig överföringskapacitet antas ökar effektbehovet med likvärdig trend men på cirka 10 procent lägre genomsnittlig nivå.

Figur 7 Flexibilitetsbehov för effekttökning och effektminskning i Sverige för vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031. Färgade staplar visar 95:e percentilvärdena och marginalerna visar 99:e percentilen



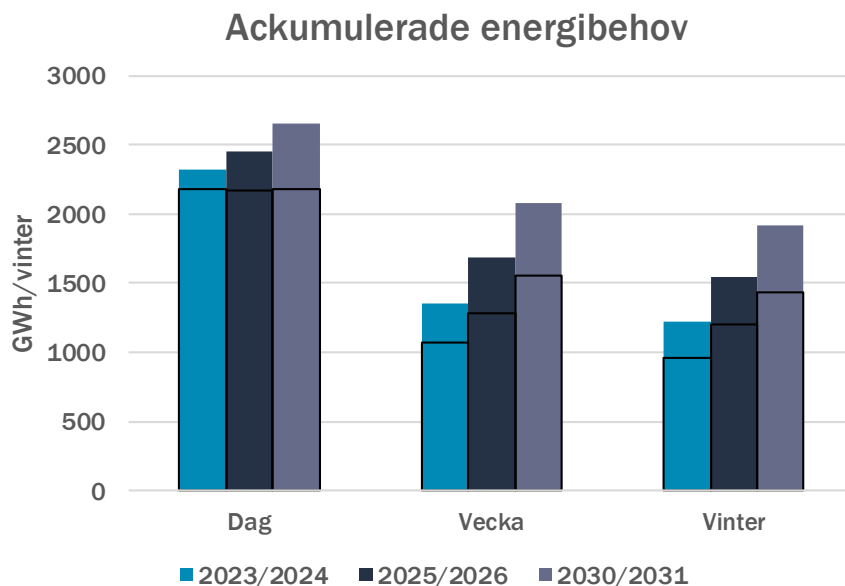
Mängden energi som behöver flyttas inom varje vinterdag och varje vintervecka visas i bilaga 2. Generellt ökar energibehoven för båda tidskalor, men med en tydligare ökning på veckonivå.

Figur 8 visar de ackumulerade energibehoven för varje tidskala för hela säsongen (det vill säga på dagsnivå de sammanlagda timmarnas behov av flexibel energi, på veckonivå de sammanlagda dagarnas behov, och på säsong de sammanlagda veckornas behov). De totala dagliga variationerna ökar med 14 procent mellan

³⁸ Det är viktigt att komma ihåg att det inte alltid ger helt intuitiva resultat när man jämför ett faktiskt utfall med en modellering. Modelleringsresultaten visar i detta fall ett genomsnitt av ett stort antal timmar och väderår medan utfallet för 2022/2023 endast visar ett specifikt år (med ett väderår).

2023/2024 och 2030/2031. De veckovisa och säsongsvisa behoven ökar med 54 procent och 57 procent.

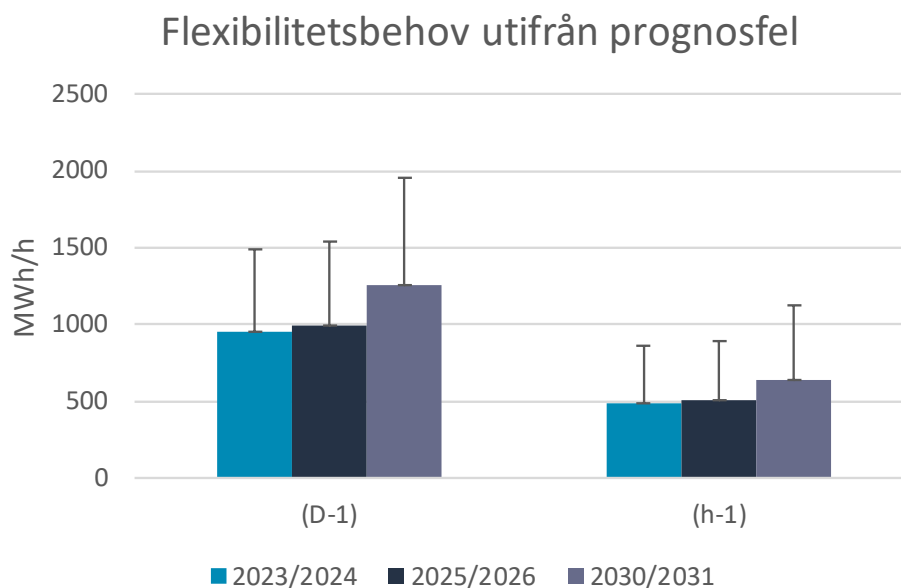
Figur 8 Ackumulerade flexibilitetsbehov för energi för alla dagar och veckor under vintersäsongen



3.2.3 Resultat av metod B

Flexibilitetsbehovet utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen föremarknadens stängning (D-1) samt vid intradagmarknadens stängning (h-1) illustreras i Figur 9 genom att visa staplarna för 95:e percentilvärdena tillsammans med 99:e percentilen med marginaler. Resultaten visar att behovet av flexibilitet utifrån prognosfelet i residuallasten kommer att öka fram till 2030 både för prognosfelet efter intradagmarknadens stängning (h-1) och efter att dagen föremarknaden stängs (D-1). Detta flexibilitetsbehov kan justeras av aktörerna genom handel på intradagmarknaden. Prognosfelet efter intradagmarknaden (h-1) kan endast hanteras med balansmarknaden. Från vintern 2023/2024 till 2024/2025 ökar behovet med 4 procent medan behovet från vintern 2023/2024 till 2030/2031 ökar med 25 procent. Detta visar på ett ökat behov av balanstjänster i framtiden.

Figur 9 Flexibilitetsbehovet utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen före-marknadens stängning (D-1) samt vid intradagmarknadens stängning (h-1). Färgade staplar visar 95:e percentilvärdena och marginalerna visar 99:e percentilen



Prognosfelet efter dagen före-marknadens stängning (D-1) är behovet av flexibilitet som kan hanteras genom att aktörerna justerar sin handel på intradagmarknaden. Om inte aktörerna justerar sina portföljer behöver Svenska kraftnät hantera detta med ytterligare balansjänster. Resultaten visar på ett ökat behov av handel på intradagmarknaden fram till 2030, procentuellt ökar behovet inom samma storleksordning, med 25 procent.

Flexibilitetsbehovet utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen före-marknadens stängning samt vid intradagmarknadens stängning har också analyserats ingående per elområde. Resultaten visar på en ökning av flexibilitetsbehovet i alla elområden både vid dagen före-marknadens stängning (D-1) och vid intradagmarknadens stängning (h-1) men främst i SE1, SE3 och i SE4 även om det skiljer sig mellan de olika tidsskalorna. Resultat av analysen per elområde visas i bilaga 2.

Övergången till kvartshandel och en senare stängning av intradaghandeln kommer att öka möjligheten för aktörerna att planera och justera sina portföljer innan balansmarknaden, något som förväntas leda till att behovet av balansjänster dämpas. Åtgärderna innebär en förändring i när i tid flexibilitetsbehovet kan hanteras, men däremot kommer det fysiska flexibilitetsbehovet utifrån prognosfelet inte att förändras. Detta är inget som analyserats eller beaktats i den här studien.

3.3 Steg 2 – Uppskattning av olika resursers tillgängliga flexibilitetspotential

I detta avsnitt redogörs för analysens andra steg och uppskattningen av de utvalda resursernas Tabell 2 tillgängliga flexibilitetspotential. De utvalda resurserna inkluderar: värmepumpar, värme och kyla samt ventilation, gatu- och vägbelysning, produktion av vätgas, laddbara personbilar, dubbelriktad laddning (vehicle-to-grid) och batterier. Flexibla resurser kan ha olika förmågor och användas på olika sätt genom att de till exempel har olika lång uthållighet och/eller tillgänglighet. För att kunna jämföra resurserna med varandra har vi i denna rapport uppskattat den potential som kan tillgängliggöras under minst en timme, exempelvis topplastimmen, med olika givna antaganden för vintrarna 2023/2024, 2025/2026 samt 2030/2031.

3.3.1 Resurser och deras flexibilitetspotential

Uppskattningen av flexibilitetspotentialen utgår från Energimyndighetens officiella statistik, elanvändning från SCB, temperaturdata från SMHI, fordonsdata från Trafikanalys, data från Skatteverkets avdrag för grön teknik, kommunikation från marknadsaktörer samt en marknadsundersökning och kartläggning av vätgasprojekt genomfört av Sweco på uppdrag av Energimyndigheten. I bilaga 2 beskrivs de antaganden som gjorts tillsammans med källor för varje resurskategori mer ingående.

En viktig aspekt är att resurser normalt sett har en viss uthållighet och återhämtningstid. Denna uthållighet kopplar ofta till faktorer bortom elsystemet, och beror på både fysiska begränsningar hos resursen och omständigheter kring användningen av resursen. Detta beskrivs övergripande nedan för respektive kategori av resurser tillsammans med uppskattning av tillgänglig potential. Återhämtningstid är inget som uppskattats i detta avsnitt.

Värmepumpar i bostäder och lokaler

Smart styrning av värmepumpar var ett av fokusområdena i deluppdrag 4³⁹ som Energimyndigheten och Swedac rapporterade i april 2023 då de identifierats som en stor flexibilitetspotential bland hushållen. Befintlig teoretisk flexibilitetspotential av värmepumpar i hushåll vintertid har tidigare bland annat uppskattats av Energimarknadsinspektionen⁴⁰. Denna teoretiska potential motsvarar den teoretiska effekten hos installerade apparater och förutsätter att i princip alla styr sina värmepumpar samtidigt vilket inte är realistiskt.

³⁹ Energimyndigheten, *Smart styrning av elanvändning*, ER 2023:13, <https://www.energimyndigheten.se/496615/contentassets/6e9cf812401549158e5739fd259ce8e5/slutredovning-av-deluppdrag-4.pdf> (Hämtad 2023-11-10)

⁴⁰ Energimarknadsinspektionen, *Åtgärder för ökad efterfrågeflexibilitet i det svenska elsystemet*, 2016 <https://www.ei.se/download/18.d4c49f01764cbd606218b36/1608307256769/%C3%85tg%C3%A4r> (Hämtad 2023-11-28)

I deluppdrag 4 konstaterades att större delen av befintligt bestånd inte är uppkopplade, att det oftast inte finns elmätare i värmepumpen och att värmepumparna drivs med tillverkarspecifika kommunikationsprotokoll. Av den anledningen finns det en betydande skillnad mellan den teoretiska potentialen och den realiserbara. Vi har därför uppskattat att endast en viss andel av det totala beståndet värmepumpar i bostäder och lokaler är styrbara samt att en andel av dessa styrbara värmepumpar inte används flexibelt trots att tekniken tillåter det, exempelvis på grund av fastprisavtal. Andelen styrbara värmepumpar förväntas öka med tiden i takt med att gamla värmepumpar byts ut till nya, och andelen som har incitament att använda sin värmepump flexibelt förväntas öka i takt med att fler får ett ekonomiskt incitament att göra så.

Sammantaget uppskattas att en femtedel av den normalt använda kapaciteten⁴¹ hos värmepumpar är tillgänglig och realiserbar en godtycklig vintertimme år 2025, vilket ger ett bidrag om drygt 400 MWh/h, och att den stiger till hälften av den totala kapaciteten år 2030 vilket motsvarar cirka 1 300 MWh/h.

För värmepumpar leder neddragen effekt till minskad värmeenergi, en energi som är trög och därför möjliggör en viss fördröjning innan värmepumpen måste slås på igen. Då kan något högre effekt behövas (återhämtning) som kompensation för att återställa temperaturen till önskat läge varpå normal drift sedan återupptas. Uthålligheten för värmepumpar förväntas normalt kunna vara en eller några timmar utan att effektbidraget behöver minska.

Värme och kyla samt ventilationsanläggningar och kyllager inom livsmedelsindustrin, byggnader och datacenter

Värme och kyla samt ventilation var också ett av fokusområdena i deluppdrag 4. Potentialen för efterfrågeflexibilitet bedöms relativt god av flera anledningar. Kunskapen om elanvändning och tekniken för styrning är till viss del redan etablerad och kommersialiserad. Aktörerna äger dessutom relativt stora resurser och uppskattas tillsammans stå för cirka 10 procent av elanvändningen inom bostäder och service. Flexibilitetspotentialen för dessa anläggningar uppskattas således i hög grad bero på styrbarheten, vilken antas öka med tiden i takt med att ny teknik installeras eller fler aktörer väljer att använda styrningen för flexibilitetsbehov.

Sammantaget antas att cirka en tiondel av installerad effekt av elanvändningen inom värme och kyla, ventilation för bostäder och lokaler samt kyllager inom livsmedelsbranschen kommer kunna bidra till flexibilitet 2025 vilket motsvarar cirka 50 MWh/h, och framåt 2030 antar vi att hälften av den installerade effekten

⁴¹ Normalt använd avser antagande om dygnslastprofil, ej maximal effekt hos värmepumpen.

kommer styras och därför kunna användas flexibelt vilket ger oss uppskattningen cirka 200 MWh/h.

För datacenter antas en högre grad styrbarhet i elanvändningen motsvarande en fjärdedel redan 2025 vilket innebär cirka 15 MWh/h i tillgänglig flexibilitetspotential. Styrbarheten antas sedan öka till hälften av kapaciteten 2030 vilket motsvarar cirka 40 MWh/h.

För värme och kyla inom bostäder och lokaler är elanvändningen kopplad till användningen av utrymmena, medan kylager för livsmedelsindustrin och kylning i datacenter i högre utsträckning har en jämnare lastprofil. Uthålligheten för dessa system uppskattas vara av samma storleksordning som värmepumpar, en eller någon enstaka timme vid samtidig användning av lokalerna, eller i övrigt längre om inte den normala lastprofilen redan är anpassad till en lägre energianvändning. För ventilation är faktorer som exempelvis antalet personer i lokalerna, eller krav på renhet eller fukthalt i luften, avgörande för uthålligheten.

Gatu- och vägbelysning

Gatubelysning i stadsmiljö och vägbelysning står för en förhållandevis liten potential för flexibilitet sett till storleken på energianvändningen eftersom gatubelysning är viktig för en säker stad. Försök har gjorts i Göteborg⁴² och en mindre neddimring av ljuset kan ändå göras och blir då en resurs som kan vara lätt att realisera, eftersom offentlig förvaltning själva kan styra belysningen.

Vi har antagit att maximalt 4 procent av elanvändningen till offentlig belysning kommer kunna realiseras som flexibilitet den givna timmen 2025 vilket motsvarar ett par MWh/h. I takt med ökade incitament och ökad styrbarhet antar vi att andelen kommer öka till 20 procent 2030 vilket i sådana fall innebär en flexibilitetspotential om knappt 10 MWh/h.

Uthålligheten för styrningen av offentlig belysning är inte begränsad, vilket innebär att effektreduktionen kan vara lika lång som den period som belysningen behövs.

Produktion av vätgas med elektrolys

Ett framtida vätgassystem kan sannolikt skapa helt nya nyttor, behov och förutsättningar för elsystemet. I uppdraget att samordna arbete med vätgas i Sverige⁴³ tydliggörs och analyseras vätgasinfrastrukturen och systemens förutsättningar och behov för energilagring och flexibilitet, och i det uppdraget

⁴² Framkom på möte med avstämningsgruppen samt fördjupades vid kontakt med Göteborg Energi 2023-09-27

⁴³ "Uppdrag att samordna arbetet med vätgas i Sverige", dnr KN2023/02715, <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2023/03/uppdrag-att-samordna-arbetet-med-vatgas-i-sverige/> (Hämtad 2023-12-03)

inkluderas förutom vätgas också vätgasderivat. Uppdraget delredovisas i februari 2024.

I detta uppdrag begränsar vi oss till styrning av vätgasproduktion via elektrolys eftersom elektrolysörerna förväntas stå för den enskilt största elanvändningen inom industrin i framtiden⁴⁴, någon gång efter 2040. Tillgång till vätgaslager och andra faktorer ingår emellertid i uppskattningen av flexibilitetspotentialen eftersom de är avgörande för styrningen av elektrolysörerna. I uppskattningen utgår vi från att de flesta projekt som kartlagts kommer till stånd samt att de driftsätts inom den tidsram som planeras för idag. Projekten som ingår i uppskattningen har en totalt installerad kapacitet om cirka 270 MW år 2023 och hela cirka 7 GW år 2030.

Vi har delat upp projekten i fyra olika kategorier med hög, medelhög, låg och osäker kvalitativ flexibilitetspotential. Med kvalitativ potential menas att det är en högre andel (upp till 80 procent med hög priskänslighet) av den installerade kapaciteten som kan frigöras för flexibilitet, samt att flexibiliteten har en längre uthållighet. Projekt med väl uttalade planer på större vätgaslager antas således ha en hög kvalitativ potential. Projekt som planerar mindre energilager, eller av andra skäl har möjlighet till flexibel drift av elektrolysörer antas ha medelhög kvalitativ potential (upp till 80 procent men låg priskänslighet). Projekt där det inte finns planer på vätgaslager, eller där den industriella processen antagits behöva maximera sin drift och där priskänsligheten för el är låg, antas ha låg kvalitativ potential (upp till 24 procent med låg priskänslighet). Osäkra projekt har antagits ha en genomsnittlig kvalitativ potential för flexibilitet baserat på uppskattningar av de tre övriga kategorierna.

Den kvantitativa maximala flexibilitetspotentialen som uppstår vid vätgasproduktion med hög priskänslighet uppskattas till cirka 120 MWh/h år 2025 och ökar till nästan 4400 MWh/h år 2030. I Tabell 8 nedan visas uppskattningarna mellan 2030 och 2050.

⁴⁴ Energimyndigheten, *Energimyndighetens långsiktiga scenarier över Sveriges energisystem 2023*, ER 2023:07 <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=213739> (Hämtad 2023-12-03)

Tabell 8 Kvalitativ och aggregerad kvantitativ potential för efterfrågeflexibilitet hos planerade elektrolysörer. Lågt pris aktiverar resurser med hög priskänslighet*, och vid högre pris är även resurser med låg priskänslighet aktiverade.

Kvalitativ potential	Totalt installerad kapacitet	Kvantitativ flexibilitetspotential (lågt pris)	Kvantitativ flexibilitetspotential (høgt pris)
Hög	2030: 3,0 GW	2030: 1,4 GWh/h	2030: 2,4 GWh/h
	2050: 18,0 GW	2050: 12,9 GWh/h	2050: 14,4 GWh/h
Medelhög	2030: 1,4 GW	2030: 0,1 GWh/h	2030: 1,1 GWh/h
	2050: 2,3 GW	2050: 0,4 GWh/h	2050: 2,0 GWh/h
Låg	2030: 1,4 GW	2030: 0,1 GWh/h	2030: 0,2 GWh/h
	2050: 2,5 GW	2050: 0,2 GWh/h	2050: 0,6 GWh/h
Osäker	2030: 1,2 GW	2030: 0,2 GWh/h	2030: 0,7 GWh/h
	2050: 2,0 GW	2050: 0,6 GWh/h	2050: 1,2 GWh/h

*Olika instegspris antagna för respektive kvalitativ potentialgrupp.

Beroende på typen av vätgasanläggning kan bidraget till flexibilitet se olika ut. Stora vätgaslager kan ha förmågan till energiförflyttningar inom och mellan veckor tack vare dess lagringsmöjligheter vilket blir unikt och kan potentiellt medföra stora möjligheter för framtidens integrerade energisystem. Ett eventuellt vätgasnät kommer på samma vis kunna påverka elsystemet i mycket hög grad. Även relativt små bidrag från mindre flexibla vätgasanvändare kommer att kunna påverka elsystemet i hög utsträckning eftersom den absoluta energimängden och effekten som behövs från näten kommer vara stor. Därför är det särskilt viktigt att incitament finns på plats för aktörerna att bidra med den flexibilitet som går att realisera utifrån den egna verksamhetens möjligheter.

Förnybarhetsdirektivet förtydligar i en delegerad akt från 13 februari 2023 vad förnybar vätgas är. Den ska vara additionell, produceras under rätt timmar samt vara belägen i samma elområde som elproduktionen. Syftet med principen är att inte elpriset ska öka samt att vätgasproduktionen ska stödja utfasningen av fossila bränslen. Detta är bra att komma ihåg långsiktigt men har inte beaktats i den här studien.

Laddbara personbilar

Laddbara personbilar kan komma att stå för merparten av elanvändningen för transportsektorn, cirka 80 procent år 2030⁴⁵. Mellan 2020 och 2030 förväntas elanvändningen för laddbara personbilar öka från cirka 1,1 TWh till cirka 8,5 TWh. Det innebär att flexibilitetspotentialen kommer att öka därefter, i synnerhet eftersom smart styrning av laddning⁴⁶ är något som redan finns, både i bilar och i laddboxar. Eftersom tekniken redan är på plats bedöms de största hindren för

⁴⁵ Se bilaga 2 för referenser.

⁴⁶ Energimyndigheten, *Smart styrning av elanvändning*, ER 2023:13, <https://www.energimyndigheten.se/496615/contentassets/6e9cf812401549158e5739fd259ce8e5/slutredovning-av-deluppdrag-4.pdf> (Hämtad 2023-11-10)

potentialen vara relaterade till andelen resursägare som inte har och/eller agerar på timpris och nättariffen, antingen själva implicit eller via en aggregator.

I uppskattningen har vi antagit att större delen av elanvändningen till laddbara bilar är långsam, exempelvis från hem eller kontor. Utifrån en antagen dygnlastprofil har vi därefter uppskattat maximal potential att reducera sin laddning över en timme samt hur stor andel av de laddbara bilarna som laddas flexibelt utifrån användarens incitament. Andelen bilar som laddas flexibelt antas sedan öka med tiden. Den kvantifierade flexibilitetspotentialen från laddbara personbilar bedöms kunna vara över 100 MWh/h 2025 och öka till cirka mer än 500 MWh/h till år 2030.

En elbil använder inte el direkt från nätet vid den faktiska användningen och uthålligheten för efterfrågefleksibilitet definieras därför av behovet att köra bilen och av vilken lägsta laddningsnivå man kan tillåta batteriet (40 procent brukar antas vara en acceptabel nivå). Om 10–20 procent av batteriets kapacitet förbrukas per dygn vid normal körning får elbilen en uthållighet på 3–6 dygn. Med andra ord är inte effekten hos ett elbilsbatteri definierande för uthålligheten vad gäller flexibel laddning.

Vehicle- to- Grid (V2G)

I omvärldsanalysen om energilagring⁴⁷ som Svenska kraftnät gjorde 2022 beskrevs energilagring i detalj, däribland V2G och stationära batterier. V2G ingår i samlingsbegreppet *dubbelriktad laddning*⁴⁸ och ligger under paraplyet *smart laddning*⁴⁹. För att dubbelriktad laddning ska slå igenom kommersiellt finns ett antal olika typer av pusselbitar som behöver falla på plats. De största utmaningarna bedöms vara kring standardisering, men även vissa ekonomiska och tekniska barriärer finns, och inte minst oro för batterislitage vilket kan påverka garantin från biltillverkarna. På grund av denna breda palett med utmaningar råder stora osäkerheter i bedömningen av hur snabbt etableringen kommer ske, och det är många aktörer som behöver samverka för att potentialen hos laddbara fordon också ska kunna realiseras som V2G.

I detta uppdrag har vi uppskattat att en av femtio laddbara bilar som rullar 2025 kan bidra med V2G, vilket motsvarar cirka 10 MWh/h flexibilitet. Mot 2030 skulle upp mot en av fem laddbara bilar satt på vägarna kunna ha V2G-teknik, vilket möjliggör cirka 200 MWh/h i flexibilitetspotential.

⁴⁷ Svenska kraftnät, *Lagring av el – omvärldsanalys*, 2022. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2022/rapport-ru-energilager.pdf> (Hämtad 2023-11-28)

⁴⁸ AFIR artikel 2.11. *Dubbelriktad laddning*: en smart laddningsfunktion där elflödets riktning kan vändas, så att det går från batteriet till den laddningspunkt som batteriet är anslutet till

⁴⁹ AFIR artikel 2.65. *Smart laddning*: en laddningsfunktion där intensiteten på den elektricitet som överförs till batteriet justeras i realtid, baserat på information som tas emot genom elektronisk kommunikation

För att potentialen ska vara tillgänglig krävs bland annat att bilen står parkerad på en plats som är förberedd för V2G med en standard som passar bilens protokoll. Utvecklingen med standardisering och övriga utmaningar behöver följas för att bättre kunna förfina uppskattningarna. En intressant aspekt av V2G-tekniken är att den hänger samman med efterfrågefleksibilitet från elbilar. På en given signal när en bil avstår laddning kan en bil med V2G-teknik mata in effekt på nätet vilket då kan få dubbel effekt. På längre sikt när V2G i hög grad har penetrerat marknaden kan potentialen mycket väl vara av storleksordningen GWh/h konservativt räknat⁵⁰.

Till skillnad från flexibel laddning är uthålligheten för att mata in effekt på nätet bestämd av taket för produktionsabonnemanget man har hos nätbolaget, alternativt V2G systemets egna maximala effekt, kontra batteriets energilagringsskapacitet.

Småskaliga batterier

Investeringar i småskaliga batterier hos privatpersoner sker framför allt med incitamentet från skatteavdraget för grön teknik, vilket idag är villkorat med egenproduktion av el. Dessa typer av batterier har historiskt sett installerats för att maximera egenanvändningen av solel, men när elmarknadens förutsättningar förändras, med mer variabla elpriser, ändras också användningen av de små batterierna till att skapa större nytta för elsystemet. Framöver kommer fler av dessa batterier troligtvis också aktiveras via en aggregator, vilket kan öka deltagandet på olika marknader och öka lönsamheten ytterligare för hushållet.

Småskaliga batterier bedöms kunna nå en flexibilitetspotential på cirka 50 MWh/h år 2025 kunna fortsätta öka till cirka över 150 MWh/h år 2030.

Uthålligheten för småskaliga batterier bestäms av systemets maximala effekt eller eventuell begränsning i produktionsabonnemang hos nätbolaget kontra batteriets energilagringsskapacitet.

Storskaliga batterier

För att uppskatta potentialen hos storskaliga batterier har vi använt den förkvalificeringsvolym som stora batterier har på Svenska kraftnäts stödtjänstmarknader samt kommunikation från marknadsaktörer som finns tillgänglig för kommande projekt fram till 2025. Vid sammanställning av de referenser som finns kommer den installerade effekten öka till runt 1 GW fram till 2025. Incitament att investera i storskaliga batterier bedöms primärt hittills komma från lönsamheten med deltagande på Svenska kraftnäts stödtjänstmarknader, vilket kan komma att ändras. Vi antar därutöver att en viss del av den installerade

⁵⁰ Se bilaga 2 för antaganden.

kapaciteten är låst för andra tjänster som exempelvis lastbalansering bakom mätaren.

Våra uppskattningar av flexibilitetspotentialen från storskaliga batterier landar därför strax under 1 GWh/h år 2025 och ökar till runt 1,2 GWh/h år 2030.

Många storskaliga batterier designas med ett så kallat C-tal runt 1, vilket innebär att energilagringsskapaciteten räcker till ett maximalt effektuttag som sträcker sig en timme. Uthålligheten för storskaliga batterier blir således under en timme, beroende på om de behöver vara beredda på att användas på annat vis.

Småskalig elproduktion

Eftersom analysen är inriktad på vintrarna de kommande åren görs bedömningen att småskalig elproduktion inte kommer ha något betydande direkt bidrag till flexibilitet. Däremot är solcellsanläggningar delvis en drivkraft till investering i småskaliga energilagring och leder på så vis till indirekt ökad flexibilitet året runt. På sikt är det möjligt att småskalig elproduktion tillsammans med småskaliga energilagring, laddbara bilar och smarta hem bidrar med nytta och deltar på både lokala och nationella marknader – i synnerhet om de kan organiseras, exempelvis i form av energigemenskaper.

Övriga flexibilitetsresurser

Industrins möjliga flexibilitetsbidrag är hanteras idag i modellen genom en generell minskning av användningen vid vissa elprisnivåer⁵¹. En förfining av industrins möjliga flexibilitetsresurser kommer ske framöver i det fortsatta arbetet, liksom inkludering av ytterligare resursers bidrag, däribland kraftvärmens växelverkan med fjärrvärme och fjärrvärmens möjligheter till flexibilitet med värmepumpar. Möjligheter att utveckla den storskaliga elproduktionen till att erbjuda ytterligare flexibilitet samt hur sektorkopplingar inom hela energisystemet kan öka flexibiliteten har inte analyserats i detta uppdrag.

3.3.2 Sammanställning och samlad analys av flexibilitetspotentialerna

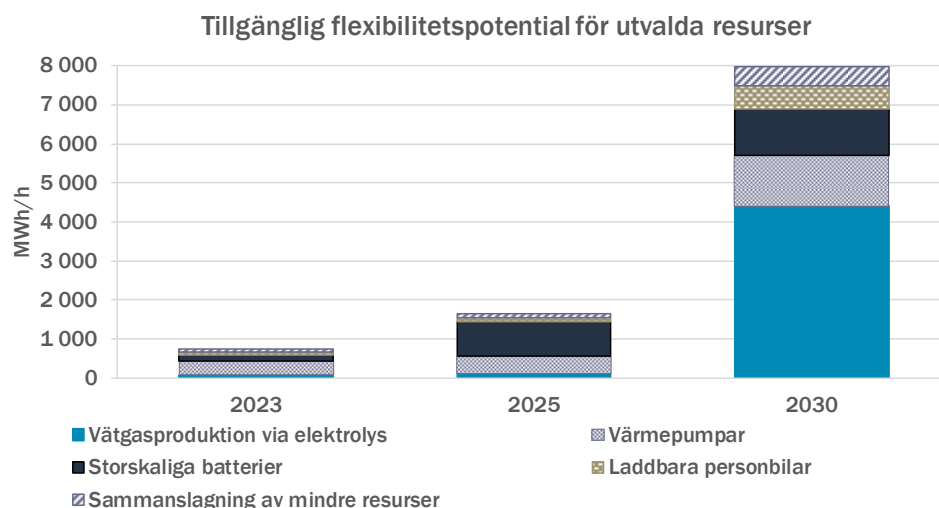
Med den valda metoden är det möjligt att visualisera resursernas bidrag tillsammans över en given timme, detta visas i Figur 10. Notera att figuren inte visar resurser som kan finnas tillgängliga men inte analyserats med metoden ovan, exempelvis bidraget från industri (utöver produktion av vätgas med elektrolys).

Som figuren visar så står storskaliga batterier, följt av hushållens värmepumpar, för den största tillgängliga flexibilitetspotentialen av de analyserade resurserna under 2023 och 2025. Från 2030 och framåt utgör i stället vätgasproduktion med elektrolys den dominerande potentialen, även om potentialen hos batterier, värmepumpar och laddbara personbilar också ökar kraftigt och utgör betydande

⁵¹ Enligt Svenska kraftnäts kortsiktiga marknadsanalys, KMA22

bidrag. I synnerhet kommer dessa resurser spela en större roll i elområden där det inte finns lika stor flexibilitetspotential med styrning av vätgasproduktion, se bilaga 2.

Figur 10 Tillgänglig flexibilitetspotential för de resurser som analyserats. I kategorin Sammanslagning av mindre resurser ingår kyla & ventilation, småskaliga batterier, dubbelriktad laddning (V2G) och gatubelysning



I verkligheten kan flexibilitetsbehoven i elsystemet uppträda under en längre och sammanhängande period, eller pendlandes över timmar, dagar och veckor. Beroende på karakteristiken av flexibilitetsbehovens uppträdande behöver resursernas bidrag användas på det sätt de gör mest nytta med hänsyn till deras uthållighet och återhämtning. Hur de samlade resurserna kan samverka fångas inte i figuren ovan utan bättre i en elmarknadsmodell, vilket redovisas i nästa avsnitt.

3.4 Steg 3 – Samlad bedömning av realiserbar flexibilitet

I det här avsnittet uppskattar vi hur stor del av flexibilitetsbehovet de analyserade flexibilitetsresurserna kan hantera. I de två senaste avsnitten har vi analyserat flexibilitetsbehovet och den potential vi uppskattar finns i form av tillgängliga flexibilitetsresurser för en given timme. Flexibilitetsbehovet är behovet av all flexibilitet som alla styrbara resurser behöver hantera, inklusive elproduktion. De utvalda flexibilitetsresurserna är de resurser vi valt att analysera som har beskrivits i det tidigare avsnittet. Analysen görs med hjälp av elmarknadssimuleringar tillsammans med antagandena som har beskrivits i föregående avsnitt. Resultaten presenteras för vinterperioderna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031.

Referensscenariot som beskrivs i avsnitt 3.1.1 har använts som grund för att skapa ett nytt flexibilitetsscenario. Flexibilitetsscenarioet i sig är detsamma som referensscenariot när det gäller installerad kapacitet och total elförbrukning (som framgår av avsnitt 3.1.1). Skillnaden är att flexibilitetsscenarioet innehåller

uppskattningarna från steg 2, avsnitt 3.3, det vill säga data om tillgängliga flexibilitetsresurser och deras uthållighet. Dessa modelleras som antingen (a) priskänslig last/efterfrågefleksibilitet eller (b) lagring. Sammanfattningsvis skiljer sig de två scenarierna alltså endast vad gäller andelen av tillgänglig flexibilitet.

För att förstå hur mycket flexibilitetsresurserna från steg 2 bidrar med flexibilitet till systemet subtraheras resultatet⁵² av elmarknadssimuleringar inom flexibilitetsscenarioet från resultatet av simuleringar inom referensscenarioet. Flexibilitetsbidraget är således skillnaden mellan residuallasterna⁵³ från flexibilitetsscenarioet och referensscenarioet. 3.1.1Därefter utförs samma kvantifiering i tidsskalorna, som i steg 1, med den nya residuallasten och jämförs med de ursprungliga flexibilitetsbehoven som presenterades i steg 1. På så vis får vi fram i vilken utsträckning de analyserade flexibilitetsresursernas bidrag minskar obalansen och variabilitet mellan utbud och efterfrågan. Det är detta bidrag vi ser som den uppskattade flexibilitetspotentialen som kan möjliggöras kommande vintrar.

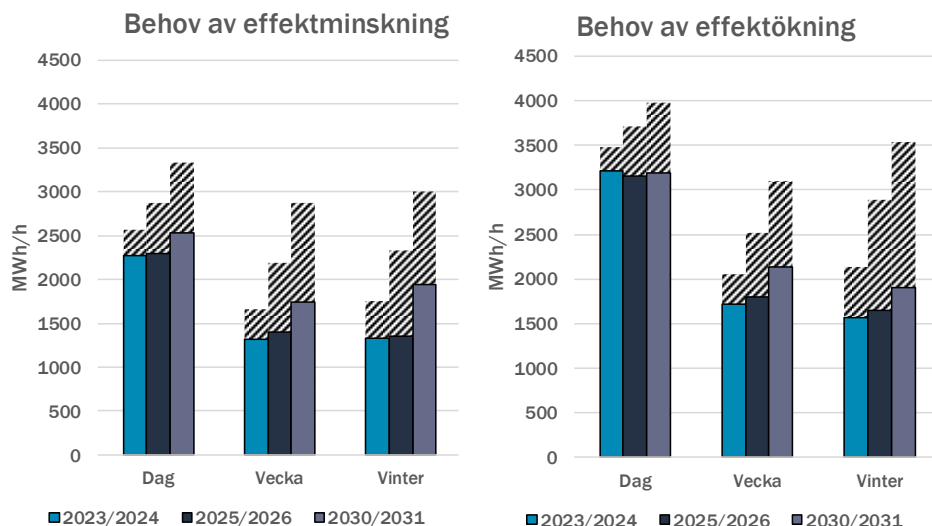
3.4.1 Resultat vintrarna 2023/2024 och 2025/2026 och 2030/2031

Figur 11 visar behovet av minskning och ökning av effekt för Sverige per vinter innan och efter bidraget av flexibilitetsresurserna. De färgade staplarna visar det kvarstående flexibilitetsbehovet efter bidraget från flexibilitetsresurserna och som jämförelse visar de randiga staplarna de ursprungliga behoven av flexibilitet (som presenterades i steg 1). Resultatet visas även i Tabell 9. Generellt kan sägas att bidraget till både minskning och ökning av effekt från flexibilitetsresurserna stiger från vintern 2023/2024 till vintern 2030/2031. Förändringen beror på att flexibilitetsbehovet är större 2030/2031, men också på att den tillgängliga flexibilitetspotentialen som kan bidra har ökat. Totalt bidrar den analyserade flexibilitetspotentialen till att möta behovet av både effektminskning och effekttökning med 7,5–26 procent 2023/2024 till 20–46 procent 2030/2031. Med de högsta bidragen i 2030/2031 på säongs- och veckonivå. Ett budskap från dessa resultat är att flexibilitetsresurserna bidrar till att dämpa variationerna i residuallasten och därmed gör den jämnare. Innebörden av dessa resultat diskuteras vidare i avsnitt 3.5.

⁵² Resultaten är alltså de kurvor eller tidsserier som visas hur resurserna används i elmarknadsmodellen, d.v.s. de gånger elmarknadsmodellen använde resurserna, vilken i sin tur motsvarar de gånger som flexibiliteten hade varit avropad på marknaden

⁵³ Residuallast = (elanvändning - icke planerbar förnybar produktion) - flexibilitetsresursen

Figur 11 Bidrag till minskning (vänster) och ökning (höger) av flexibilitetsbehov vad gäller effekt. Färgade staplar visar det kvarstående flexibilitetsbehovet som resterande resurser så som elproduktion eller efterfrågeflexibilitet från andra resurser än de analyserade behövs hantera. Randiga staplar visar bidraget från de utvalda flexibilitetsresurserna. Tillsammans är de färgade och randiga staplarna det totala behovet av flexibilitet (som presenterades i steg 1)

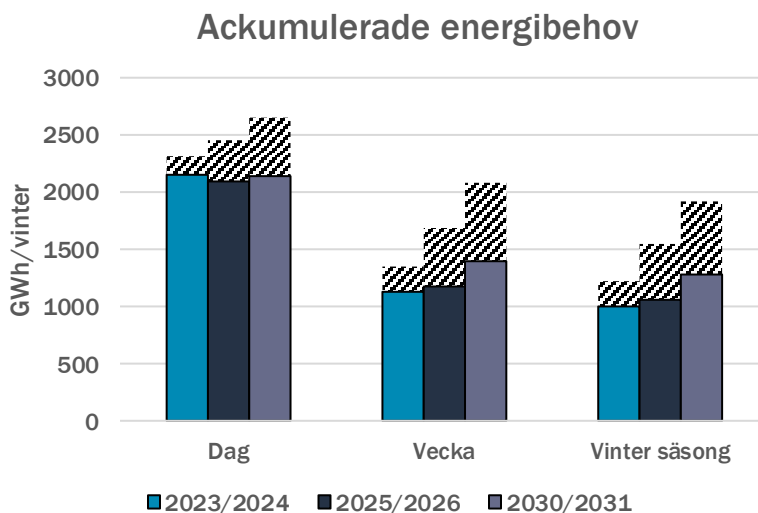


Tabell 9 Sammanställning av resultat i MWh/h från metod A steg 1 som visar behovet av flexibilitet för effekt innan de flexibla resurserna lagts till och resultat från steg 3 som visar behovet av flexibilitet efter att de flexibla resurserna lagts till.

		Dag		Vecka		Vinter	
		Innan	Efter	Innan	Efter	Innan	Efter
Minskning	2023/2024	2 570	2 280	1 660	1 310	1 760	1 330
	2025/2026	2 880	2 300	2 190	1 400	2 330	1 360
	2030/2031	3 340	2 530	2 880	1 740	3 000	1 940
Ökning	2023/2024	3 480	3 220	2 050	1 720	2 130	1 560
	2025/2026	3 710	3 150	2 520	1 800	2 890	1 650
	2030/2031	3 980	3 190	3 090	2 140	3 540	1 900

Figur 12 visar det ackumulerade flexibilitetsbehovet av energi varje tidskala för hela säsongen innan och efter bidraget av flexibilitetsresurserna. Som i föregående figurer är det skillnaden mellan den färgade stapeln och den randiga stapeln som visar bidraget. Resultatet visas även i Tabell 10. De huvudsakliga bidragen är på vecko- och säsongsnivå cirka 30 procent 2030/2031. Det finns dock också betydande bidrag av cirka 20 procent på dagsnivå 2030/2031. Totalt är bidragen från flexibilitetsresurserna 610 GWh/h vintern 2023/2024, 1350 GWh/h vintern 2025/2026 och 1830 GWh/h vintern 2030/2031. På liknande sätt som ovan, är det ackumulerade energibehovet med flexibilitetsresurserna lägre än tidigare vilket innebär att residuallasten blir mer jämn. Innebörden av dessa resultat diskuteras vidare i avsnitt 3.5.

Figur 12 Ackumulerat bidrag till minskning av flexibilitetsbehov vad gäller energi för alla dagar och veckor under vintersäsongen. Färgade staplar visar det kvarstående flexibilitetsbehovet som resterande resurser så som elproduktion behöver hantera. Randiga staplar visar bidraget från de utvalda flexibilitetsresurserna. Tillsammans är de färgade och randiga staplarna det totala behovet av flexibilitet (som presenterades i steg 1)



Tabell 10 Sammanställning av resultat i GWh/h från metod A steg 1 som visar behovet av flexibilitet för energi innan de flexibla resurserna lagts till och resultat från steg 3 som visar behovet av flexibilitet efter att de flexibla resurserna lagts till.

	Dag		Vecka		Vinter	
	Innan	Efter	Innan	Efter	Innan	Efter
2023/2024	2 320	2 150	1 350	1 130	1 220	1 000
2025/2026	2 450	2 090	1 680	1 180	1 550	1 060
2030/2031	2 660	2 150	2 080	1 400	1 920	1 280

3.5 Sammanfattning av resultat och vidare arbete

I detta avsnitt sammanfattas resultaten av analysen i tre steg som genomförts i detta kapitel. Det förs även en diskussion om resultaten och vad som kan utvecklas vidare i modellen.

3.5.1 Sammanfattning och diskussion av resultat

För att utreda hur mycket flexibilitet som kan möjliggöras i elsystemet till kommande vintrar har en analys i tre steg genomförts. Den större delen av detta uppskattningsarbete är centrerat kring en elmarknadsmodell som simulerar dagen före-marknaden (steg 1 – metod A och steg 3). Elmarknadsresultaten analyseras utifrån olika tidsskalor. Men i detta arbete har vi även gått djupare in i de andra tidsskalorna genom att studera variationerna i prognosfel (steg 1 – metod B), vilket ger en storleksordning på hur mycket flexibilitet som kommer behövas på intradag- och balansmarknaderna.

Behovet av flexibilitet ökar för alla tidsskalor och för alla elområden under den analyserade perioden

Resultaten från steg 1 visar att behovet av flexibilitet ökar för alla tidsskalor och för alla elområden jämfört med idag. Samtidigt som det ökade behovet av flexibilitet var förväntat, med tanke på energiomställningen, är ökningen fram till 2030 omfattande. Vid en jämförelse av resultaten mellan scenarierna 2023/2024 och 2030/3031 ökar behovet av flexibilitet för effekt i Sverige med 20 procent, 50 procent och 68 procent på daglig, vecko- respektive säsongsbasis. Behovet av flexibilitet för energiförflyttningar ökar främst mellan dagar inom samma vecka (så kallade veckovisa behov) och mellan veckorna inom vintersäsong (så kallade säsongsvisa behov) med mer än en femtioprocentig ökning mellan 2023/2024 och 2030/2031. Sammantaget visar resultatet från steg 1 - metod A en tydlig ökning av behovet av reglerbara och uthålliga resurser redan till 2030. Ett högre behov innebär att resurserna kommer att behöva verka under mer extrema variationer.

Resultaten från metod B visar på ett ökat behov av flexibilitet inom leveransdygnet i och med ett ökat prognosfel i residuallasten. Detta innebär ett ökat behov av flexibla resurser med rätt förmågor som kan vara aktiva på intradagmarknaden samt ett ökat behov av balansresurser på balansmarknader, såsom frekvenshållningsreserver och frekvensåterställningsreserver. Resultaten visar också på att intradagmarknaden kommer bli en ännu viktigare marknad framöver. Resultaten från metod A och B hänger ihop på så sätt att om alla planerbara och kontrollerbara resurser reglerar sin produktion (för att möta de variationer som visas i metod A), så skulle deras snabbverkande flexibilitet inte vara tillgänglig för att möta flexibilitetsbehovet som uppstår på intradag- och balansmarknaderna på grund av prognosfelet (metod B).

De analyserade flexibilitetsresurserna ger ett signifikant och med tiden ökande bidrag till behovet av flexibilitet

I analysens andra steg granskades utvalda flexibilitetsresursers tillgängliga flexibilitetspotential. Resultaten visar att storskaliga batterier samt efterfrågefleksibilitet i form av småskaliga värmepumpar är de resurser som har störst potential på kort sikt fram till vintern 2025/2026, av de resurser som analyserats. Från 2030 och framåt utgör vätgasen (i form av vätgasproduktion genom elektrolys) den största potentialen för att möta flexibilitetsbehovet på nationell nivå. Det är också framåt 2030 som dubbelriktad laddning börjar finnas tillgänglig med flexibilitetsvolym, givet att standardiseringsarbetet som behövs då också har gjorts.

I analysens tredje steg bedöms hur väl resurserna från steg 2 möter behovet som räknades ut i steg 1. Totalt bidrar den uppskattade flexibilitetspotentialen till att möta behovet av både effektminskning och effekttökning med 7,5–26 procent 2023/2024 till 20–46 procent 2030/2031. Flexibilitetspotentialen bidrar även till att

möta behovet av energiförflyttningar, upp mot 30 procent på dygns- och säsongsnivå. De analyserade flexibilitetsresurserna ger med andra ord ett signifikant och ökande bidrag till behovet av flexibilitet.⁵⁴

Både befintliga och tillkommande flexibilitetsresurser behövs för att bidra med flexibilitet

Även om resultaten av prognosuppskattningen visar att tillgängliga flexibilitetsresurser väntas öka kraftigt och bidra stort till att möta de ökade behoven så bör det noteras att de beräknade tillkommande flexibilitetsresurserna inte väntas täcka hela behovet av flexibilitet utan även befintliga resurser behöver nyttjas mer flexibelt. Det är viktigt att komma ihåg att det även finns andra sätt att möta flexibilitetsbehovet än genom de nya tillkommande resurser som analyserats i steg 2. Redan idag finns i Sverige ett behov av flexibilitet som är snarlikt det analyserade behovet för vinterperioden 2023/2024 och det är vattenkraften⁵⁵ som möter en stor andel av det flexibilitetsbehovet. De svenska älvarna kan till exempel planeras för att leverera flexibilitet för att hantera behovet inom alla tidsskalor. Därutöver kan behoven av flexibilitet mötas av kraftvärme, import/export, sektorkoppling och andra flexibla resurser än de som analyserats i avsnitt 3.3, exempelvis via efterfrågefexibilitet från industrin. Flexibilitetsresurserna bidrar således till att plana ut residuallasten, vilket i sin tur innebär att den installerade kapaciteten hos befintliga planerbara resurser kan ha mer tillgänglig kapacitet för att svara på oväntade händelser och kan minska variationen i produktionen.

Med tiden och det ökade behovet av flexibilitet riskerar dock existerande flexibel elproduktion att användas till ytterligheterna om inga nya flexibilitetsresurser kommer till. Det skulle leda till ett ineffektivt nätutnyttjande och ett samhällsekonomiskt kostsamt elsystem utan de nyttor som beskrivs inledningsvis i kapitel 2.

3.5.2 Att utveckla vidare i modellen

Metoden och modellerna som utvecklats inom ramen för detta uppdrag är ett första steg i att etablera ett samarbete mellan myndigheterna inom flexibilitetsområdet. Arbetet med att gemensamt ta fram en metod för att bedöma behovet av flexibilitet har bidragit till ökad samverkan och kunskapsutbyte mellan myndigheterna kring modellering. Utöver det har det även bidragit till att etablera rutiner och processer inom respektive myndighet i det egna arbetet med att

⁵⁴ Value of Lost Load

⁵⁵ Det finns visst tekniskt utrymme att öka effekten från termiska och vattenkraftens produktionsanläggningar, men generellt inte den totala energiproduktionen för vattenkraft. Å andra sidan pågår att alla tillståndspliktiga vattenverksamheter för produktion av vattenkraftsel ska ha moderna miljövillkor vilket kan leda till minskad produktion.

bedöma flexibilitetsbehov och motsvarande inom samarbeten med andra systemansvariga inom EU^{56 57 58}.

Det som är viktigt och i viss mån nytt i steg 2 av arbetet är att vi har uppskattat eller antagit olika tillgänglighetsfaktorer för samtliga resurser vilket innebär att den redovisade flexibilitetspotentialen för en given resurs inte är lika stor som den teoretiska potentialen. Anledningen till att vi valt denna metodik är dels för att få en mer realistisk bild av ett faktiskt möjligt flexibilitetsbidrag, dels få bättre förståelse för olika barriärer för den teoretiska potentialen, och dels utifrån ett långsiktigt främjandeperspektiv kunna arbeta för att minska barriärerna. Arbetet med uppskattningen för resursernas tillgängliga flexibilitetspotential är således en grund för kommande arbete då vi avser förfinna våra antaganden och göra uppskattningar av flera typer av resurser. Förhoppningen är att detta arbete kan bidra till bättre prognoser och scenarier.

Ett område för fortsatt utveckling är uthållighet för flexibilitetsresurserna. Modelleringen inkluderar visserligen uthållighet för flexibilitet i batterier men inte uthållighet för andra resurser till exempel kommande industriprocesser. Industrierna har modellerats som efterfrågefleksibilitet med oändlig uthållighet. Att uthållighet inte har modellerats påverkar bidraget av flexibilitet från framför allt nya industrier som använder vätgas i sina processer. Modelleringsmässigt kan detta utvecklas ytterligare genom att göra en full sektorkopplingsmodellering mellan el och vätgas.

Ytterligare ett område för vidare arbete är frågan om priselasticiteter⁵⁹. Inom detta uppdrag har det inte gjorts någon ny detaljerad uppskattning av vid vilka prisnivåer olika flexibilitetsresurser avropas enligt modellen. Detta skulle till exempel krävt en mer detaljerad samhällsekonomisk studie av vad olika elanvändare är villiga att acceptera som betalning för att ändra sitt beteende än vad som varit möjligt inom ramen för detta arbete. I stället har vi använt samma nivåer för priselasticitet som från tidigare elmarknadsanalyser (KMA22). Hur volymerna från flexibilitetsresurserna från steg 2 fördelas i prisnivåerna från Tabell 7, kan dock ha en effekt på resultaten som visas i steg 3. Genom att variera antaganden i modellen om prisnivåer och aktörers priskänslighet är resultatet en ökning av flexibilitetspotentialen med 14 procent. Även med sådan omfördelning av volymer avropas inte hela den uppskattade flexibilitetspotentialen (från steg 2) i elmarknadssimuleringarna (steg 3). Detta visar på att det är möjligt att få en

⁵⁶ Till exempel med det europeiska organet ENTSO-E som är en samarbetsorganisation för systemansvariga företag för el

⁵⁷ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/943 av den 5 juni 2019 om den inre marknaden för el

⁵⁸ Europaparlamentets och rådets direktiv (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

⁵⁹ En varas priselasticitet visar hur många procent den efterfrågade kvantiteten förändras då priset ökar med en procent. I normalfallet är elasticiteten ett negativt tal, d.v.s. efterfrågan minskar då priset ökar.

jämnare prisbild över dygnet och veckorna kommande vintersäsonger, samt att det kan finnas inbyggd robusthet vid bortfall av olika komponenter i nät eller produktion.

Som förslag till vidare arbetet kommer Energimyndigheten och Svenska kraftnät inom ramen för sina uppdrag och i dialog med Ei fortsätta att samarbeta kring frågan om att uppskatta behovet och bidraget av flexibilitet i elsystemet. Arbetet med potentialuppskattningar kommer att fortsätta utvecklas även efter detta regeringsuppdrag och bli en ordinarie del av prognosarbetet.

2023-12-15

2022-102604-0033

4 Förslag på åtgärder och områden för fortsatt arbete – kompletteringar till tidigare presenterade förslag

I april 2023 presenterade vi förslag på åtgärder i syfte att stimulera till mer flexibilitet i elsystemet. I detta kapitel redogör vi för några kompletterande förslag på åtgärder och fortsatt arbete för att ytterligare främja flexibilitet i elsystemet. De nya åtgärderna bör tillsammans med tidigare föreslagna åtgärder ytterligare bidra till att möta det ökade behovet av flexibilitet som vi beskriver i föregående kapitel. Sammanfattningsvis berörde de tidigare deluppdragen följande områden:

Deluppdrag 1: Främjande av flexibilitet på stödtjänstmarknaderna och villkoren för anslutning till nätet och nätnyttjande för ett effektivt nyttjande av befintligt nät.

Deluppdrag 2: Främjande av flexibilitet på slutkundsmarknaden. Välinformerade beslut om och tillgång till lösningar för efterfrågefleksibilitet, korrekta och ändamålsenliga incitament, kännedom om möjligheter till efterfrågefleksibilitet.

Deluppdrag 3: Distributionsnätsföretagens verktyg och förutsättningar att använda flexibilitet för ett effektivt nätutnyttjande. Utformningen av lokala flexibilitetsmarknader och kommande EU-regelverk om efterfrågefleksibilitet.

Deluppdrag 4: Förutsättningar för smart styrning av produkter i hushåll och fastigheter, vilka resurser som har rätt förutsättningar idag, rekommendationer för ökade möjligheter.

Sedan redovisningen i april har vi identifierat ytterligare några områden där det finns behov av åtgärder eller där tidigare presenterade åtgärder kan utvecklas. Det första av dessa områden är industrins förutsättningar att bidra med flexibilitet, vilket vi bedömer är ett viktigt område framåt med tanke på den potential som finns inom industrin att bidra med flexibilitet.

Det andra området är de nya regler som gäller den nya rollen *leverantör av aggregeringstjänster* som införts i ellagen under sommaren 2023. Som vi beskrivit är aggregering ett viktigt verktyg och en möjliggörare för att få fler aktörer med mindre resurser att bidra med flexibilitet. För att aggregering ska fungera väl kan det behövas vissa ytterligare åtgärder.

Slutligen vill vi här återkomma till några frågor om hur flexibilitet för överföring kan bidra till ökad flexibilitet i elsystemet och effektivare nätutnyttjande. Redan i deluppdrag 1 och 3 berörde vi ett antal centrala frågor, men i och med att mycket händer på området vill vi återkomma till några av dessa områden gemensamt även i denna slutrapport.

De nya åtgärdsförslagen som presenteras i detta kapitel är också inkluderade i handlingsplanen som presenteras i kapitel 5.

4.1 Åtgärder för ökad flexibilitet hos industrin⁶⁰

Eftersom industrisektorn förväntas stå för majoriteten av elbehovet i Sverige om några år, kommer även flexibilitetspotentialen hos industrin öka. Det kan finnas potential dels i de industriella processerna, men också genom resurser som hanteras av andra aktörer än den enskilda industriverksamheten, till exempel vätgasrörledningssystem.

Det behövs mer kunskap om olika processers och olika branschers möjligheter att bidra med flexibilitet och det kommer krävas ytterligare utredningar i takt med att nya industrier och industriprocesser etableras. I potentialuppskattningen i kapitel 3 har vi gjort en fördjupad analys av vätgasens möjligheter att bidra med flexibilitet men för övriga industriprocesser har endast en grov uppskattning gjorts inom ramen för detta uppdrag.

Genom att få in ytterligare flexibilitet från industri redan på dagen före-marknaden skulle en del av de högsta efterfrågetopparna kunna kapas och då även de högsta elpriserna. I och med detta bedömer vi att industrins bidrag till flexibilitet för energi är särskilt viktigt. Det är viktigt att poängtera att olika typer av industri har olika förutsättningar att vara flexibla, storleken på både företagen och respektive industris totala elförbrukning spelar också roll.

Det är viktigt att priskänsligheten hos industriaktörerna reflekteras i hur förbrukningsbuden läggs på marknaderna. Om ett stort antal aktörer simultant reagerar på prissignaler från dagen före-marknaden utan att detta har reflekterats i handeln kan det leda till stora behov av att hantera fysiska obalanser, vilket då huvudsakligen sker via stödtjänstmarknaden

4.1.1 Hur nås industrin av prissignalen?

Myndigheterna har idag begränsad kunskap om vilka som är de vanligaste avtalsformerna och elhandelsuppläggen hos enskilda industrier. Större förbrukare kan antingen handla själva på börsen eller via en elhandlare. Det går även att ingå

⁶⁰ Vi avser med industri här SNI-koderna (Svensk Näringsindelning) 05-33 enligt standarden SNI2007

bilaterala avtal med producenter, antingen direkt eller via en elhandlare eller mäklare.

Industrier som är stora elförbrukare använder ofta olika former av prissäkringsstrategier för att få mer förutsägbara kostnader. De vanligaste instrumenten har traditionellt varit finansiella kontrakt som endast avräknas finansiellt och inte påverkas av eller påverkar den fysiska handeln. Om en förbrukare har säkrat sina framtida kostnader för el på ett sätt som gör att aktören inte är exponerad för prissignalen kan incitamenten minska för aktören att vara flexibel i sin elanvändning.

Vi har inte identifierat några regulatoriska hinder för industrier att reagera på prissignaler eller lägga flexibla användarbud på marknaderna (själva eller via elhandlare). I de fall industrin har en elhandlare som sköter elhandeln är det gynnsamt om avtalsformer och samarbetet kan främja industrins möjligheter att svara på prissignalen. Till exempel har SSAB och LKAB inom projektet HYBRIT tillsammans med Vattenfall testat att låta köra vätgasproduktionen mot ett lager. Då kunde de producera vätgas när elpriserna var lägre men ändå ha ett jämt uttag av vätgas in till den industriella processen. Detta sänkte de rörliga kostnaderna med 25–40 procent.⁶¹

Ei har startat en studie för att öka kunskapen om hur bilateral handel ser ut och vilka drivkrafter marknadsaktörerna har för bilateral risksäkring. Studien kommer vara klar under våren 2024.

4.1.2 Industrins förutsättningar att bidra med flexibilitet

För att större förbrukare ska kunna svara på prissignaler krävs ett antal förutsättningar. För det första att de har kunskap om sin egen förmåga att vara flexibla i sin elanvändning. De måste kartlägga sina processer och veta när de kan pausa vissa processer och hur länge processen kan pausas. För det andra måste de kartlägga hur olika processer påverkar varandra. Om de har sidoprocesser som är mindre känsliga för att stängas av kanske dessa kan stängas av medan huvudprocesserna fortgår. Vilka av processerna kan slås på och av automatiserat är också något företaget måste känna till och kunna omsätta i praktisk handling.

Kunskapsläget om vad som krävs av organisationen och verksamheten i övrigt för att bidra med flexibilitet ser olika ut hos olika industrier av olika storlekar och från olika branscher. Till exempel är aktörer inom viss energiintensiv industri, såsom företag inom pappers- och massaindustrin och stålindustrin till viss del aktiva inom olika områden av flexibilitet redan idag. För att bättre förstå hur

⁶¹ Vattenfall, *HYBRIT: Vätgaslager sänker kostnaden med upp till 40 procent*, 2023 <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/pressmeddelanden/2023/hybrit-vatgaslager-sanker-kostnaden-med-upp-till-40-procent> (Hämtad 2023-11-21)

myndigheterna kan arbeta för att främja flexibilitet hos industrin behöver vi lära oss mer om industrins förutsättningar att bidra med flexibilitet. Det är här viktigt att bevaka vad som händer med frågan om att inkludera en redovisning av effektdimensionen i energikartläggningen för stora företag eller andra informativa styrmedel som undersöks i pågående regeringsuppdrag.⁶²

För nya industrietableringar, eller större kompletteringar och förändringar i anläggningarna hos befintlig industri, handlar det i första hand om att utforma processer och tekniska anläggningar så att uttaget mot elnätet kan ske flexibelt. Här är det särskilt viktigt att överväga möjligheterna att etablera lager och annan infrastruktur som underlättar för industrin att vara flexibla i sitt eluttag från elnätet. Här kan exempelvis infrastruktur för vätgas spela en viktig roll. Energimyndigheten har redan ett regeringsuppdrag om vätgas som skall slutredovisas 1 december 2024. En del av uppdraget handlar just om infrastrukturen och ska delredovisas 1 februari 2024.

Förslag till åtgärd	Ansvarig
Utredning kring industrins möjligheter om flexibel elanvändning	Regeringen ger i uppdrag till Energimyndigheten
Energimyndigheten föreslås att få ett uppdrag att, i dialog med Ei, kartlägga industrins möjligheter till flexibilitet och hur elavtalsformerna stöttar flexibel användning samt ge förslag på fortsatt arbete.	

4.1.3 Styrmedel som främjar flexibilitet hos industri

I föregående avsnitt konstaterade vi att det behövs mer kunskap om industrins förutsättningar att vara flexibla i sin elanvändning. Det behöver även övervägas att införa ytterligare incitament som medför att industrin fokuserar mer på sin roll att bidra med flexibilitet till elsystemet.

Idag är energiskatten reducerad för industrin och vissa andra kommersiella aktörer. El som används i industriell verksamhet, datahallar, jordbruk, skogsbruk, vattenbruk och växthus samt landström till skepp i hamn beskattas endast med 0,6 öre per kilowattimme, att jämföra med normalskattesatsen på 39,2 öre per kilowattimme. För mineralogiska, metallurgiska och elektrolytiska processer, samt viss framställning av energiprodukter, betalas ingen energiskatt alls. Här kommer all vätgasproduktion som sker med elektrolysörer ingå.

Som beskrivet ovan är företagets kunskap om sin egen flexibilitetspotential viktig för att realisera flexibilitet. Därför går det att främja flexibilitet genom att

⁶² "Uppdrag att analysera en effektivare användning av energi, effekt och resurser", dnr I2022/01393 <https://www.regeringen.se/contentassets/f13b2645887a42798a182d40c5770395/i-2022-01393-uppdrag-att-analysera-en-effektivare-anvandning-av-energi-effekt-och-resurser.pdf> (Hämtad 2023-12-01)

uppmuntra eller kräva att företagen till exempel kartlägger möjligheter och åtgärder för att öka sin flexibilitet gällande elförbrukning.

Parallellt med detta regeringsuppdrag har Energimyndigheten ett regeringsuppdrag om effektivare användning av energi, effekt och resurser⁶³. Ett av förslagen i uppdraget, som redovisas till regeringen samtidigt som detta uppdrag, är att den nuvarande energiskattereduktionen för vissa verksamheter skulle kunna villkoras med både krav på energieffektivisering, men också med att tillhandahålla flexibilitet.

En möjlighet skulle därför kunna vara att villkora skattereduktionen så att reduktionen kräver en motprestation som leder till att aktören blir mer flexibel i sin elanvändning, det vill säga skatten skulle kunna användas också som ett styrmedel för att främja flexibilitet. En villkorad skattereduktion skulle även ge industriföretagen ökade incitament att utforma nytillkommande processer med elanvändning på ett sådant sätt att flexibel användning kan förekomma.

Ett styrmedel som Energimyndigheten inspirerats av till grund för detta förslag är ett tidigare program för energieffektivisering (PFE)⁶⁴ som pågick i två femårscykler med början 2005. Programmet var en typ av frivilliga avtal mellan staten och energiintensiva industrier där deltagande företag fick nedsatt elskatt mot att de åtog sig att bland annat kartlägga lönsamma energieffektiviseringsåtgärder och sedan rapportera vilka åtgärder de genomfört.

Andra alternativa förslag till åtgärder med syfte att ge industrier som planerar för en ökad elförbrukning ett tydligt incitament för att bygga in möjligheter till flexibel användning i direkt närtid, skulle kunna vara en variant av programmet Energisteget⁶⁵. Energisteget var ett program som pågick under 2018–2020 där företag inom sektorer från gruv- till tillverkningsindustrin hade möjligheten att söka investeringsstöd för att genomföra energieffektiviseringsprojekt. Ett liknande stöd men med fokus på investeringar i syfte att öka möjligheten till flexibel elanvändning skulle kunna ge en tydlig drivkraft till industrisektorn att öka förutsättningarna för efterfrågeflexibilitet.

⁶³ "Uppdrag att analysera en effektivare användning av energi, effekt och resurser", dnr I2022/01393 <https://www.regeringen.se/contentassets/f13b2645887a42798a182d40c5770395/i-2022-01393-uppdrag-att-analysera-en-effektivare-anvandning-av-energi-effekt-och-resurser.pdf> (Hämtad 2023-12-01)

⁶⁴ Energimyndigheten, *Program för energieffektivisering i energiintensiv industri (PFE)*, <https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/avslutade-program/pfe/> (Hämtad 2023-11-28)

⁶⁵ Energimyndigheten, Energisteget, <https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/energisteget2/> (Hämtad 2023-11-22)

Förslag till åtgärd:

Förslag till åtgärd	Ansvarig
Ekonomiskt incitament för industrin kring flexibel användning	Regeringen ger i uppdrag till Energimyndigheten
Energimyndigheten föreslås att få i uppdrag att utreda styrmedel för utökade incitament för industrin att bidra med flexibilitet t.ex. genom en villkorad energiskattereduktion eller investeringsstöd.	

4.2 Nya roller på elmarknaderna som främjar flexibilitet

Efterfrågan på flexibilitet för balansering väntas öka över tid, så som framgår av kapitel 3. Den tekniska utvecklingen gör att fler anläggningar kan uppfylla de krav som ställs på anläggningar som deltar på elmarknaderna. Med nya tekniker kan även mindre resurser som historiskt inte kunnat användas nyttjas för balansering eller bjudas in till andra elmarknader som till exempel dagen före- och intradagsmarknaderna. Förutsättningarna för att dessa nya resurser kan komma elsystemet till godo har också ökat på senare tid genom att regelverken utvecklats och den nya aggregatorrollen *leverantör av aggregeringstjänster* samt rollen som *leverantör av balanstjänster*⁶⁶ har införts i Sverige. Dessa regelförändringar möjliggör aggregering av flera och mindre resurser även om de har olika balansvariga parter, något som tidigare varit ett hinder.

4.2.1 Leverantör av balanstjänster

För att skapa förutsättningar för en mer flexibel aggregering av resurser kommer rollen som leverantör av balanstjänster införas i Sverige i närtid. De övergripande reglerna om detta finns i EU:s förordning om balanshållning.⁶⁷ Leverantören av balanstjänster kommer att kunna delta på balansmarknaderna och leverera reserver till Svenska kraftnät på stödtjänstmarknaderna. Balansansvarig part kommer fortsatt vara den aktör som strävar efter att vara i balans i de uttags- respektive inmatningspunkter som de ansvarar för i sin portfölj och stå för den handel som sker på dagen före- och intradagsmarknaderna och lokala flexibilitetsmarknader.

Förändringen skapar förutsättningar för en oberoende aktör att samla flexibilitet för att leverera balanstjänster. Det här bidrar i sin tur till ökad konkurrens och väl fungerande balansmarknader samt på sikt ett mer effektivt nyttjande av elsystemet och dess resurser. En leverantör av balanstjänster kommer att kunna lämna bud med resurser som tillhör olika balansansvarigas portföljer, vilket ökar möjligheterna att delta på marknaden.

⁶⁶ Svenska kraftnät, Införande av aktörsrollerna BSP och BRP, <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/systemansvar--elmarknad/inforande-av-aktorsrollerna-bsp-och-brp/> (Hämtad 2023-11-22)

⁶⁷ Kommissionens förordning (EU) 2017/2195 av den 23 november 2017 om fastställande av riktlinjer för balanshållning avseende el

4.2.2 Leverantör av aggregeringstjänster

Tidigare i år introducerades nya bestämmelser i ellagen, bland annat genom införandet av den på elmarknaden nya rollen *leverantör av aggregeringstjänster* som syftar till att främja efterfrågeflexibilitet genom aggregering. En leverantör av aggregeringstjänster kan därmed aggregera flera förbrukningsresurser till ett bud och sälja efterfrågeflexibilitet genom att lämna bud på dagen före- respektive intradagsmarknaden samt på lokala flexibilitetsmarknader (under förutsättning att leverantören uppfyller de villkor som gäller för att lämna bud på dessa marknader). Om aggregatören även vill delta på balansmarknaderna behöver den göra det i rollen som leverantör av balanstjänster. Det är klargjort i de nya bestämmelserna i ellagen att en leverantör av aggregeringstjänster ska kunna agera oberoende, dvs. utan att avtala med kundens elhandlare eller elhandlarens balansansvarige.

Hushållskunder och andra aktörer kan redan idag bidra med efterfrågeflexibilitet genom att styra sin förbrukning som en reaktion på en signal, som elpriset eller liknande. Med leverantörer av aggregeringstjänster på elmarknaden kan dessa kunder också avtala med leverantören av aggregeringstjänster och sälja sin efterfrågeflexibilitet till denne, som i sin tur säljer flexibilitet på dagen före-, intradag och lokala flexibilitetsmarknader. Genom att möjliggöra för aggregering av flera och mindre resurser som kan samlas i bud på marknaderna kan mer av flexibilitetspotentialen realiseras och i sin tur komma till nytta för att balansera elsystemet. Aggregering av efterfrågeflexibilitet på elmarknaden innebär en möjlighet för elkunden att sälja sin flexibilitet och få intäkter för sin flexibilitet vilket kan öka kundens incitament av att vara flexibel, jämfört med att endast minska sin förbrukning för att få en lägre elkostnad.

Genom införandet av de nya rollerna leverantör av aggregeringstjänster och leverantör av balanstjänster möjliggörs en mer flexibel aggregering av resurser och att flexibiliteten kan säljas på dagenföre-, intradag- och lokala flexibilitetsmarknader respektive balansmarknaderna. En leverantör av aggregeringstjänster kan, liksom leverantör av balanstjänster, lämna bud med aggregerade resurser som tillhör olika balansansvariga parter portföljer. Det finns dock ett par utmaningar med den nya rollen leverantör av aggregeringstjänster.

Även om de nya reglerna och den nya rollen leverantör av aggregeringstjänster inte funnits så länge har flera frågor redan aktualiserats och som behöver utredas. Dessa är bland annat:

- kompensation till elhandlare
- entydigt och ändamålsenligt regelverk
- ändamålsenlig ordning för mätning och verifiering av aktiverade bud.

Dessa frågor beskrivs i avsnitten som följer.

Kompensation till elhandlare

Vid aktivering av explicit efterfrågefleksibilitet hos en elkund kan det uppstå kostnader för elhandlaren eftersom en elhandlare har handlat el åt sin kund i förväg. En reducerad förbrukning hos kunden innebär att elleverantören inte kan ta betalt för den upphandlade volymen el som den har prognosticerat ska förbrukas. Det medför att elhandlaren får kostnader men inga intäkter.

Svenska kraftnät har för närvarande ett regeringsuppdrag⁶⁸ att ta fram en kompensationsmodell som kompenserar elleverantörer för den förlorade affärsmöjligheten, eller kostnaden, som uppstår vid aktivering av efterfrågefleksibilitet. Svenska kraftnät ska dels ta fram en kompensationsmodell men även ett system där elleverantörer kan ansöka om ersättning hos Svenska kraftnät som gör utbetalningen. Kompensationen ska inte innebära ett hinder för efterfrågefleksibilitet och får ta hänsyn till de fördelar som aktiveringen av efterfrågefleksibilitet kan medföra. Regeringsuppdraget redovisas senast den 2 september 2024. Svenska kraftnät ska även ansöka hos Ei om att få beräkningsmetoden godkänd och det krävs ett godkännande innan Svenska kraftnät kan börja tillämpa metoden.

Entydigt och ändamålsenligt regelverk

En annan utmaning är hur regelverken ska tolkas. För att det inte ska råda oklarheter bland annat gällande vilka marknader en leverantör av aggregeringstjänster ska kunna verka på och gällande balansansvar behöver regelverken vara entydiga och ändamålsenliga. Inom ramen för ovan nämnda regeringsuppdrag om kompensationsmekanism pågår därför även ett arbete med att ytterligare säkerställa tydlighet kring de nya rollerna *leverantör av balanstjänster* och *leverantör av aggregeringstjänster*.

Efter att uppdraget är slutredovisat och kompensationsmekanismen har implementerats är det lämpligt att Svenska kraftnät och Ei utvärderar hur de nya rollerna fungerar och vid behov se över regelverken för leverantör av aggregeringstjänster i ellagen samt rollen som leverantör av balanstjänster enligt EU:s Förordning om balanshållning⁶⁹ för att åtgärda eventuella otydligheter.

⁶⁸ "Uppdrag att ta fram en kompensationsmodell för kostnader för elleverantörer vid aktivering av efterfrågefleksibilitet", dnr KN2023/03647, <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2023/07/uppdrag-att-ta-fram-en-kompensationsmodell-for-kostnader-for-elleverantorer-vid-aktivering-av-efterfragefleksibilitet/> (Hämtad 2023-12-04)

⁶⁹ Kommissionens förordning (EU) 2017/2195 av den 23 november 2017 om fastställande av riktlinjer för balanshållning avseende el

4.2.3 Ändamålsenlig ordning för mätning och verifiering av aktiverade bud och avräkning

En förutsättning för att aggregering av flexibilitet ska fungera är ett ändamålsenligt regelverk för mätning och verifiering av aktiverade bud och dess bidrag med flexibilitet till elsystemet. Det måste vara tydligt på vilket sätt aktören har bidragit med flexibilitet. Mätdata behövs för att ge svar på hur en resurs används för att det i sin tur ska vara möjligt att korrekt ekonomiskt ersätta aktörer för obalanser och energivolymmer i samband med avräkningen.

Mätning av energi behöver ha mätvärden som minst avser energiflöde per timme eller kvart. Beroende på flexibilitets- eller balanstjänst kan mätvärden från elmätaren som finns i anslutningspunkten till koncessionspliktigt nät vara tillräckliga. När mängden överförd elenergi behöver fördelas mellan flera resurser och marknadsaktörer är det nödvändigt att mätningen enbart avser flexibilitetsbidraget från en enskild resurs. Mätning genom ett aggregerat, sammanlagrat mätvärde ger ett dåligt underlag för att följa upp hur resursen använts i till exempel flexibilitetssammanhang. När mätningen sker på detta sätt bakom anslutningspunkten benämns mätningen *undermätning*⁷⁰. Undermätningen kan vara en inbyggd mätfunktion i resursen eller en separat mätare i anslutning till resursen.

Mätvärden behöver vara tillräckligt tillförlitliga om de ska ligga till grund för en ekonomisk ersättning. Swedac meddelar föreskrifter om krav på och kontroll av mätare och mätsystem med syfte att säkerställa tillförlitligheten.⁷¹ För att inte påföra onödiga kostnader är det viktigt att veta hur mätvärdet ska användas och vilka behov som finns av att införa krav. Om en ekonomisk ersättning direkt baseras på mätvärdet är det viktigt att mätvärdet är korrekt, och då också rimligt att ställa krav motsvarande de som finns för mätning i anslutningspunkten. Om mätvärdet ska användas indirekt, till exempel relateras till en referensprofil för att bestämma en levererad volym, är det inte självklart att samma krav behöver gälla dessa mätvärden. Det kan också finnas skäl att differentiera krav på mätningen beroende på hur mycket flexibilitet en resurs kan bidra med det vill säga mellan en storskalig resurs som ett batterilager och en småskalig som en värmepump i ett bostadshus. Det behöver därför utredas vilka krav som ska ställas där en avvägning måste göras mellan kostnaden och vilka behov som finns så att kraven blir ändamålsenliga.

Det saknas idag krav i lag eller förordning vad gäller undermätning med vissa undantag⁷² vilket utgör ett hinder för att realisera flexibilitet. Ei föreslog 2022 i

⁷⁰ Undermätning sker på ett icke koncessionspliktigt nät (IKN)

⁷¹ Swedac föreskrifter (STAFS 2022:9) om mätsystem för mätning av överförd el, samt Swedac föreskrifter (STAFS 2022:8) om mätare för aktiv elenergi

⁷² Lag (2011:1200) samt Lag (2010:601) om ursprungsgarantier för el

rapporten *Slutna distributionssystem och interna nät*⁷³ att en bestämmelse införs i ellagen som anger att samma krav på mätning ska gälla för undermätning som för mätaren i anslutningspunkten när en tredje part ansluter till ett icke koncessionspliktigt nät.

I deluppdrag 4 identifierades ytterligare hinder för resurser i hushåll eller verksamheter utan utpräglade industriprocesser. Rapporten visar bland annat att få resurskategorier har inbyggda mätfunktioner och att det finns regulatoriska oklarheter i befintligt EU-regelverk för sådana funktioner. För att realisera flexibilitet från redan installerade småskaliga resurser där mätning idag inte finns föreslogs i deluppdrag 4 att utreda om andra metoder än undermätning av elenergi är tillräckligt tillförlitliga för att användas, speciellt på kort sikt.

Vidare är frågan om mätning aktuell inom ramen för Svenska kraftnäts regeringsuppdrag att ta fram en kompensationsmodell, som nämns ovan, där en utredning om på vilket sätt en aktivering ska verifieras där frågan om mätning är central. Det pågår också arbeten på europeisk nivå med rättsakter om EU:s elmarknadsförordning⁷⁴ och elmarknadsdirektiv, samt inom arbetet med Kommissionsförordningen för efterfrågefleksibilitet⁷⁵ där förslag om att utveckla standarder och införa funktionskrav vid undermätning.

För att på längre sikt få tillgång till resurser (såsom värmepumpar eller elbilsladdare) med redan inbyggda mätfunktioner kan det vara lämpligt att införa sådana krav i EU:s produktdirektiv⁷⁶. Det gäller även andra funktioner såsom styrbarhet och interoperabilitet. På så sätt kan krav ställas på sådana funktioner redan i designfasen av en apparat som agerar som resurs för flexibilitet.

Behoven av att mäta drivs till stor del av andra regelverk än de som rör just mätning och kraven på mätutrustning. För att möta de behov som finns av krav på mätning behöver arbetet med regelverk och regelutveckling därför samordnas mellan ansvariga myndigheter. Det gäller utveckling av EU-rättsakter och genomförandearbeten om elmarknadsdesign där behoven av mätning uttrycks och de tekniska produktdirektiv där krav finns på resurser och funktioner som främjar flexibilitet.

⁷³ Energimarknadsinspektionen, *Slutna distributionssystem och interna nät*, Ei R2022:12, <https://ei.se/download/18.54047ca618529c34c9713e7/1671529816256/Slutna-distributionssystem-och-interna-n%C3%A4t-Ei-R2022-12.pdf> (Hämtad 2023-12-06)

⁷⁴ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/943 av den 5 juni 2019 om den inre marknaden för el

⁷⁵ ENTSO-E, *DSO Entity & ENTSO-E Public consultation on Network Code for Demand Response - European Network of Transmission System Operators for Electricity*, 2023 <https://consultations.entsoe.eu/markets/public-consultation-networkcode-demand-response/> (Hämtad 2023-11-28)

⁷⁶ Europaparlamentets och rådets direktiv 2014/32/EU av den 26 februari 2014 om harmonisering av medlemsstaternas lagstiftning om tillhandahållande på marknaden av mätinstrument (omarbetning)

För att aggregering ska kunna komma till stånd på ett effektivt sätt behöver myndigheterna fortsätta samarbeta i frågan.

4.2.4 Metoder för verifiering

För att delta på stödtjänstmarknaderna finns villkor för hur leverantörer av balanstjänster ska ersättas för flexibilitetstjänster baserade på uppskattad levererad volym. Den levererade volymen är skillnaden mellan uppmätt och förväntad överföring utan aktivering (referensprofil). Beroende på stödtjänstmarknad och produkt finns idag olika villkor om krav på tillgång till mätvärden samt metoder för att bestämma en referensprofil. Metoden för verifiering är inte reglerad idag utan krav ställs via förkvalificeringsprocessen för de enskilda marknaderna.

Flera arbeten pågår inom EU och nationellt för att utveckla standardiserade modeller, metoder för verifiering och bestämmande av referensprofil. Frågan är aktuell i tidigare nämnda arbeten med revidering av EU:s elmarknadsförordning respektive elmarknadsdirektiv och Svenska kraftnäts regeringsuppdrag om kompensationsmekanism.

4.2.5 Åtgärder inom området nya roller som främjar aggregering

Myndigheterna bedömer att en relativt stor del hittills outnyttjad flexibilitetspotential kan främjas om ändamålsenliga krav på mätning, verifiering och avräkning ställs. Genom att fullfölja implementeringen av den nya rollen leverantör av aggregeringstjänster och stödja smart automatiserad styrning efter till exempel prissignaler kan incitamenten och förutsättningarna för att fler och mindre resursägare att erbjuda sina resurser till marknaderna stärkas. För att uppnå detta är det även viktigt att ta hänsyn till hela värdekedjan och främja en effektiv datahantering, standarder och harmonisering samt förkvalificering. Till exempel saknas det idag krav gällande undermätning. Det utgör ett hinder för att realisera flexibilitet eftersom det finns en osäkerhet om vilka mätvärden som kan användas. Krav på undermätning utgör en förutsättning för en korrekt kompensationsmekanism. Bristen på krav försvårar det befintliga uppdraget som Svenska kraftnät har om att ta fram en sådan.

Vi bedömer även att det kan komma att finnas behov av att se över regelverken för den nya rollen leverantör av aggregeringstjänster och rollen leverantör av balanstjänster så att bestämmelserna samverkar och inte innebär otydlighet i hur regelverken ska tolkas. Vidare finns behov av att analysera behov av ändringar i regelverk och kravställning om undermätning beroende på storlek och typ för alla nya resurser. Denna åtgärd skulle också ha bäring på flexibilitet för överföring som beskrivs i det följande eftersom aggregering kommer främja resursägares möjligheter att erbjuda sin flexibilitet på elmarknaderna som balansmarknaden eller dagen före- och intradagmarknaderna, och även lokala flexibilitetsmarknader.

Genom att omfatta alla resurser i kraven på undermätning såsom produktion, energilagring, flexibel förbrukning av regelverket för slutna distributionssystem bidrar det till att dessa resurser kan komma ut på marknaden.

Mer specifikt uttryckt så behöver följande områden skyndsamt tillgodoses genom en revidering av mättningsförordningen (1999:716) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el som rimligen även bör inkludera undermätning så att det för undermätning finns:

- krav på att någon aktör ansvarar för mätning av sådan förbrukning som används för systemtjänster samt för produktion
- krav på att någon aktör ansvarar för mätvärdesrapportering för förbrukning i uttagspunkter där elanvändare vill byta elhandlare
- krav på att all produktion ska bruttomätas (det vill säga utan den egna förbrukningen som används till produktionen) med samma tidsupplösning som i balansavräkningen.

En utredning bör ge svar på frågorna om, var och hur undermätning bör ske samt vem som är ansvarig för mätningen och vem som ska vara skyldig att rapportera mätvärdena. Det är också viktigt att utredningen säkerställer att kraven på mätningen är proportionella mot nyttan så att aggregering främjas för att i sin tur främja flexibiliteten.

Förslag till åtgärd	Ansvarig
Ändamålsenligt regelverk för undermätning och verifiering	Regeringen ger i uppdrag till myndigheterna
Regeringen föreslås ge uppdrag, i enlighet med myndigheternas respektive ansvarsområden, att utreda vilka ändringar i regelverk och kravställande för undermätning (mätning bakom anslutningspunkten till det koncessionspliktiga nätet) och verifiering som behövs för att främja att fler resurser kan bidra med flexibilitet. Krav på mätning och dess mätnoggrannhet för resurser av olika storlek och typ, samt alternativa metoder för verifiering bör utredas. Det bör ges svar på frågorna om, var och hur mätning bör ske samt vem som är ansvarig för mätningen och vem som ska vara skyldig att rapportera mätvärdena. Kostnadseffektivitet och främjande av aggregering bör beaktas.	

4.3 Flexibilitet för ett mer effektivt nätnyttjande

En viktig utmaning i elektrifieringen är att möta takten i efterfrågan på nätens överföringsförmåga. Det kommer krävas omfattande utbyggnad och förstärkning av elnätet på olika spänningsnivåer för att kunna tillgodose det växande behovet av överföring av el.

För att kunna möjliggöra anslutningar till elnäten i områden med kapacitetsbrist eller med begränsad överföringskapacitet fram till dess att samhällsekonomiskt motiverade nätförstärkningar kan realiseras, givet nätägarnas anslutningsplikt behöver de befintliga näten användas mer effektivt för att kunna frigöra

nätkapacitet och möjliggöra för nyanslutning. I det sammanhanget spelar ökad flexibilitet i nyttjandet av nätet en stor roll. I deluppdrag 3 *Flexibilitet i distributionsnäten - Förutsättningar för ett effektivt nätutnyttjande* och även i deluppdrag 1 *Strategisk handlingsplan för ökad flexibilitet* diskuteras de olika verktyg som distributionsnätsföretagen har för att tillgå flexibilitet och åstadkomma ett effektivt nyttjande av nätet.

Sedan i april när myndigheterna redovisade nämnda rapporter har vi identifierat områden som behöver ytterligare arbete:

- Samverkan mellan transmissionsnät och region- och lokalnät gällande anslutningsprocesser
- Villkorade avtal för anslutning och nyttjande av nätet samt hur de kan samexistera med marknadsbaserad anskaffning av flexibilitetstjänster
- Nätföretagens samverkan gällande lokala flexibilitetsmarknader
- Förtydligande av roller- och ansvar för nätet

Just nu pågår ett arbete inom EU med att ta fram nya regler för efterfrågeflexibilitet i enlighet med elmarknadsförordningen. Detta arbete beskrevs i deluppdrag 3 utifrån det som var känt då om hur reglerna kommer att utformas slutligt, det är ett arbete som pågår. De kommande reglerna ska förtydliga hur specifika artiklar i elmarknadsförordningen och elmarknadsdirektivet ska genomföras⁷⁷. Syftet med reglerna är att möjliggöra för flexibilitetsresurser i form av efterfrågeflexibilitet, energilagring och distribuerad produktion, att få tillgång till elmarknaderna samt att underlätta nätföretagens anskaffning av tjänster på ett marknadsbaserat sätt.

De kommande reglerna väntas bland annat innebära att nätföretagen i varje medlemsland, distributions- och transmissionsnätsföretag, gemensamt ska få uppdraget att föreslå tre uppsättningar av nationella villkor som rör användning av flexibilitetstjänster på lokal nivå:

- Villkor för leverantörer av flexibilitetstjänster
- Villkor för utformning av lokala flexibilitetsmarknader
- Villkor för samordning mellan nätföretag.

Den 29 september 2023 delade ENTSO-E och EU DSO Entity ett första utkast till den kommande förordningen. Av utkastet framgår det att flera frågor som identifierades i deluppdrag 3 som viktiga kan komma att lämnas för att avgöras på

⁷⁷ Elmarknadsförordningen Artikel 59.1 anger att nya regler ska tas fram för att förtydliga genomförandet av Artikel 57 i elmarknadsförordningen och Artiklarna 17, 31, 32, 36, 40 och 54 i elmarknadsdirektivet

nationell nivå. Det handlar till exempel om processen för att gemensamt utarbeta förslag på nationella villkor och samspelet mellan marknadsbaserade och icke-marknadsbaserade flexibilitetslösningar.

För att kunna uppnå ett effektivt nätnyttjande och ett effektivt nyttjande av de flexibilitetsresurser som finns i näten krävs det en ökad samordning mellan nätföretagen, som ansvarar för olika delar av nätet på olika spänningsnivåer. När utmaningarna med kapacitetsbrist i näten ökar, ökar också behovet av effektiv samordning.

4.3.1 Samverkan mellan transmissionsnät och regions- och lokalnät gällande anslutningsprocesser

I deluppdrag 1 identifierades utmaningar kopplade till informationsdelning mellan nätföretagen och de krav som ställs vid förfrågningar om anslutning. Genom att ge korrekta prissignaler för anslutning till och nyttjande av nätet kan investeringar stimuleras till rätt geografiskt ställe i elnätet och till rätt spänningsnivå i elsystemet, till störst nytta för samhället. Mot bakgrund av en tidigare rapport⁷⁸ rörande dagens kravställande vid nyanslutning som överlämnades till regeringen i mars 2023 har Svenska kraftnät och Ei har var sitt regeringsuppdrag som för närvarande pågår.

Det första uppdraget⁷⁹ innebär att Svenska kraftnät senast den 31 december 2023 ska redovisa kompletteringar till myndighetens befintliga vägledning för anslutning till transmissionsnätet avseende; ändamålsenliga krav på mognadsgrad hos anslutande part; krav på delning av information mellan nätföretag om överlappande förfrågningar om anslutning eller utökad abonnemang samt krav på delning av information mellan berörda nätföretag och anslutande part som har betydelse för Svenska kraftnäts hantering av anslutningsärendet. Vidare ska Svenska kraftnät senast den 31 januari 2024 publicera allmänna råd och rekommendationer för nätföretag där affärsverkets krav på mognadsgrad, krav på informationsutbyte och turordningsprinciper samt rutiner för hantering av villkorade avtal beskrivs utifrån ett systemansvarsperspektiv (se nästa avsnitt). Informationsutbytet med anslutande part ska beaktas särskilt.

Det andra uppdraget⁸⁰ innebär att Ei ska utreda hur man kan utveckla och effektivisera informationsdelningen mellan den som ansöker om anslutning eller utökad abonnemang, regional och lokalnätsföretag och transmissionsnätsföretag. I

⁷⁸ I2021/03311, I2021/03196 (delvis), I2021/02784 samt I02135 och I02041

⁷⁹ "Uppdrag att effektivisera processen för anslutning till transmissionsnätet", dnr KN2023/03425, <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2023/06/uppdrag-att-effektivisera-processen-for-anslutning-till-transmissionsnaten/> (Hämtad 2023-12-04)

⁸⁰ "Uppdrag att utreda en utvecklad och effektiv informationsdelning vid ansökningar om nya anslutningar till elnäten", dnr KN2023/03426, <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2023/06/uppdrag-att-utreda-en-utvecklad-och-effektiv-informationsdelning-vid-ansokningar-om-nya-anslutningar-till-elnaten/> (Hämtad 2023-12-04)

uppdraget ingår att lämna förslag på nödvändiga författningsändringar för att utveckla och effektivisera informationsdelningen mellan aktörerna. Senast den 27 mars 2024 ska arbetet redovisas. Vid genomförandet av uppdraget ska Ei föra dialog med och inhämta kunskap från Svenska kraftnät och andra berörda aktörer.

Svenska kraftnät avser att tillsammans med berörda parter fortsätta med eller vidta åtgärder som identifierades inom deluppdrag 1 för att effektivisera och korta ned ledtiderna för anslutning och ta fram en ny vägledning för anslutning till transmissionsnätet för att ytterligare öka förmågan till flexibiliteten i elsystemet. Mer specifikt avses analys av flexibilitetspotential vid en förfrågan om anslutning till transmissionsnätet och möjligheterna att ställa krav för att kunna realisera potentialen.

Genom att stödja smart automatiserad styrning efter till exempel prissignaler och främja en effektiv datahantering, standarder och harmonisering, förkvalificering genom hela värdekedjan så kan incitamenten och förutsättningarna för ett mer effektivt nyttjande av näten i elsystemet främjas så att hitintills outnyttjad flexibilitet kan realiseras. Åtgärden "Ändamålsenligt regelverk för undermätning och verifiering" som beskrivs i avsnitt 4.2.3. blir viktig även i detta sammanhang.

4.3.2 Villkorade anslutningsavtal och nätnyttjande

I deluppdrag 1 lyftes anslutningsvillkorens betydelse för att främja flexibilitet i elsystemet. Bland annat framhölls att utformningen av villkoren för anslutning kan påverka aktörernas intresse att vara flexibla i sin elförbrukning. Villkoren skulle kunna stimulera till ökad flexibilitet, givet att de är rätt utformade, och bidra till att befintligt nät nyttjas så effektivt som möjligt.

En fråga som ofta lyfts fram som en möjliggörare för flexibilitet och för att nyttja befintligt nät mer effektivt, även när det är trångt i nätet, är så kallade villkorade anslutningsavtal⁸¹. Med villkorade anslutningsavtal menas avtal med anslutande part där den har möjlighet att begränsa uttagen eller inmatad effekt.

Ei har utrett hur villkorade avtal får användas för att hantera överbelastning genom omdirigering. I rapporten *Villkorade avtal*⁸² som publicerades i april 2023 påpekas att marknadsbaserade mekanismer är det som i första hand ska nyttjas för att hantera överbelastning i den mån det är möjligt för att nyttja nätet mer effektivt. Villkorade avtal finns inte särskilt utpekade i regelverket idag men bör omfattas av bestämmelserna för omdirigering i artikel 13 i EU:s elmarknadsdirektiv. I den nya

⁸¹ Det bör i sammanhanget noteras att i grunden är alla anslutningsavtal villkorade med hänsyn till Svenska kraftnäts mandat att upprätthålla driftsäkerhet som kan innebära att en in- och utmatning till nätet kan kopplas bort. Med villkorade avtal avse i detta sammanhang menas en "extra tilldelad effekt" för en anslutningspunkt behäftat med särskilda villkor.

⁸² Energimarknadsinspektionen, *Villkorade avtal Ei R2023:08*, 2023

<https://ei.se/download/18.3505eeff187793de11f49c6/1681906296806/Villkorade-avtal-Ei-R2023-08.pdf>

(Hämtad 2023-11-21)

kommissionsförordningen för efterfrågeflexibilitet som arbetas fram på europeisk nivå förväntas nya bestämmelser om villkorade avtal beröras, särskilt rörande hur dessa kan samexistera med marknadsbaserade.

Svenska kraftnät har under 2023 sett över möjligheterna för så kallade flexibla abonnemang i transmissionsnätet. Med flexibla abonnemang menas både abonnemang där uttag eller inmatning kan begränsas (vanligtvis kallade villkorade avtal) och abonnemang där tillåten inmatning eller utmatning i stället varierar uppåt utifrån en garanterad lägstanivå (Svenska kraftnät har i studien valt att kalla dessa abonnemang dynamiska abonnemang). Resultatet av studien pekar på att kapacitet kan frigöras stora delar av året och därigenom möjliggöra anslutning av industrier och elproduktion. Arbetet har inletts för att ta fram avtalsformer för denna typ av anslutning, parallellt med att nödvändigt systemstöd utreds och kravställs. Datum för en eventuell introduktion av villkorade eller flexibla abonnemang är oklart då stora beroenden till pågående utvecklingsprojekt finns.

Överföringstariffer ska enligt ellagen och elmarknadsförordningen vara objektiva och icke-diskriminerande. En översyn av transmissionsnätstariffen behöver göras inför att kunna villkora tariffen eftersom villkoren behöver vara lika för alla nätkunder. Att endast ge en eller några nätkunder i en anslutningspunkt möjlighet till villkorat abonnemang bedöms strida mot kravet på icke-diskriminerande tariffer. Det behöver därför utredas hur villkorad anslutning och/eller villkorade överföringstariffer avseende effekt rymms inom befintligt regelverk eller om regeländring krävs. Svenska kraftnät genomför just nu en översyn av överföringstariffen inklusive frågan om en effektkomponent, i enlighet med EIFS 2022:1. Den nya tariffstrukturen ska träda i kraft senast 1 januari 2027. Effekttavgiften kommer att ingå i denna översyn. Genom att anpassa villkoren för nättarifferna (struktur) efter efterfrågan ges möjlighet till mer flexibilitet samt ett mer effektivt nyttjande av nätet. En förbättrad utformning av effekttavgiften (del av tariffen) skulle främja flexibiliteten och bidra till ett mer effektivt nätnyttjande samtidigt som det skulle minska eller senarelägga behovet av investeringar i nätet.

För att kunna möjliggöra anslutningar till transmissionsnätet i områden med kapacitetsbrist eller med begränsad överföringskapacitet fram till dess att samhällsekonomiskt motiverade nätförstärkningar kan realiseras, avser Svenska kraftnät arbeta i parallella led med olika tidsperspektiv.

- Det ena är att på kort sikt arbeta med förutsättningar för villkorade anslutningsavtal och hantering utifrån befintligt regelverk i en övergångsfas, där behovet av eventuella anpassningar i regelverk över tid synliggörs. Här inryms bland annat att titta på möjligheten att erbjuda villkorade anslutningsavtal i de anslutningspunkter där en prima anslutning inte är möjlig

i dagsläget. För effekten i det villkorade anslutningsavtalet tecknar nätkunden ett ordinarie effektabonnemang och betalar nätavgift enligt gällande prislista.

- Det andra är att på medel-lång sikt arbeta fram villkorade/flexibla anslutningsavtal och nyttjandeavtal med villkorad/flexibel överföringstariff som är anpassade efter ny tariffstruktur och ändrade regelverk. Behov av både nyanslutningar och utökningar av tilldelade effektabonnemang i befintliga anslutningar är stort och förutsättningar för att möta det behovet ligger förutom i dagens regelverk också i vad som tekniskt är görligt med hänsyn till kraven om driftsäkerhet och leveranssäkerhet. De tekniska förutsättningarna ges i grunden av rådande roll- och ansvarsfördelning för de olika spänningsnivåerna nätet.

Tydlighet kring hur villkorade avtal för anslutning och nyttjande, och marknadsbaserad anskaffning av flexibilitetstjänster kan samexistera

Ei har som nämndes i avsnittet ovan konstaterat att marknadsbaserade mekanismer är det som i första hand ska nyttjas för att hantera överföringsbegränsningar. Det kan finnas situationer där marknadsbaserade lösningar inte är tillräckliga eller lämpliga och där villkorade (anslutnings-) avtal kan vara en lösning.

Ei konstaterar vidare att regelverket kring villkorade avtal inte är tydligt vare sig i det svenska regelverket eller i EU-regelverket. Otydligheten om hur marknadsbaserad anskaffning av flexibilitetstjänster kan samexistera med villkorade avtal utan att medföra påverkan på elmarknaderna negativt kan i sig vara ett hinder för att nätföretagen ska kunna nyttja flexibilitet på ett effektivt sätt i näten. En risk med att använda villkorade avtal är att flexibilitetspotential låses in, potential som annars hade kunnat erbjudas till marknaderna. Detta kan även göra att utvecklingen av lokala flexibilitetsmarknader hämmas eftersom efterfrågan på och utbudet av flexibilitetsresurser via flexibilitetsmarknader minskas.

Det förslag till kommande kommissionsförordningen för efterfrågefexibilitet⁸³ som var på remiss under perioden 29 september till 10 november 2023 föreslår att förordningen ska innehålla bestämmelser om samspelet mellan villkorade avtal och marknadsbaserade mekanismer. Enligt det nuvarande förslaget (som kan komma att ändras) ska frågan om samspelet kring vissa frågor beslutas om på nationell nivå, vilket ytterligare förstärker behovet av att Ei i egenskap av nationell tillsynsmyndighet, liksom Svenska kraftnät som systemansvarigt transmissionsnätsföretag, fortsatt arbetar med frågan på ett proaktivt sätt. Det kan

⁸³ EU DSO Entity and ENTSO-E DRAFT Proposal for a Network Code on Demand Response https://consultations.entsoe.eu/markets/public-consultation-networkcode-demand-response/supporting_documents/Network%20Code%20Demand%20Response%20v1%20draft%20proposal.pdf (Hämtad 2023-11-21)

exempelvis vara värdefullt att studera hur andra länder inom EU har valt att tillämpa villkorade avtal och lokala flexibilitetsmarknader.

Myndigheterna avser att fortsätta arbeta med dessa frågor i dialog även när detta uppdrag har slutredovisats.

4.3.3 Nätföretagens samverkan gällande lokala flexibilitetsmarknader

Enligt ramriktlinjen för den kommande kommissionsförordningen för efterfrågefleksibilitet ska processen för utvecklingen av nätföretagens gemensamma förslag till nationella villkor tas fram nationellt. I deluppdrag 3 skrev vi att de nya reglerna förväntas beskriva i stora drag hur processen för etableringen av lokala flexibilitetsmarknader ska se ut, men baserat på det förslag som nu varit på remiss kan vi förvänta oss att detta till största delen lämnas till nationell nivå. Enligt förslaget ska nätföretagen tillsammans, distributions- och transmissionsnät företag, ta fram ett förslag på process för framtagande av nationella villkor som ska godkännas av Ei.

Mot bakgrund av att Sverige har många nätföretag som ska samverka kan det gemensamma framtagandet av nationella villkor bli en utmanande uppgift. Det kan även bli utmanande att föreslå en process där samtliga nätföretag kan representeras på ett bra sätt, inklusive Svenska kraftnät. Nätföretagen har aldrig tidigare haft en sådan gemensam uppgift i Sverige. Det finns därför anledning att systematiskt och ingående diskutera nätföretagens möjligheter till samarbete och samverkan i Sverige. Vår uppfattning är att formella arbetsformer behöver etableras för att distributionsnät företagen ska kunna lägga fram gemensamma förslag tillsammans med Svenska kraftnät. Det är även en praktisk förutsättning för att Ei ska ha förutsättningar att pröva förslagen på effektiva sätt.

Vidare, när det kommer till utvecklingen av lokala flexibilitetsmarknader, anser vi att det är viktigt att distributionsnät företagen tillsammans med Svenska kraftnät hittar former för kunskapsutbyte och skapar förutsättningar för nationell harmonisering på områden där det är lämpligt. Ei och Energimyndigheten kan underlätta samverkan genom exempelvis Ei:s dialogforum EFFEKT-dialogen och Energimyndighetens möjligheter att anordna forum. Flera distributionsnät företag deltar redan aktivt i samarbetet kring flexibilitet inom branschorganisationen Energiföretagen. Det förs även dialog mellan Energiföretagen och Svenska kraftnät liksom med Ei rörande utvecklingen av lokala flexibilitetsmarknader och de kommande EU-reglerna för efterfrågefleksibilitet.

För att systematisera och formalisera nödvändiga processer som säkerställer att alla nätföretag har möjlighet att bidra och påverka de nationella villkoren kan det alltså övervägas om det är möjligt och lämpligt att genom lagstiftning upprätta en nationell organisation för alla region- och lokalnät företag, som skulle ha vissa

utpekade uppgifter och ansvarsområden. I en sådan organisation bör också inkludera Svenska kraftnät för att alla nätföretag ska representeras. Upprättandet av en sådan organisation skulle även kunna avvaktas och ske genom framtagandet av nationella villkor enligt den kommande kommissionsförordningen. Sammanfattningsvis, för att undersöka lämpliga former, föreslår vi att Ei ges i uppdrag att utreda behovet och förutsättningarna att upprätta en nationell organisation för distributionsnätsföretag.

Förslag till åtgärd	Ansvarig
Utreda behovet av en nationell organisation för distributionsnätsföretag och transmissionsnätsföretag	Regeringen ger uppdrag till Ei
Utreda behovet och förutsättningarna att upprätta en nationell organisation för distributionsnätsföretag och transmissionsnätsföretag med särskilt utpekade uppgifter och ansvar, med hänsyn till de nya uppgifter som följer av kommande kommissionsförordning om efterfrågeflexibilitet.	

4.3.4 Behov av förtydligande av roller- och ansvar för nätet

För att ge rätt förutsättningar för nätföretagen att kunna nyttja näten mer effektivt och möta det ökade behovet av anslutning till nätet är det viktigt att nätföretagens gränssnitt och samordning är ändamålsenlig och välfungerande. Som ett led i detta är det viktigt med en tydlig och ändamålsenligt roll- och ansvarsfördelning mellan nätföretagen när de ansvarar för olika spänningsnivåer. Nuvarande roll- och ansvarsfördelning mellan lokal-, region- och transmissionsnätsföretag skapar utmaningar med att upprätthålla en kostnadseffektiv och stabil driftsäkerhet i överföringssystemet, till exempel genom svårighet att ställa krav på kraftproduktionsmoduler och förbrukningsanläggningar som ansluter till region- och lokalnät. För att efterleva nuvarande och kommande krav är det viktigt att nätföretagen ges verktyg som står i proportion till de tilldelade ansvarerna. Även sett i ljuset av implementeringen av kommande kommissionsförordning för efterfrågeflexibilitet och framtagandet av de mer specifika nationella villkoren kring lokala flexibilitetsmarknader och icke marknadsbaserad anskaffning av kapacitet såsom till exempel villkorade anslutningsavtal är det viktigt att gränssnittet mellan distributionsnät och transmissionsnät är tydligt. Detta är något som poängteras i den pågående myndighetsöversynens delrapport om Svenska kraftnät ⁸⁴.

För att underlätta samordning och kravställning på nätföretagen och ge förutsättningar för att bättre kunna möta både befintliga och kommande krav kan det vara aktuellt att förtydliga roll- och ansvarsfördelningen mellan Svenska kraftnät och distributionsnätsföretagen. Detta är i linje med det som regeringen föreslår i sin översyn av myndigheters uppgifter och ansvar inom energiområdet – delrapport Svenska kraftnät. Utredningen föreslår att Svenska kraftnät, med

⁸⁴ Klimat- och näringslivsdepartementet, *Översyn av myndigheters uppgifter och ansvar inom energiområdet - delrapport Svenska Kraftnät*, dnr KN2023/04160

utgångspunkt i ett elförsörjningsperspektiv, får ansvar för att samordna den långsiktiga planeringen av det nationella elsystemet och sammanlänkningen av detta med andra länder. Med elsystemet avses alla produktionsanläggningar för överföring och distribution av el på central, regional och lokal nivå inklusive alla anslutningar till dessa.

Myndigheterna anser att frågan om roller och ansvar för nätet är viktigt för ett effektivt nätnyttjande och för att främja effektiva anslutningsprocesser till nätet och det kan därför finnas skäl att se över frågan. Myndigheterna har inom ramen för detta uppdrag inte haft möjlighet att fördjupa sig i frågan och avvaktar därför med att gemensamt föreslå åtgärder på området.

5 Förslag till handlingsplan

I detta kapitel presenteras ett förslag till handlingsplan baserad på både tidigare presenterade åtgärdsförslag från deluppdrag 1–4 samt nya åtgärdsförslag som identifierats i kapitel 4. Detaljerade beskrivningar och resonemang kring tidigare presenterade åtgärdsförslag återfinns i respektive deluppdrags rapport.

Vi vill understryka att flera av åtgärderna förstärker varandra och att helhetsbilden är viktig för att effektivt kunna främja mer flexibilitet i elsystemet.

Handlingsplanen är strukturerad utifrån fem utvecklingsområden baserat på åtgärder som bedöms hänga ihop eller förstärka varandra:

- Flexibilitet från industriella aktörer
- Aggregering, obalansjustering, rätt mätning och avräkning
- Effektivt nätnyttjande
- Utveckling av och information om balansmarknaden
- Kundinformation

Vissa av åtgärdsförslagen kan bidra till att främja flexibilitet inom flera utvecklingsområden i och med att elsystemets olika delar hänger ihop och påverkar varandra. För några åtgärdsförslag behövs det inga åtgärder av regeringen men i vissa fall föreslår vi att ett särskilt uppdrag ges till den berörda myndigheten eller myndigheterna innan arbete påbörjas. I så fall framgår det i samband med förslaget.

Som en del av handlingsplanen vill vi även lyfta hur myndigheterna kan fortsätta med att bedöma behovet och potentialen för flexibilitet i Sverige framåt. I avsnitt 3.5.2. konstaterar vi att arbetet med att gemensamt ta fram en metod för att simulera behovet av flexibilitet har bidragit till ökad samverkan och kunskapsutbyte mellan myndigheterna. Vi föreslår därför att Energimyndigheten och Svenska kraftnät inom ramen för sina uppdrag och i dialog med Ei fortsätter att samarbeta kring att modellera behovet av flexibilitet i elsystemet.

5.1 Flexibilitet från industriella aktörer

Elektrifieringen av industrin står för en stor del av det ökade elbehovet de kommande åren. Genom att få in mer flexibilitet redan på dagen före marknaden skulle en del av de högsta efterfrågetopparna kunna kapas och då även de högsta elpriserna.

Vi bedömer att det finns en outnyttjad flexibilitetspotential inom industrin, även om förutsättningarna är olika mellan olika branscher och mellan olika storlekar på företag. Vi identifierar inga regulatoriska hinder för industrier att reagera på prissignaler eller lägga flexibla användarbud på marknaderna (själva eller via elhandlare), men möjligheten nyttjas bara i begränsad utsträckning. Åtgärder behövs därför för att öka kunskapen hos myndigheterna såväl som hos industriföretagen om förutsättningarna för industrin att vara flexibel med sin elanvändning. Stora elförbrukare använder ofta olika former av prissäkringsstrategier för att få mer förutsägbara kostnader och kan då i vissa fall nås i mindre grad av prissignaler från marknaden, beroende på vilket upplägg som valts.

Om de industriella aktörerna redan inför investering i elektrifierings- och digitaliseringsåtgärder eller vid nyetablering har incitament att undersöka deras egna möjligheter till att bidra med flexibilitet kan mer kostnadseffektiv flexibilitetspotential realiseras.

En alternativ signal kan då behövas för att öka förutsättningarna för industrin att vara flexibel med sin elanvändning.

Två åtgärdsförslag för att öka flexibilitet från industrin presenteras nedan.

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag	Status	Ansvarig
1	Utredning kring Industrins möjligheter om flexibel elanvändning	5	Nytt förslag. Se avsnitt 4.1.2.	Regeringen ger i uppdrag till Energimyndigheten
	Energimyndigheten föreslås att få ett uppdrag att, i dialog med Ei, kartlägga industrins möjligheter till flexibilitet och hur elavtalsformerna stöttar flexibel användning samt ge förslag på fortsatt arbete.			
2	Ekonomiskt Incitament för Industrin kring flexibel användning	5	Nytt förslag. Se avsnitt 4.1.3.	Regeringen ger i uppdrag till Energimyndigheten
	Energimyndigheten föreslås att få i uppdrag att utreda styrmedel för utökade incitament för industrin att bidra med flexibilitet t.ex. genom en villkorad energiskattereduktion eller investeringsstöd.			

5.2 Aggregering, obalansjustering, rätt mätning och avräkning främjar flexibilitet

För att hantera det ökade behovet av flexibilitet behöver vi utöver att arbeta med nya marknadslösningar och digitalisering också vidta åtgärder för att stödja införandet av flexibla förmågor utifrån olika tidskalor. Kommande övergång till 15-minuters handelsprodukter på elmarknaden och de nya rollerna leverantör av aggregeringstjänster och leverantör av balanstjänster bedöms kunna bidra till att främja flexibiliteten betydligt men det förutsätter att rätt förutsättningar finns för ett effektivt datautbyte, ändamålsenliga regelverk för bland annat mätning och verifiering.

För att det ska vara möjligt för förbrukare att svara på prissignaler i rätt tid och på så sätt påverka sina kostnader för el, eller kunna få betalt för den flexibilitet som levereras är det viktigt att hela kedjan från förkvalificering, mätning, verifiering och avräkning fungera smidigt. Detta blir särskilt viktigt vid införandet av de nya rollerna leverantör av aggregeringstjänster och leverantör av balanstjänster som möjliggör för fler små flexibilitetsresurser att delta på marknaderna.

Vi presenterar här åtgärder kopplade till mätning och hantering av mätdata, aggregering och avräkning som är viktiga för att kunna realisera flexibilitet effektivt. Vi vill understryka att helheten är viktig i detta sammanhang och att hela kedjan behöver fungera väl.

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
3	Förtydliga och förenkla regler kring balansansvar; BRP och BSP samt aggregatorrollen	Deluppdrag 1, Förslag b	Pågående Aggregatorrollen from 1 juni 2023. Arbete pågår med att ta fram kompensationsmodell.	Svenska kraftnät och Ei
	Ta fram förslag till kompensationsmodell som kompenserar elleverantörer för sådana kostnader som uppstår vid aktivering av efterfrågefexibilitet från en leverantör av aggregeringstjänster. Genom att anpassa reglerna blir det lättare för mindre aktörer och aktörer med mindre resurser att delta aktivt på lokala flexibilitetsmarknaderna antingen direkt eller via en aggregator.			
4	Införande av central datahubb	1.c och 3	Ej påbörjat	Regeringen, Svenska kraftnät och Ei
	En elmarknadshubb är fundamental för en effektiv datahantering mellan aktörer och nätföretag. En central datahubb skulle skapa förutsättningar för konkurrens på mer lika villkor mellan etablerade och nya aktörer, tex aggregatorer, eftersom en hubb skulle ge alla potentiella flexibilitetsleverantörer samma förutsättningar att få tillgång till data. En hubb kan underlätta för hantering av mätdata, fullmakter och kunddata i syfte att frigöra flexibilitet, något som idag är tids- och resurskrävande för aktörerna.			

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
5	Utreda förutsättningar för att kravställa om möjlighet till avtal med högre tidsupplösning i avtal och mätning Genom att möjliggöra för att nätkunderna i sina avtal kan få ökad tidsupplösning kan ökad flexibilitet främjas hos förbrukarna.	1.f	Pågående	Regeringen och Ei
6	Möjliggör delning av information om elanvändning och elproduktion Ei bedömer att det finns ett behov av att möjliggöra delning av relevant information mellan och inom både hushåll och företag så som information om elanvändning, elproduktion, kostnader och intäkter. Detta i syfte att främja medborgarnas tillgång till information som är av relevans för beslut kopplade till val av avtal, investeringar i teknik och bildandet av kollektiva initiativ så som energigemenskaper som kan möjliggöra och främja efterfrågeflexibilitet både på kundnivå och kollektiv nivå. Ei avser att inleda en dialog med branschen i frågan.	2.e	Ej påbörjat. Avser påbörjas under 2024	Ei
7	Ändra bestämmelser som motverkar att korrekta prissignaler och prissättning av flexibilitet når kunden Ei föreslår att månadsavräkningen på el slopas så att elanvändningen prissätts korrekt. Det i sin tur är en förutsättning för att flexibiliteten ska kunna prissättas korrekt. Ei har tidigare utrett kostnader och nyttor och har föreslagit lämpliga ändringar i ellagen. Ei kommer att utreda om konsekvensutredning och förslag till ändringar i ellag och mätförordning behöver uppdateras.	2.f	Ej påbörjat Förslaget kräver revidering av mätförordningen	Ei
8	Följ utvecklingen av energigemenskaper och frågan om virtuell delning av energi Ei avser att följa utvecklingen av energigemenskaper och delning av el i syfte att identifiera eventuella åtgärder som kan behövas för att säkerställa medborgarnas möjligheter att bilda och delta i energigemenskaper och dela energi. Ei bedömer att det finns ett behov av att utreda frågan om virtuell delning av energi då mycket pekar på att virtuell delning skulle kunna främja investeringar i förnybar energiproduktion och ökad efterfrågeflexibilitet. EU-kommissionen har i mars 2023 lämnat förslag till ändringar i elmarknadsförordningen och elmarknadsdirektivet som berör frågan om bland annat virtuell delning av energi, varför Ei bedömer det lämpligt att avvakta med att utreda frågan till dess att översynen är genomförd.	2.g	Ej påbörjat. Avser påbörjas under 2024	Ei
9	Driv arbetet med standardisering Energimyndigheten avser att tillsammans med andra aktörer fortsätta arbetet med att driva öppna och gärna standardiserade protokoll för produkter som kan stötta elsystemet med efterfrågeflexibilitet, såsom värmepumpar, elbilsladdare och batterier.	4.a	Pågår	Energimyndigheten, aktörer
10	Sluppmässig fördröjning med uppstart Energimyndigheten eller annan myndighet föreslås få i uppdrag att undersöka möjligheten att få till stånd en sluppmässig uppstartsfördröjning för att minska risk för samtidiga stora användarförändringar.	4.b	Ej påbörjat. Särskilt uppdrag krävs.	Energimyndigheten eller annan myndighet
11	Mätning med tillräcklig tillförlitlighet även utan elmätare Swedac föreslås få i uppdrag att undersöka om det finns tillräckligt tillförlitliga sätt att mäta som möjliggör efterfrågeflexibilitet från produkter även om inte elmätare finns installerad	4.c	Ej påbörjat. Särskilt uppdrag krävs.	Swedac
12	Stöd för eftermonterad smart styrning Energimyndigheten föreslås få i uppdrag att utreda möjligheten till ett investeringsstöd till privatpersoner, fastighetsägare och verksamhetsutövare för eftermonterad smart styrning	4.e	Ej påbörjat. Särskilt uppdrag krävs.	Energimyndigheten

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
13	Krav på kommunikationsprotokoll vid statligt investeringsstöd till elbilsaddning	4.d	Ej påbörjat	Någon av myndigheterna som idag har bidrag
	Lämplig myndighet föreslås få i uppdrag att ställa krav på protokoll som elbilsaddare skall ha för att vara berättigad till ett statligt investeringsstöd och utreda om det är möjligt även för laddning av tunga fordon.			
14	Ändamålsenligt regelverk för undermätning och verifiering	5	Nytt förslag. Se avsnitt 4.2.5.	Regeringen ger i uppdrag till myndigheterna
	Regeringen föreslås ge uppdrag, i enlighet med myndigheternas respektive ansvarsområden, att utreda vilka ändringar i regelverk och kravställande för undermätning (mätning bakom anslutningspunkten till det koncessionspliktiga nätet) och verifiering som behövs för att främja att fler resurser kan bidra med flexibilitet. Krav på mätning och dess mätnoggrannhet för resurser av olika storlek och typ, samt alternativa metoder för verifiering bör utredas. Det bör ges svar på frågorna om, var och hur mätning bör ske samt vem som är ansvarig för mätningen och vem som ska vara skyldig att rapportera mätvärdena. Kostnadseffektivitet och främjande av aggregering bör beaktas.			

5.3 Effektivt nätutnyttjande

Ökningen av elanvändning, nyetableringen av elintensiva anläggningar och distribuerad produktion sätter press på elnätet, på alla spänningsnivåer, som inte kan byggas ut i samma takt som efterfrågan ökar. För att kunna nyttja nätet mer effektivt och frigöra nätkapacitet för anslutning krävs att nätföretagen utvecklar nya förmågor och arbetssätt. Det behövs en tydlig roll- och ansvarsfördelning och samverkansformer mellan nätföretagen. Detta gäller såväl i anslutningsprocess som i planering och drift av näten. Genom att ha med perspektivet om effektivt nätutnyttjande redan i anslutningsprocessen ges bättre förutsättningar att nyttja befintliga resurser på bästa sätt.

Nätföretagen har olika verktyg för att frigöra flexibilitet och det är viktigt att dessa används effektivt, både väl utformade elnätstariffer på alla spänningsnivåer, lokala marknader för flexibilitetstjänster och eventuella icke marknadsbaserade lösningar så som till exempel villkorade anslutningsavtal. Vidare är en väl utformad indelning av elområden en förutsättning för effektivt nätutnyttjande. För närvarande pågår en översyn av Sveriges elområden vilket bör ge incitament för ökad flexibilitet på rätt ställen i nätet.

Här presenteras åtgärdsförslag för ett mer effektivt nätutnyttjande, vilka beskrivs mer i detalj i deluppdrag 1 och 3 samt i kapitel 4.3 i denna rapport.

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
15	Utveckla villkor för anslutning och turordningsprincip	Deluppdrag 1, Förslag a	Pågående ⁸⁵	Svenska kraftnät, Ei
	För att åstadkomma en effektiv process behöver anslutningsprocessen utvecklas för att i högre grad ta hänsyn till mognadsgraden i de bakomliggande behoven med syfte att minska blockeringar och därmed effektivare bidra till ökad flexibilitet.			
16	Öka samspelet med aktörerna och ge tidlig indikation	1.b	Påbörjat, kommer att vidare utvecklas kontinuerligt	Svenska kraftnät i dialog m nätföretag och aktörer
	Genom att lyfta aspekter tidigt i en dialog där investeringar som t.ex. i nät eller förbrukning/produktion planeras, så att förutsättningarna är tydliga och så att Svenska kraftnät och regionnätföretagen har, och kan ge, korrekt information ges en anslutande part möjlighet att få en uppfattning om vilka förutsättningar som gäller för anslutning i ett specifikt område eller spänningsnivå			
17	Inventera befintliga anslutningar	1.c	Påbörjat (kontinuerlig process)	Svenska kraftnät i dialog m nätföretag och aktörer
	Genom att inventera befintliga anslutningar och se över möjligheterna till att anpassa avtalet där kapaciteten inte nyttjas för att minimera outnyttjad kapacitet skulle nätkapacitet kunna frigöras till nytta för andra aktörer.			
18	Inventera lokalisering för framtida elintensiva aktörer i samråd med regionnätägare och aktörer	1.d	Påbörjat (kontinuerlig process)	Svenska kraftnät i dialog m nätföretag och aktörer
	Genom att kartlägga var lokalisering av elintensiva aktörer kan anslutas till elnätet och var flexibilitet behövs i både transmissionsnät och distributionsnät samt genomföra systemstudier för en mer effektiv nätplanering och nätnyttjande uppnås.			
19	Ta fram en kapacitetskarta med information om tillgänglig kapacitet inom ett område	1.e	Påbörjat (kontinuerlig process)	Svenska kraftnät i dialog m nätföretag och aktörer
	Genom att tillhandahålla en kapacitetskarta på övergripande nivå som ger indikativ information om var kapacitet finns inom ett område med ett antal anslutningspunkter skulle aktörerna ges bättre planeringsförutsättningar.			
20	Se över behov att anpassa transmissionsnät-tariffen och tariffstrukturen	1.a	Pågående. Ny tariffstruktur ska finnas 1 januari 2027.	Svenska kraftnät
	Görs inom ramen för pågående översyn av transmissionsnätstariff. För att fortsatt få korrekta prissignaler för att skapa förutsättningar för en effektiv utbyggnad och utnyttjande av transmissionsnätet			
21	Se över nuvarande abonnemangshantering och förutsättningarna för villkorade abonnemang	1.c	Pågående	Svenska kraftnät
	Detta ingår i pågående översyn av effektavgiften inom ramen för tarifföversynen samt pågående arbetet med att effektivisera processerna och ta fram en ny vägledning för anslutning. Om man landar i att abonnemang ska kvarstå behöver de förändras men det finns även möjligheten att abonnemang tas bort. Genom att öka flexibilitet i abonnemangshanteringen och nyttjandet av nätet skulle nätkapacitet som inte nyttjas kunna frigöras.			

⁸⁵ Arbete pågår inom regeringsuppdrag "Uppdrag att effektivisera processen för anslutning till transmissionsnätet", dnr KN2023/03425

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
22	Utveckla och standardisera lokala flexibilitetsmarknader	1.d	Pågående	Svenska kraftnät och andra nätföretag
	<p>Utveckla flexibilitetsmarknader genom att analysera och delta i projekt eller sammanhang som berör frågor kring flexibilitetens syfte och utmaningar, flexibilitetsmarknadens utformning och kunskaps- och informationspridning för att främja implementeringen av den nya kommissionsförordningen för efterfrågeflexibilitet som är under framtagande.</p> <p>Genom att ha gemensamt tydligt ramverk för hur marknadsplatser för effektflexibilitet ska utformas och drivas torde intresset för att delta på marknaden öka både från nätföretagens som flexibilitetsleverantörernas sida.</p>			
23	Förbättra förmågor att prognostisera lasten i elnäten	1.e	Påbörjat	Svenska kraftnät och andra nätföretag
	<p>Korttidsbedömning inför leveransdygnet, dialog mellan nätföretag.</p>			
24	Uppföljning av lokala flexibilitetsmarknader och dess effektivitet	3.b	Påbörja	Ei
	<p>För att följa utvecklingen på de lokala flexibilitetsmarknaderna går det att analysera olika indikatorer men även att kontinuerligt hålla dialog med nätföretagen och marknadens aktörer. Ei avser att under 2023 och framåt påbörja insamling av olika typer av information som kan vara användbar när vi följer utvecklingen av lokala flexibilitetsmarknader.</p>			
25	Utreda behovet av en nationell organisation för distributionsnätsföretag och transmissionsnätsföretag	5	Nytt förslag. Se avsnitt 4.3.3.	Regeringen ger uppdrag till Ei
	<p>Utreda behovet och förutsättningarna att upprätta en nationell organisation för distributionsnätsföretag och transmissionsnätsföretag med särskilt utpekade uppgifter och ansvar, med hänsyn till de nya uppgifter som följer av kommande kommissionsförordning om efterfrågeflexibilitet.</p>			

5.4 Utveckling av och information om balansmarknaden

Flera faktorer spelar roll för resursägarna när det gäller vilja och förmåga till att vara flexibla som till exempel regelverk, utbud av produkter, marknadslösningar samt prissignaler och ersättningsformer. För att fler aktörer och resurser ska kunna delta på balansmarknaden antingen självt eller via en aggregator, och bidra med flexibilitet, krävs det att leverantör av aggregeringstjänster och resursägare har kunskap om tillgängliga möjligheter och krav. Det krävs även att förutsättningarna att delta på balansmarknaden anpassas för nya typer av aktörer.

Därför presenteras här ett antal åtgärdsförslag för att utveckla och informera om balansmarknaden. Förslagen har lagts fram i rapporten för deluppdrag 1, och sammanfattas här.

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
26	Minska budstorlek Genom att aktörer kan skicka in mindre bud skapas möjligheter för nya typer av resurser med mindre effekt/energi.	Deluppdrag 1, Förslag a	Pågående	Svenska kraftnät
27	Minska krav på uthållighet Minskade krav på uthållighet kommer att realiserars genom det pågående arbetet i Norden med att införa nya energiaktiveringsmarknader för mFRR och aFRR.	1.b	Pågående	Svenska kraftnät
28	Införa BRP och BSP-rollera Genom införandet av leverantör av balanstjänster (BSP)- och balansansvrig part (BRP) möjliggörs en mer flexibel aggregering av resurser. En BSP kommer att kunna lämna bud med resurser som tillhör olika BRP:ars portföljer. För att respektive BRP ska lämnas opåverkad av en BSP:s agerande kommer obalansjusteringen att baseras på faktisk levererad aktiverad volym (verifierad leverans) från BSP:n. Arbeta med hur BSP:ns leverans ska verifieras pågår.	1.c	Pågående	Svenska kraftnät
29	Förändrat budförfarande I och med ett införande av rollen BSP I och med ett införande av BSP-rollen bör det vara möjligt att lämna bud där de ingående resurserna kan tillhöra olika balansansvariga parter. Detta torde innebära att en aktör aktiv på stödtjänstmarknaderna enklare kan uppfylla krav på budstorlek och en ökad tillgänglighet då fler resurser står till förfogande för en BSP.	1.d	Pågående	Aktörerna
30	Öka kunskapen om stödtjänstmarknaderna Förbättra informationen som är tillgänglig på Svenska kraftnäts hemsida med syfte att öka förståelsen och kunskapen om stödtjänstmarknaderna. T.ex. genom att tillgängliggöra information på engelska och ta fram informationsfilmer.	1.e	Pågående	Svenska kraftnät i dialog med aktörerna
31	Öka publiceringen av information Genom att öka publicering av aktiverad energi per elområde för mFRR, aFRR och FCR-N. Det nordiska arbetet med ny energiaktiveringsmarknad för mFRR med ökad automatik för prisberäkning och kortare leveransperiod kommer skapa förutsättningar att publicera mFRR balansenergipris närmare realtid.	1.f	Pågående	Svenska kraftnät

5.5 Kundinformation

Volymen flexibilitet som elkunder skulle kunna bidra med är betydande och det finns ett stort samhällsekonomiskt värde i att realisera denna flexibilitetspotential. För att elsystemet ska kunna dra nytta av den efterfrågefleksibilitet som kunderna kan bidra med behöver dessa ges rätt förutsättningar och involveras på ett bra sätt.

Därför är det viktigt med kunskapshöjande insatser såsom information på webbsidor, fakturor och informationskampanjer. Det är särskilt viktigt att elkunderna nås av prissignaler såväl från elhandelssidan som från nättariffen, har möjlighet att jämföra olika avtal och även att de har möjlighet att söka kunskap om hur de kan påverka sina kostnader genom att bli mer flexibla. Genom att möjliggöra för test och demonstrationer eller regulatorisk vägledning kan nya

idéer prövas, som i sin tur kan leda till anpassningar i elanvändningen. Förslag på åtgärder för att främja information till kunder presenteras nedan och beskrivs mer i detalj i deluppdrag 2, 3 och 4.

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
32	<p>Förbättra och samordna myndigheters information om efterfrågeflexibilitet, energieffektivisering och priser samt</p> <p>Öka kunskapen kring flexibel användning - Uppdrag om målgruppsanpassad information</p> <p>Regeringen ger Ei i uppdrag att, i samarbete med Energimyndigheten och Konsumentverket, utreda hur myndigheternas information om efterfrågeflexibilitet, energieffektivisering och prisinformation för elavtal och elnätstariffer till hushåll kan förbättras och samordnas. Uppdraget bör även inkludera en utredning om behovet av och utformning av digitala verktyg samt lämpliga kanaler för information till konsumenter.</p> <p>Energimyndigheten avser starta arbetet med målgruppsanpassad information kring efterfrågeflexibilitet inom uppdraget att genomföra kapacitets- och kompetenshöjande insatser för energieffektivisering med syfte att minska sårbarheten vid höga energipriser. Vidare föreslås Energimyndigheten, Energimarknadsinspektionen och Konsumentverket få i uppdrag om att ta fram och sprida målgruppsanpassad information om flexibilitet.</p>	2.a och 4.f	Ej påbörjat. Särskilt uppdrag krävs	Ei, Energimyndigheten, Konsumentverket m.fl.
33	<p>Tillgängliggör information om historiska elpriser och utveckla verktyg för beräkning av individuella kostnader och nyttor</p> <p>Ei avser att utreda hur aktuella och historiska elpriser lättillgängligt ska tillhandahållas konsumenter. Data över elpriser stärker konsumenternas ställning på elmarknaden och möjliggör lönsamhetsberäkningar av efterfrågeflexibilitet. Ei avser också att utreda hur digitala verktyg för individanpassad simulering av kostnader för timprisavtal kan publiceras på Elpriskollen.</p>	2.b	Pågående. I ett första skede undersöks hur historiska och framtida timpriser på el skulle kunna tillgängliggöras. I nästa steg görs analys av framtagna underlag och ev. konsekvensanalys vid behov i samband med val av insats.	Ei
34	<p>Tillgängliggör information om erbjudanden om styrtjänster och informationstjänster och utveckla verktyg för att jämföra dessa erbjudanden</p> <p>Ei avser att utreda hur uppgifter om erbjudanden om styrtjänster och informationstjänster ska kunna inhämtas och tillgängliggöras på Elpriskollen.</p>	2.c	Pågående. Ei har mottagit en studie på området och kommer att fortsätta arbeta med frågan om utveckling av specifikt verktyg under 2024	Ei
35	<p>Tillgängliggör samlad och aktuell digital information om elnätstariffer</p> <p>Ei bedömer att det finns ett behov av att digitalt tillgängliggöra samlad och aktuell information om elnätstariffer i syfte att främja utvecklingen av styrtjänster och informationstjänster som tar kundernas elnätstariffer i beaktande. Innan en eventuell översyn av de föreskrifter som reglerar elnätsföretagens inrapportering av tariffinformation genomförs avser Ei att inleda en dialog med elnätsföretagen och aktörer som utvecklar styrtjänster och informationstjänster. Detta i syfte att hitta en lösning som gör det så enkelt som möjligt för marknadsaktörerna att utveckla och underhålla styrtjänster och informationstjänster som tar elnätstariffer i beaktande.</p>	2.d	Ej påbörjat, avser påbörjas under 2024	Ei i dialog med aktörerna

Nr	Åtgärdsförslag	Deluppdrag samt tidigare beteckning	Status	Ansvarig
36	Följ utvecklingen av kundernas möjligheter att bidra med efterfrågefleksibilitet	2.i	Pågående. Första studien genomförs utifrån framtagna nyckeltal för att följa kundernas utveckling på området. Arbetet kommer att genomföras återkommande.	Ei
	Ei avser att följa utvecklingen av hushållens flexibilitet och deras möjligheter att bidra med flexibilitet, aggregatorernas affärsmetoder och förutsättningar samt tillsyn över efterlevnaden av de regler som bedöms särskilt centrala för efterfrågefleksibilitet.			
37	Namnge och beskriv elavtal på ett sätt som ger tydlig information om hur avtalet prissätts och hur avtalets utformning påverkar kundens förutsättningar att reagera på prissignaler	2.j	Pågående genom framtagande av kommande föreskrifter	Ei
	Ei avser att utreda om och hur villkoren i elavtalen, och konsekvenserna av dessa villkor, bör redovisas av elhandelsföretagen på fakturor, på webbplatser eller på annat sätt och om det finns skäl att ställa krav på hur elavtal benämns och hur det kan regleras. Syftet är att det ska vara tydligt för konsumenter hur priset sätts och varierar över tid samt om avtalet möjliggör kostnadsbesparingar genom att konsumenterna är flexibla i sin elanvändning.			
38	Låt elhandelsföretagen upplysa om kostnadsbesparande åtgärder	2.k	Pågående genom framtagande av kommande föreskrifter	Ei
	Utöver vad som anges i j) avser Ei att utreda om det finns skäl att ställa krav på elhandelsföretagen att de ska informera om efterfrågefleksibilitet eller energieffektivisering på fakturor, på webbplatser eller på annat sätt och hur det kan regleras.			
39	Möjliggör jämförelser av kvartsprisavtal och följ upp konsumentskyddande bestämmelser	2.l	Avser påbörjas under 2024	Ei och Konsumentverket
	Ei inleder en dialog med Konsumentverket om hur jämförpris för kvartsprisavtal ska anges. Ei kommer så snart det är möjligt att föra in kvartsprisavtal som ett avtal som kan jämföras på Elpriskollen.			
40	Se över elnätsföretagens information till kund vid byte av mätmetod	2.m	Avser påbörjas under 2024	Ei
	Ei avser att utreda om bestämmelserna som reglerar elnätsföretagens informationsskyldigheter behöver ändras. Syftet är att säkerställa att kunder informeras när mätmetoden för deras anläggning ändras, eftersom mätmetoden kan påverka kundens tillgång till information och elhandelsavtal. Det kan även öka kundens kännedom om och möjligheter till efterfrågefleksibilitet.			
41	Inrättande av Innovationscenter för regulatorisk vägledning	3.c	Pågående. Ei kommer att lansera ett innovationscenter under Q1 2024.	Ei
	För att skapa bättre möjligheter för marknadsaktörer att få vägledning i regelverk som gäller för energimarknader vill Ei inrätta ett innovationscenter.			
42	Test och demonstrationsarenor	4.g	Påbörjats	Energimyndigheten, Svenska kraftnät, Ei
	Energimyndigheten avser att verka för fler test- och demonstrationsprojekt inom efterfrågefleksibilitet, gärna i samverkan med Svenska kraftnät och Energimarknadsinspektionen och gärna genom att utnyttja möjligheten som de regulatoriska sandlådorna kan ge.			

Bilaga 1 Kartläggning av myndigheternas pågående arbete på området

2023-12-15

2022-102604-0033

I följande bilaga ges en fullständig redovisning i tabellform av pågående aktiviteter och nyligen avslutat arbete inom flexibilitetsområdet för respektive myndighet, nationellt samt på EU och internationell nivå. Aktiviteterna är indelade utifrån kategoriseringen av åtgärder i kapitel 4 Förslag till handlingsplan. Utöver dessa kategorier finns kategorin *allmänt* vilket reflekterar de aktiviteter som berör flera områden inom flexibilitetsarbetet, exempelvis internationellt arbete och regelverk.

Allmänt

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Myndighetsföreskrifter gällande hur distributionsnätetsföretag ska offentliggöra förteckning över marknadsprodukter avseende flexibilitetstjänster	Ei
Nätföretag ska enligt förordningen om elnätsverksamhet ta fram specifikationer för de flexibilitetstjänster som företaget anskaffar och standardiserade marknadsprodukter för sådana tjänster. Specifikationerna och marknadsprodukterna ska lämnas till nätmyndigheten för godkännande. Nätföretag ska, efter nätmyndighetens (Ei) godkännande, offentliggöra förteckningen över marknadsprodukterna. Ei har även bemyndigande att ta fram myndighetsföreskrifter om former för publicering av nätföretagens förteckning över marknadsprodukter. Eis utredning har utmynnat i bedömningen att bemyndigandet inte ska utnyttjas. Därmed finns det inget behov av myndighetsföreskrifter i nuläget.	
Tillsyn och undersökning av hinder för efterfrågeflexibilitet	Ei
Elnätsföretag får enligt ellagen inte ställa tekniska krav eller andra villkor som försvårar för marknadsaktörer att tillhandahålla tjänster i form av ändrad elförbrukning, till exempel efterfrågeflexibilitet, om inte villkoret är motiverat med hänsyn till en säker, tillförlitlig och effektiv drift av ledningsnätet. Ei sammanställer och offentliggör årligen de tekniska krav och andra villkor som finns för tillhandahållande av tjänster i form av ändrad elanvändning i enlighet med förordningen för elnätsverksamhet (2022:585). Femton företag omfattades i årets tillsyn. Ei bedömer att de eventuella tekniska krav eller villkor som hittills framkommit är motiverade med hänsyn till en säker, tillförlitlig och effektiv drift. Ei har även genomfört en enkätundersökning till marknadsaktörer. Ei planerar att publicera den årliga rapporten i slutet av 2023.	
Regulatoriska sandlådor	Ei
För att skapa bättre möjligheter för marknadsaktörer att få vägledning i regelverk avser Ei att inrätta ett innovationscenter. Ei föreslår i rapporten Innovationscenter och regulatoriska sandlådor - Modellförslag och implementering för energimarknaderna i Sverige (Ei R2023:03) att en modell för försöksverksamhet och regulatoriskt lärande kan implementeras stegvis. Inför implementeringen av en eventuell regulatorisk sandlåda är det lämpligt att innovationscentret utreder hur det juridiska ramverket bör utformas och vilka bestämmelser som bör införas för att tillåta Ei att medge undantag från relevanta regelverk. Ei avser att implementera ett innovationscenter under 2024.	

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
<p>EFFEKT-dialogen</p> <p>EFFEKT-dialogen är ett projekt med syfte att underlätta informationsutbyte, främja dialogen mellan olika aktörer på energiområdet och att hitta lösningar som bidrar till ökad efterfrågefleksibilitet och förbättrad kapacitet i elnäten. Projektet är en del av Ei:s uppdrag att främja efterfrågefleksibilitet och kommer pågå under 2023 - 2026.</p>	Ei
<p>ACER – Internationellt arbete med regelutveckling</p> <p>Ei har sedan 2021 ingått i ACER:s arbetsgrupp för framtagande av en ny kommissionsförordning om efterfrågefleksibilitet. ACERs föreslagna ramriktlinje för ny kommissionsförordning för efterfrågefleksibilitet antogs av EU-kommissionen i januari 2023 enligt vilken ENTSO-E och EU DSO Entity, med stöd från ACER, fått i uppgift att författa ett förslag till nya bindande EU-regler baserade på ramriktlinjen. Förslag till kommissionsförordning överlämnas till EU-kommissionen och ACER den 10 maj 2024.</p>	Ei
<p>NordREG - Internationellt arbete med regelutveckling</p> <p>Inom ramen för NordREG arbetar Ei med att följa och ta lärdom av utvecklingen inom olika frågor rörande efterfrågefleksibilitet i övriga nordiska länder, samt verkar för ett harmoniserat regelverk inom Norden där det är lämpligt. Inom NordREG deltar Ei i arbetet med att identifiera och undanröja hinder för att flexibilitet ska kunna användas på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt. NordREG följer utvecklingen av de nya EU-regler för efterfrågefleksibilitet som är under utveckling. NordREG har publicerat en ny strategi i januari 2023 som sätter arbetet med flexibilitetsfrågor högt på agendan.</p>	Ei
<p>Analysera förslag till reformerad elmarknadsdesign, samt analysera nuvarande elmarknadsdesign</p> <p>Europeiska kommissionen lämnade den 14 mars 2023 förslag om en reformerad elmarknadsdesign. Ei har därför under året arbetat med att analysera förslagen, där flera berör flexibilitet i elsystemet. Ei har i detta arbete samarbetat med övriga tillsynsmyndigheter i Norden inom organisationen NordREG samt byrån för samarbetet mellan energitillsynsmyndigheter (ACER). Ei har svarat på Europeiska kommissionens samråd avseende förslagen, både tillsammans med NordREG och ACER.</p> <p>Utöver att analysera de förslag om en reformerad elmarknadsdesign som Europeiska kommissionen lämnade den 14 mars 2023, arbetar Ei med att analysera nuvarande elmarknadsdesign och eventuella förbättringsområden. Detta arbete sker både internt och i samarbete med ACER.</p>	Ei
<p>CEER – Internationellt arbete med regelutveckling</p> <p>Ei deltar aktivt i arbetsgrupperna <i>Customers and Retail Markets Working Group</i> samt <i>Customer Empowerment Workstream</i> och <i>Monitoring Customer Empowerment Workstream</i>. Ei bidrar genom att delta i arbetsgrupperna och inom dessa behandlas aktuella frågor rörande flexibilitet, exempelvis om implementering av dynamiska avtal med mera.</p>	Ei
<p>International Smart Grid Action Network Working Group (ISGAN WG 9)</p> <p>Ei deltar i en arbetsgrupp i det internationella nätverket ISGAN som har fokus på flexibilitet för konsumenter. Arbetet utförs inom ramen för projektet EFFEKT-dialogen och på uppdrag av Energimyndigheten som bidrar med finansiering, vid behov. I arbetet ingår att ta fram faktablad, att dela kunskap och erfarenheter med andra länder genom att delta eller leda arbetsgrupper samt att anordna internationella workshops.</p>	Ei
<p>Regeringsuppdrag att analysera en effektivare användning av energi, effekt och resurser (I2022/01393)</p> <p>I uppdraget ingår att analysera hur energieffektivisering och efterfrågefleksibilitet samverkar samt miljöanalys av bland annat lagring. I uppdraget ingår det också att undersöka vilka energieffektiviserings-åtgärder som bidrar till efterfrågefleksibilitet. Slutrapporten ska presenteras för regeringen i december 2023.</p>	Energimyndigheten

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Regeringsuppdrag att analysera utvecklingsvägar för befintlig och ny elproduktion Regleringsbrev för 2022 (I2022/01459)	Energimyndigheten
<p>I uppdraget analyserar Energimyndigheten hur potentialer, ledtider och andra förutsättningar för olika kraftslag tillsammans kan bidra till en robust, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning samt hur befintliga och nya anläggningar kan samverka. Uppdraget har koppling till flera av Energimyndighetens uppdrag inom ramen för elektrifieringsstrategin. Väsentliga hinder för marknadsdrivna investeringar belystes och förslag lämnats för att röja icke-ekonomiska hinder. Detta gäller framför allt för investeringar i elproduktion men eftersom typen av produktionsmix är starkt sammankopplat med tillgängligheten på flexibilitetsresurser är även åtgärder för att tillgängliggöra mer flexibilitet relevant. Uppdraget redovisades 15 juni 2023.</p>	
Scenariolarbete elsystem	Energimyndigheten
<p>Pågående arbete inom Energimyndigheten med att genomföra scenariolarbete för elsystemet. Modellering sker i en dispatch- och investeringsmodell, där elproduktion och efterfråga modelleras för ett år med timupplösning. Flexibilitet inom elsystemet är en del i arbetet med scenarier och utvecklingsvägar för framtida elsystem. Analyser kring flexibilitet ingår både i kvantitativt arbete med modellering och kvalitativt arbete där hinder och förutsättningar för olika utvecklingsvägar analyseras. I ett kvalitativt arbete arbetar Energimyndigheten med en överblick av olika typer av flexibilitet och deras roll i elsystemet med fokus på hinder och förutsättningar för att tillhandahålla flexibilitet i elsystemet.</p>	
Stöd till aktörsnätverk	Energimyndigheten
<p>Energimyndigheten ger stöd till nätverk såsom Belok, Bebo, och BeSmå, vilket är nätverk för fastighetsägare, byggherrar och installatörer inom lokaler, flerbostadshus och småhus. Varje år avsätts budget för genomförande av förstudier som föreslås av nätverksmedlemmarna. Ett flertal förstudier om efterfrågefleksibilitet har genomförts eller planeras.</p>	
Internationella partnerskapssamarbeten	Energimyndigheten
<p>Energimyndigheten deltar i flera internationella partnerskap där frågor om efterfrågefleksibilitet behandlas. Exempel på partnerskapssamarbeten är exempelvis <i>Driving Urban Transition</i> som fokuserar på energi ur användarnas perspektiv, <i>Clean Energy</i> som är samarbete mellan forskningsinstitut och elnätsföretag samt i grupper inom International Energy Agency (IEA).</p>	
European Cooperation in Legal Metrology (WELMEC)	Swedac
<p>Inom ramen för Welmec verkar Swedac för en harmoniserad tillämpning av de mättekniska EU-direktiven. Det finns regulatoriska hinder för rättsakterna ska kunna möta det behov som finns och kan förutses i bland annat elektrifieringen av samhället. EU-kommissionen har därför 2023 initierat en översyn av direktiv 2014/32/EU om mätinstrument (MID) med fokus på de behov som finns inom grön omställning och digitalisering. Swedac arbetar aktivt med information till den pågående översynen. Myndigheten deltar också i arbetet med att ta fram riktlinjer för att säkerställa tillförlitliga mätvärden inom laddinfrastruktur.</p>	
International Organisation of Legal Metrology (OIML)	Swedac
<p>Deltar i arbete med att ta fram riktlinjer för att säkerställa tillförlitliga mätvärden inom laddinfrastruktur.</p>	

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Initiering och utveckling av befintliga och nya flexibilitetsprojekt	Svenska kraftnät
<p>Svenska kraftnät arbetar med att följa utvecklingen av flexibilitetsmarknaden genom att analysera och delta i projekt eller sammanhang som berör frågor kring flexibilitetens syfte/utmaningar, flexibilitetsmarknadens utformning och kunskaps- och informationsspridning.⁸⁶</p> <p>Sthlmflex fortsätter vara en lokal flexibilitetsmarknad i Stockholmsområdet säsongen december 2023 - mars 2024 med samma marknadsregler och inköpsstrategier från berörda region- och lokalnätsföretagen som tidigare. Elnätsföretagen E.ON Energidistribution, Ellevio AB och Vattenfall Eldistribution driver flexibilitetsmarknaden i egen regi men i samverkan med Svenska kraftnät. Svenska kraftnät deltar i referensgrupperna för pågående flexibilitetsprojekten i Uppsala, UPPFLEX, respektive BeFlexible i Europa.</p>	
Regeringsuppdrag om energilagring och flexibilitet	Svenska kraftnät
<p>Svenska kraftnät har i en omvärldsanalys, mot bakgrund av affärsverkets långsiktiga marknadsanalys, beskrivit utveckling, potential och behovet av lagring av el och andra flexibilitetstjänster kopplat till drift, systemansvar, utbyggnad av transmissionsnät och för en väl fungerande elmarknad. Uppdraget utfördes i samarbete med Energimarknadsinspektionen och Statens energimyndighet. Uppdraget redovisades till Regeringskansliet (Infrastrukturdepartementet) i november 2022.</p>	
ENTSO- E – Europeiskt samarbetsorgan för systemansvariga transmissionsnätsföretag	Svenska kraftnät
<p>Svenska kraftnät deltar aktivt i organisationens arbete med att ta fram förslag till ovan nämnda kommissionsförordning för efterfrågefleksibilitet samt i andra sammanhang kring effekttillräcklighet och metoder för att beräkna behov av flexibilitet.</p>	

⁸⁶ Bland de projekten Svenska kraftnät ingått/ingår i är Demo-projektet Coordinet som innefattar tre svenska delpilotprojekt som nyligen har avslutats och som Svenska kraftnät deltagit i flera års tid. Svenska kraftnät är även huvudman i demo-projektet Sthlmflex vilket är ett pilotprojekt som har varit i drift två år och har förlängts till att omfatta i ett tredje i och med denna vinter. Därutöver är Svenska kraftnät i färd med att värdera förutsättningarna för en ny skalbar lokal flexibilitetsmarknadsplattform för perioden 2023/2024–2024/2025. Inom EU arbetar Svenska kraftnät för närvarande med att ta fram nya bestämmelser för hur nationella flexibilitetsmarknader bör utformas mot bakgrund av ACER:s ramriktlinjer inom efterfrågefleksibilitet. De nya reglerna kommer träda i kraft inom ett par år och väntas ge Svenska kraftnät som transmissionsnätsföretag och region- och lokalnätsföretagen helt nya roller och ett större direkt ansvar för att upplåta en nationell standardiserad flexibilitetsmarknad jämfört med idag.

Flexibilitet från industriella aktörer

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
<p>Finansiering av projekt och forskning</p> <p>Energimyndigheten anordnar flera program för finansiering av forskning och utvecklingsprojekt med koppling till flexibilitetsområdet. Bland annat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Framtidens elsystem - program för forskningsprojekt inom bland annat flexibilitet. • E2B2 - Forskningsprogram med fokus på bebyggelsens roll i energisystemet. Möjligt att söka medel för projekt om efterfrågeflexibilitet. Programmet administreras av IQ Samhällsbyggnad. • Pilot och demo • Transportsektor – bland annat program om att utveckla och integrera fossilfria och elektriska fordon. <p>Energimyndigheten medfinansierar även av andra program, exempelvis strategiska innovationsprogram (SIP) och nya Impact Innovation.</p>	Energimyndigheten
<p>Investeringsstöd</p> <p>Energimyndigheten gör flera olika satsningar med investeringsstöd som innehåller åtgärder som leder till flexibelt nyttjande av elsystemet, antingen direkt eller indirekt. Två av dessa är Industrikivet och Regionala elektrifieringspiloter.</p>	Energimyndigheten
<p>Regeringsuppdrag att ta fram ett handlingsprogram för laddinfrastruktur och tankinfrastruktur för vätgas (I2022/01562)</p> <p>Handlingsprogram för laddinfrastruktur och tankinfrastruktur för vätgas. Slutrapporten presenterades för regeringen första november 2023.</p>	Energimyndigheten

Aggregering, obalansjustering, rätt mätning och avräkning

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
<p>Villkor för leverantörer för balanstjänster (BSP) och balansansvariga parter (BRP)</p> <p>Enligt balansförordningen (EU 2017/2195) ska varje transmissionsnätsföretag ta fram nationella villkor för leverantör av balanstjänster (BSP) som levererar tjänster på balansmarknaderna, och balansansvariga parter (BRP) ska vara ekonomiskt ansvariga för sina obalanser och sträva efter att balansera eller hjälpa till att balansera elsystemet.</p> <p>Ei tog beslut om Svenska kraftnäts villkor i maj 2023. Beslutet innebär att villkoren nu är godkända och ska vara implementerade senast 17 maj 2024. Svenska kraftnät arbetar nu bland annat med att:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysera villkorens effekter på de framtida affärs- och verksamhetsprocesserna • utvärdera alternativa lösningar för den tekniska implementationen • se över den befintliga avtalsstrukturen i Balansansvarsavtalet och ta fram de nya legala dokument som ska ersätta detta. <p>Svenska kraftnät har också fått i uppdrag (KN2023/03647) av regeringen att ta fram en modell för att kompensera elleverantörer för sådana kostnader för att anskaffa el som en leverantör av aggregeringstjänster orsakar genom att tillhandahålla tjänster för efterfrågeflexibilitet i en uttagspunkt. Redovisas senast den 2 september 2024.</p>	Ei och Svenska kraftnät
<p>Uppbyggnad av det Smarta Hemmet</p> <p>Pågående arbete med Testlabs utställningsyta Smarta Hemmet enligt vilket ett representativt hushåll återskapas i syfte att fördjupa analysen och möjliggörandet av flexibilitet. Hittills har hushållsmätningar på apparatnivå genomförts och i nästa steg ska mätningar genomföras i lokaler/fastigheter. Insamlad mätdata kommer användas för ökad förståelse, statistik, policyarbete samt beteendeforskning.</p>	Energimyndigheten

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
<p>Kartläggning av hushållens energiförbrukning</p> <p>Med start under 2023 kommer Energimyndigheten genomföra långtidsmätningar hos hushåll med skilda boendeformer, personsammansättningar samt geografisk spridning. Dessa mätningar kommer att göras på apparatnivå och kompletteras med bland annat beteendestudier, vilket möjliggör en förståelse till varför lasterna ser ut som de gör, därtill undersöks möjligheten för hushållen att kunna agera flexibelt.</p>	Energimyndigheten
<p>Standardiseringsarbete</p> <p>Energimyndigheten deltar, antingen med personal från Energimyndigheten eller finansierar annat deltagande i standardiseringsgrupper, både nationellt och internationellt, kring produkter och system som kan tillhandahålla flexibel användning.</p>	Energimyndigheten
<p>Rådet för att främja innovativ och klimatfokuserad standardisering</p> <p>Under våren 2023 lämnade rådet, i samarbete med standardiseringsorganisationer, berörda myndigheter och i samverkan med näringslivet, in en rapport till regeringen gällande "Råd och rekommendationer för att minska hinder för elektrifiering av transportsektorn genom standardisering". Swedac la bland annat fram rekommendationer om att revidera mätinstrumentdirektivet (MID-direktivet) i syfte att:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Omfatta andra tillämpningar än mätning av förbrukning av elektrisk energi till hushåll och andra byggnader • Mätning av elektrisk energi vid laddning av elfordon ska definiera överlämningspunkten för debitering 	Swedac
<p>15 minuters handels- och avräkningsprodukter</p> <p>15 minuters handels- och avräkningsprodukter på dagen före-, intradags-, och balanseringsmarknaderna väntas bidra positivt på möjligheterna för aktörerna att vara flexibla. Nordiska projekt genomförs tillsammans med övriga nordiska TSO:er för att implementera 15 minuters handelsprodukter inklusive avräkning av obalanser med samma tidsupplösning. 15 minuters tidsupplösning för handels- och avräkningsprodukter ska implementeras under första kvartalet 2025 för dagen före-marknaden.</p>	Svenska kraftnät

Effektivt nätnyttjande

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
<p>Incitament för användning av flexibilitetstjänster i intäktsramsregleringen</p> <p>Inför den kommande tillsynsperioden 2024–2027 ser Ei över metoderna för beräkning av intäktsramar för elnätsföretag. Med anledning av ett nytt rättsligt läge kommer Ei, inför tillsynsperioden, utvärdera och utveckla utformningen av metoderna för beräkning av intäktsramarna mer i detalj än tidigare. Med de nya rättsliga förutsättningarna innebär det att de större metodförändringar som planerats för tillsynsperioden 2024–2027 inte kommer att genomföras. Däremot införs, enligt plan, ett incitament för användning av flexibilitetstjänster i intäktsramsregleringen. Ei kommer att fatta beslut om nätföretagens intäktsramar i början av 2024.</p>	Ei

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
<p>Smarta elnät</p> <p>Ei har under 2022 meddelat föreskrifter om indikatorer för smarta elnät, Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd (EIFS 2022:5) om skyldighet att rapportera uppgifter om utvecklingen av smarta elnät. Föreskrifterna innebär bland annat att företag ska ange uppgifter om flexibilitetstjänster och energilagring på årlig basis. Ei samlar de uppgifter som nätföretagen är skyldiga att redovisa, om deras anskaffande av flexibilitetstjänster via marknaden, bilaterala avtal samt anslutning av energilagring. Den årliga redovisningen inleds 2024 för året 2023 och deadline för nätföretagens rapportering är sista april 2024. Ei kommer därefter granska och preliminärt publicera en rapport under 2025. I dagsläget arbetar Ei med att ta fram ett inrapporteringsystem för de uppgifter nätföretagen ska lämna in.</p>	Ei
<p>Nätutvecklingsplaner</p> <p>Nätföretag ska enligt elmarknadsdirektivet (EU 2019/944) lämna in nätutvecklingsplaner till Ei minst vartannat år.⁸⁷ Nätutvecklingsplanen ska bland annat synliggöra nätföretagets behov av flexibilitetstjänster och planerade investeringar under de kommande 5–10 åren, samt omfatta användningen av efterfrågeflexibilitet, energieffektivitet, energilagringssystem och andra resurser som nätföretaget ska använda som ett alternativ till en utbyggnad av systemet. Ei arbetar med att ta fram föreskrifter som i mer detalj beskriver vad planerna ska innehålla, hur de ska samrådats om och hur de ska rapporteras in. Ei arbetar även med en vägledning och en mall. Förväntad remiss under hösten 2023 och beslut om föreskrifter sent 2023 samt ikraftträdande 1 februari 2024. De första nätutvecklingsplanerna ska lämnas in i december 2024.</p>	Ei
<p>Rapportering om omdirigering</p> <p>Enligt EU-regler⁸⁸ som trädde i kraft 2020 ska elnätsägare som använder sig av omdirigering meddela det till Ei genom en årlig rapport. Ei arbetar vidare med att informera om kravet på inrapportering och har även tagit fram en mall för att underlätta rapporteringen. Ei inväntar ytterligare rapporter på omdirigering från elnätsföretag och kommer därefter sammanställa rapporteringen och ta det vidare till ACER, vilket Ei avser att lämna in i början av 2024.</p>	Ei
<p>Villkorade avtal</p> <p>Ei har under åren 2022 och 2023 analyserat vilken roll villkorade avtal kan fylla i att bidra till ett effektivt nyttjande av elnätet och vilka konsekvenser det medför att använda dem. Ei har också utrett hur villkorade avtal förhåller sig till andra verktyg som elnätsföretag har att använda och som beskrivs i regelverken. Ei publicerade i april 2023 rapporten⁸⁹ om villkorade avtal. och elnätsföretag ska årligen rapportera in deras användning av omdirigering till Ei där villkorade avtal ingår eftersom de ses som en form av icke-marknadsbaserad metod för omdirigering. Ei avser att lämna in rapporteringen till ACER i början av 2024.</p>	Ei

⁸⁷ Planerna ska syfta till att säkerställa ett långsiktigt och transparent planerande hos nätföretagen och ett samarbete mellan distributionsnätetsföretagen och Svenska kraftnät samt berörda systemanvändare.

⁸⁸ Reglerna om omdirigering finns i artikel 13 i förordning (EU) 2019/943 (Elmarknadsförordningen).

⁸⁹ Energimarknadsinspektionen, *Villkorade avtal Ei R2023:08, 2023*

<https://ei.se/download/18.3505eeff187793de11f49c6/1681906296806/Villkorade-avtal-Ei-R2023-08.pdf> (Hämtad 2023-11-30).

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Nättariffer för transmissionsnätet och ett mer effektivt nätutnyttjande	Ei och Svenska kraftnät
<p>Ei fick 2018 ett bemyndigande att föreskriva om hur utformningen av tariffer ska se ut. Sedan dess har ett projekt pågått på myndigheten för att utforma nättariffer som främjar ett effektivt nätutnyttjande. I mars 2022 beslutades den nya föreskriften som ska börja tillämpas från och med 1 juli 2027. De nya föreskrifterna anger att nättariffer behöver innehålla fyra kostnadsriktiga delar för att de ska anses främja ett effektivt nätutnyttjande, varav en är en effektagift som ska tidsdifferentieras. Pågående arbete med att ta fram en handbok som ska ge ytterligare riktlinjer för hur nätföretagen ska utforma sina tariffer. Med anledning av Ei:s nya föreskrifter arbetar Svenska kraftnät med en översyn av transmissionsnätstariffen för att utveckla och anpassa villkoren/formerna för nättariffen, som omfattar bland annat analys av förutsättningarna, samt ta fram en metod, för hur en reaktiv effektkompensering kan tas ut, samt en utredning avseende behov av reaktiv effektkompensering och spänningsreglering. Syftet med översynen är att anpassa villkoren för nättarifferna (struktur) efter efterfrågan som i sin tur ska ge möjlighet till mer flexibilitet samt ett mer effektivt nyttjande av nätet.</p>	
Förfrågningar om nyanslutningar och ökat abonnemang	Svenska kraftnät
<p>Svenska kraftnät utvecklar villkoren/formerna för nätabonnemang, exempelvis samordning av nätabonnemang och tillfälliga abonnemang. Parallellt görs en översyn av dagens kravställande vid nyanslutning, nätutnyttjande med mera enligt vilken Svenska kraftnät lämnade rapporten om hantering av förfrågningar om nyanslutning eller om ökat abonnemang till regeringen den 24 februari 2023. Arbetet har startats med att se över mognadskrav och implementering av dessa i <i>Vägledning för anslutning till stamnätet och i anslutningsprocessen</i>. Målsättningen är att publicera uppdatering av vägledningen vid årsskiftet.⁹⁰</p>	
Regeringsuppdrag att effektivisera processen för anslutning till transmissionsnätet	Svenska kraftnät
<p>Regeringen har givit Svenska kraftnät i uppdrag (KN2023/03425) att vidta åtgärder för att effektivisera hanteringen av förfrågningar om anslutning eller utökat abonnemang. Svenska kraftnät ska redovisa kompletteringar till myndighetens befintliga vägledning för anslutning till transmissionsnätet avseende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ändamålsenliga krav på mognadsgrad hos anslutande part, • krav på delning av information mellan nätföretag om överlappande förfrågningar om anslutning eller utökat abonnemang samt krav på delning av information mellan berörda nätföretag; och • anslutande part som har betydelse för Svenska kraftnäts hantering av anslutningsärendet. 	
Forskningsarbete inom energilager och transmissionsnätet	Svenska kraftnät
<p>Inom ramen för ett FoU-projekt har Svenska kraftnät låtit utreda om energilager kan användas för att öka överföringskapaciteten i transmissionsnätet. Forskningsrapporten visar på att energilager i form av batterier kan hjälpa till i vissa specifika situationer. Här handlar det om ett smalare och spetsigare syfte: energilager specifikt för att öka överföringskapaciteten och nytjandegraden i det svenska transmissionsnätet.</p>	

⁹⁰ Detta sker samband med leverans på nytt regeringsuppdrag relaterat till detta, "Uppdrag att effektivisera anslutningsprocessen för anslutning till nätet", dnr KN2023/03425. Rapporteringsdatum för regeringsuppdraget är 31 december 2023 respektive 31 januari 2024.

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Kraftsystemhubben – kraftsystemets digitala tvilling	Svenska kraftnät
<p>Svenska kraftnät utvecklar en digital tvilling av det svenska kraftsystemet, även kallad kraftsystemhubben. Kraftsystemhubben ska innehålla aktuell och nödvändig information om hela kraftsystemet. Svenska kraftnät måste därför samla in stora mängder information i form av strukturdata, realtidsdata och plandata från regionnätägare (DSO – Distribution System Operator) och betydande nätanvändare (SGU – Significant Grid Users). Informationen ska samlas in med hjälp av standardiserade metoder och genom standardformatet CIM (Common Information Model).</p> <p>Alla regionnätägare och betydande nätanvändare både inom och utanför observerbarhetsområdet kommer att beröras av arbetet med insamlingen av informationen. Observerbarhetsområdet omfattar stamnät, regionnät och betydande nätanvändare i spänningsintervallet 400 – 70 kV samt nätavsnitt och större producenter (SGU klass D) i underliggande lokalnät. Från och med år 2027 kommer kraftsystemhubben att tillhandahållas som ett webbverktyg där regionnätägare och betydande nätanvändare ska rapportera in och kvalitetssäkra data om sina anläggningar.</p>	

Utveckling av och information om balansmarknaden

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Stödtjänster och avhjälpande åtgärder i ett energisystem under förändring⁹¹	Svenska kraftnät
<p>Svenska kraftnät arbetar med att ta fram prognoser för FFR, FCR & FRR. Bland annat pågår ett arbete att införliva prognoser för FFR & FCR-D i Svenska kraftnäts kommande kortsiktiga och långsiktiga Elmarknadsanalyser.</p> <p>Lista på flexibla resurser för omdirigering och motköp:</p> <p>Kraven på mFRR kommer att skärpas samtidigt som behoven av omdirigering och motköp förväntas öka. Mot den bakgrunden ser Svenska kraftnät det som viktigt att få tillgång till ytterligare resurser som inte kvalificerar sig för mFRR. Driftsättning av den automatiserade nordiska energiaktiveringsmarknaden för mFRR är planerad till första kvartalet 2025.</p> <p>Övergång till marginalpris för FCR:</p> <p>Från och med den 1 februari 2024 ska samtliga produkter för frekvenshållning (FCR) upphandlas till marginalpris, det vill säga ersättas enligt högst avropat budpris.</p> <p>Införande av icke-frekvensrelaterad stödtjänst med administrativt fastställt ersättning för spänningsreglering:</p> <p>Svenska kraftnät har tagit ett steg tillbaka avseende denna stödtjänst och gör ytterligare fördjupat utredningsarbete kring behovet och den eventuella utformningen av en sådan tjänst. (Detta efter att Svenska kraftnät har tagit fram ett förslag på teknisk utformning av stödtjänster för spänningsreglering och fört dialog med branschen.)</p> <p>Pilot för marknadsmässig anskaffning av reaktiv effekt:</p> <p>Målet är att en pilot ska ge ökad förståelse gällande möjligheten att anskaffa en given volym reaktiv effektkompensering i konkurrens. Utredning avseende behov av reaktiv effektkompensering och spänningsreglering pågår.</p> <p>Införande av systemansvarsavtal:⁹²</p> <p>Ett systemansvarsavtal som skapar tydlighet kring kravbilden gentemot nätföretag och signifikanta nätanvändare (SGU:er). Systemansvarsavtalet kommer att bestå av ett huvudavtal och flera bilagor. Exempel på bilagor är kravställning gällande datautbyte.</p>	

⁹¹ Svenska kraftnät, *Stödtjänster och avhjälpande åtgärder i ett energisystem under förändring* Svk 2020/4162, 2021 https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/rapport-regeringsuppdrag-avseende-stodtjanster_211018.pdf (Hämtad 2023-11-30)

⁹² Tidigare benämnt som införande av (nationellt) driftavtal.

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Utveckling av marknaden för balans- och stödtjänster	Svenska kraftnät
Svenska kraftnät arbetar löpande med att utveckla marknaden för stödtjänster på flera fronter, bland annat med:	
Minskad budstorlek:	
Från och med 1 september 2023 inför Svenska kraftnät 5 MW som minsta budstorlek för mFRR, manuell frekvensåterställningsreserv, i hela Sverige. Den minskade budstorleken gäller både upp- och nedreglering. Motiveringen är att mindre budstorlek kan frigöra ytterligare resurser som kan bidra till en säker och kostnadseffektiv balansering av elsystemet. ⁹³	
Nordisk balanseringsmodell:	
De nordiska systemansvariga har tillsammans fortsatt arbeta för att etablera en nordisk energiaktiveringsmarknad för mFRR. Denna marknad kommer starta under första kvartalet 2025 och möjliggör följande:	
<ul style="list-style-type: none"> - 15 minuters tidsupplösning på dagen före- och intradagsmarknaden. - MARI-anslutning under 2026.⁹⁴ - Fullständig nordisk PICASSO-anslutning under 2026.⁹⁵ - Nordisk mFRR kapacitetsmarknad 3 december 2024.⁹⁶ 	
Utveckling av tekniska krav inom EU	Svenska kraftnät
Svenska kraftnät arbetar aktivt med att utveckla och tydliggöra de tekniska kraven för hur energilager och flexibilitet kan delta i de befintliga stödtjänsterna, samt med utvecklingen av nya stödtjänster så att elsystemets behov kan tillgodoses. Målet är att se till att kraven är teknikneutrala så att olika teknikslag kan leverera stödtjänster, utan att det bakomliggande syftet med tjänsterna förloras.	
Tekniska krav för energilager, flexibilitets- och stödtjänster	Svenska kraftnät
Svenska kraftnät arbetar aktivt med att utveckla och tydliggöra de tekniska kraven för hur energilager och flexibilitet kan delta i de befintliga stödtjänsterna, samt med utvecklingen av nya stödtjänster så att elsystemets behov kan tillgodoses. Målet är att se till att kraven är teknikneutrala så att olika teknikslag kan leverera stödtjänster, utan att det bakomliggande syftet med tjänsterna förloras.	
Utveckling av förkvalificeringsprocessen	Svenska kraftnät
Kontinuerligt arbete med att utveckla förkvalificeringsprocessen för att kunna hantera många olika typer av aktörer som vill delta på marknaden. Numera kan både producenter, förbrukare och energilager förkvalificera sig. Dessutom kan både enskilda enheter och aggregerade grupper av enheter förkvalificeras. Det pågår pilotprojekt för att öka flexibilitet från nya resurser, exempelvis kring leverans av stödtjänster från resurser med variabel produktion eller förbrukning.	

⁹³ Svenska kraftnät ser att det finns skäl att göra förändringen för både upp- och nedregleringen, efter samråd med marknads aktörer.

⁹⁴ Baserat på nuvarande insikter och bedömning av återstående arbete efter uppstarten av mFRR EAM, förväntas en anslutning till MARI (den europeiska plattformen för mFRR-utbyte) under 2026.

⁹⁵ En nordisk anslutning till PICASSO (den europeiska plattformen för aFRR-utbyte) är också planerad till 2026. Finland och Danmark kommer dock ansluta stegvis under 2024 enligt lagstadgade deadlines.

⁹⁶ NBM-programmet är fortfarande i utvärderingsfasen av hur den nordiska metoden ska uppdateras och tidplanen för etableringen av en nordisk marknad är därför osäker. Planen är att kunna presentera ett nytt startdatum under i slutet av 2023.

Kundinformation

Pågående arbete	Ansvarig myndighet
Kundinformation om efterfrågeflexibilitet	Ei
<p>Under 2022 påbörjade Ei ett arbete med att ta fram information till konsumenter på webbsidorna ei.se och elpriskollen.se i syfte att informera om och uppmuntra till efterfrågeflexibilitet. Ei har bland annat publicerat ett antal artiklar och fasta sidor på ei.se på temat efterfrågeflexibilitet som riktar sig till konsumenter. En uppdaterad version av elpriskollen.se lanserades också i juni 2023 i syfte göra den mer användarvänlig samt göra jämförelsen mellan elavtal mer överskådlig. Arbetet pågår löpande och kommer fortsätta förbättras och förtydligas.</p>	
Metoder för kunddialog	Ei
<p>Under 2022 startade Ei pilotprojektet Konsumentperspektiv på efterfrågeflexibilitet, vilket avslutas under första kvartalet 2023 med publiceringen av en rapport. Projektet fokuserar på hushållskunders bidrag med, samt möjligheter, incitament och hinder för att bidra med efterfrågeflexibilitet. Projektet berör även marknadsaktörernas arbete med, incitament och hinder för att aktivt främja hushållskundernas möjligheter att bidra med efterfrågeflexibilitet.</p>	

2023-12-15

2022-102604-0033

Bilaga 2 Kompletterande förklaringar och resultat från kapitel 3

2023-12-15

I följande bilaga presenteras djupdykningar i metoder, antaganden, beskrivningar och resultat från kapitel 3.

Steg 1 - utförlig metodbeskrivning

Behoven av flexibilitet analyseras utifrån metod A och B, där metod A analyserar variabilitet i residuallast och metod B analyserar prognosfel i residuallast.

Metoderna kompletterar varandra genom att de uppskattar behovet av flexibilitet utifrån olika tidsskalor.

Metod A: Variationer i residuallasten och uträknade nyckeltal

Metod A analyserar flexibilitetsbehoven genom att titta på variabiliteten i residuallasten. Ju mer variabel residuallasten är desto mer flexibilitet behövs i systemet. Flexibilitetsbehoven kan analyseras inom och mellan dagar, veckor och säsonger. För att utföra metoden används data från utredda referensscenariot. Specifikt är det endast tidsserierna för lasten och väderberoende produktion från referensscenariot⁹⁷ som används. Metoden att beräkna nyckeltal som har använts i metod A har tidigare använts i publicerade studier^{98 99 100}. Metoden är baserad på antagandet att en platt eller jämn residuallast inte kräver några flexibla resurser. I sådana situationer kan den kvarvarande lasten täckas av elproduktion med konstant effektutmatning (så kallad baskraft). I och med detta kan flexibilitetsbehoven kvantifieras för tre olika tidsskalor: dagliga, veckovisa och säsongsvisa behov. Inom varje tidsram kvantifieras både effekt- och energibehov. Generellt kan man säga att resultaten representerar mängden effekt/energi som

2022-102604-0033

⁹⁷ Dessa tidsserier är i huvudsak en input till elmarknadsmodellerna, de definieras när ett framtidsscenario för Sveriges elanvändning och elproduktion är definierat, enligt till exempel KMA och LMA

⁹⁸ European Commission, METIS *Mainstreaming RES - Flexibility portfolios*, 2017.

[https://euneighbourseast.eu/wp-content/uploads/2021/07/mj0119583enn.en .pdf](https://euneighbourseast.eu/wp-content/uploads/2021/07/mj0119583enn.en.pdf) (Hämtad 2023-11-21)

⁹⁹ European Commission, METIS, *Optimal flexibility portfolios for a high-RES 2050 scenario*, 2018.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f26e4340-67fd-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-96288622> (Hämtad 2023-11-21)

¹⁰⁰ EEA, ACER, *Flexibility solutions to support a decarbonised and secure EU electricity system*, 2023.

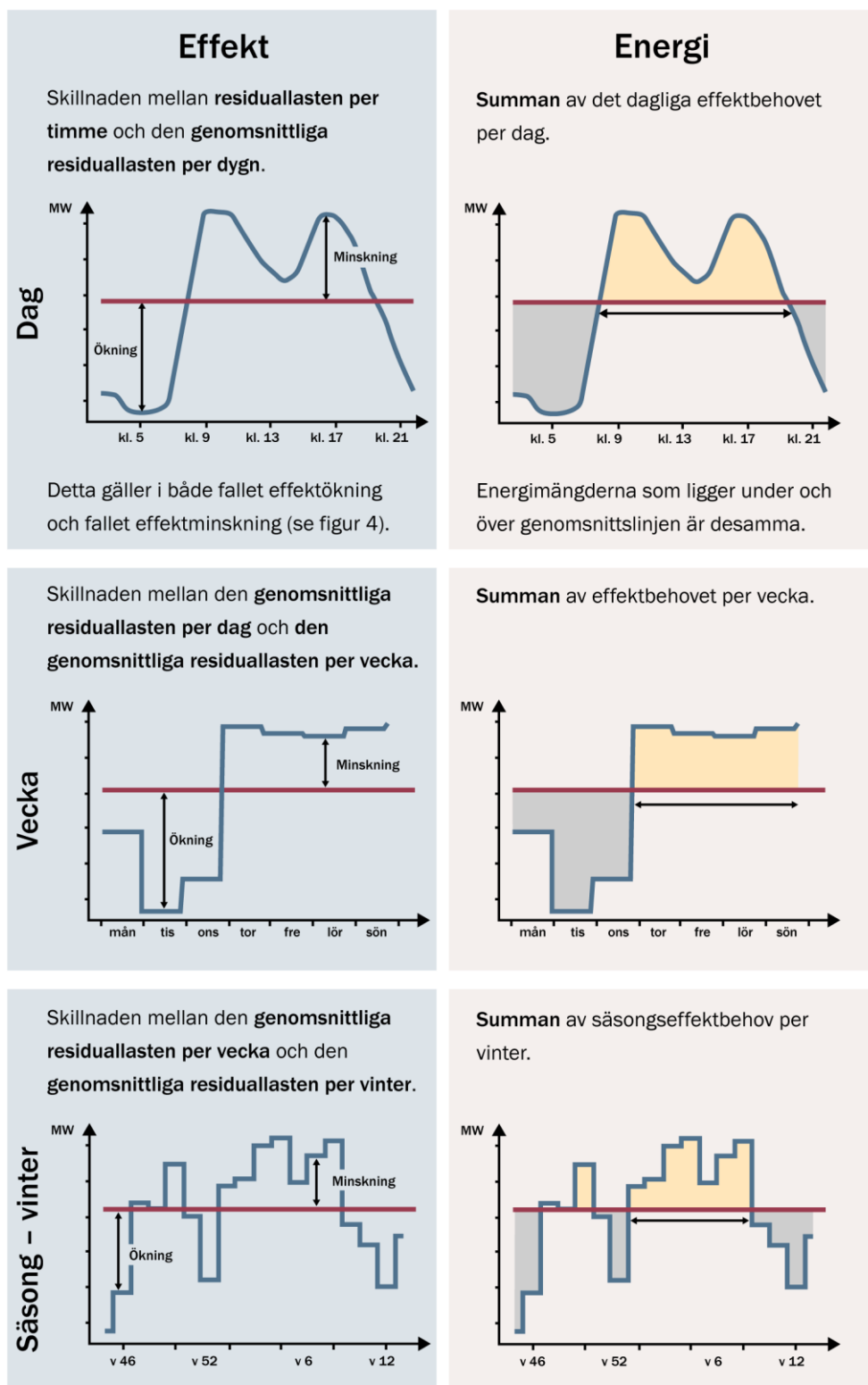
<https://www.acer.europa.eu/Publications/EEA->

[ACER Flexibility solutions support decarbonised secure EU electricity system.pdf](https://www.acer.europa.eu/Publications/EEA-ACER_Flexibility_solutions_support_decarbonised_secure_EU_electricity_system.pdf)

(Hämtad 2023-11-21)

måste flyttas inom varje tidsskala för att uppnå en platt residuallast. I Figur 1 förklaras de uträknade nyckeltalen mer i detalj.

Figur 1 Residuallastprofiler över ett typiskt vinterdygn (per timme), över en typisk vintervecka (per dygn) och över vintersäsongen (per vecka). Vänstra spalten visar profilen tillsammans med exempel på genomsnittligt effektbehov medan högra spalten visar summa som måste flyttas över tidskalan för en platt residuallastkurva



Metod B: Prognosfel i residuallasten

Metod B fokuserar på den flexibilitet som behövs för att täcka skillnaden mellan marknadsutfallet på dagen före-marknaden, intradagsmarknaden och det faktiska utfallet av väderberoende produktion och förbrukning. Metod B utvärderar flexibilitetsbehov genom att analysera prognosfel i residuallasten. Med prognosfel avses skillnaden mellan aktörernas samlade prognoser och faktiskt utfall av elanvändning respektive väderberoende elproduktion, alltså residuallasten.

Marknadsaktörer agerar på elmarknaderna utifrån sina och andras prognoser om förväntad elanvändning och väderberoende elproduktion för varje leveranstimma. Om förutsättningarna för elanvändningen och produktionen ändras efter att dagen före-marknaden stängts, kl. 12:00 dagen före leverans (D-1), har aktörerna möjlighet att justera sina portföljer genom att handla sig i balans på intradagsmarknaden fram till en timme innan leverans (drifftimmen, h-1). En underskattning eller överskattning av antingen elanvändning eller väderberoende elproduktion betyder att ett flexibilitetsbehov uppstår.

För att uppskatta framtida prognosfel har historiska data för uppmätt och prognosticerad förbrukning respektive väderberoende elproduktion använts för att beräkna historiska prognosfel. Prognosfelet innan intradagsmarknadens stängning, alltså skillnaden mellan prognosfelet vid D-1 och h-1, kan hanteras av aktörerna på intradagsmarknaden medan prognosfelet efter intradagsmarknadens stängning endast kan hanteras av Svenska kraftnät på balansmarknaden¹⁰¹. Därför analyseras prognosfelet både efter dagen före-marknadens stängning och efter intradagsmarknadens stängning.

Metod B utgår ifrån historiska data tillsammans med indata till referensscenariot som beskrivits i avsnitt 3.2. Först analyseras det historiska¹⁰² prognosfelet, alltså skillnaden mellan uppmätta och prognosticerade data, för förbrukning respektive vindkraft. Därefter normaliseras de historiska prognosfelen utifrån installerad effekt för förbrukning respektive vindkraft för samtliga elområden. Slutligen extrapoleras prognosfelen, inklusive inbördes korrelationer, för vindkraftsproduktion och förbrukning för varje elområde utifrån installerad effekt i de framtida scenarierna för respektive elområde. Prognosfelen för förbrukning, inklusive dess inbördes korrelationer, adderas till prognosfelet för vindkraftsproduktion för att erhålla prognosfelet i residuallasten. Solkraftsproduktion har inte analyserats i den här studien eftersom prognosfelen

¹⁰¹ För att hantera prognosfel i residuallasten använder Svenska kraftnät huvudsakligen balanstjänsterna frekvenshållningsreserver för normaldrift (FCR-N) och frekvensåterställningsreserver (FRR).

¹⁰² I den här analysen har data för 2018 till och med våren 2023 för Sveriges samtliga fyra elområden använts.

idag är relativt små, näst intill obefintliga i absoluta termer, samt har en liten inverkan på vintersäsongens behov av flexibilitet.

I metod B antas inga förbättringar av aktörernas prognoser i framtiden. Om prognosen ändå skulle förbättras vid dagen före-marknaden kan en större del av flexibilitetsbehovet hanteras på dagen före-marknaden. Om prognoserna vid intradagmarknadens stängning skulle förbättras minskar antagligen behovet av balansresurser under leveranstimman. Oavsett utvecklingen för mer träffsäkra prognoser ger resultaten en tydlig indikation om utvecklingen av behovet för flexibilitet.

Metod B särskiljer inte prognoserna för olika typer av förbrukning eller olika typer av vindkraftsproduktion så som havsbaserad och landbaserad vindkraft. Den havsbaserade vindkraften är idag inte utbyggd i Sverige och utifrån prognosfelen för länder som har byggt ut havsbaserad vindkraft (ex. Danmark och Tyskland) är det svårt att dra några direkta slutsatser. Därför antas idag att havsbaserad och landbaserad vindkraft innehåller liknande prognosfel. Däremot är det troligt att det totala relativa prognosfelet minskar ju mer vindkraft som tillkommer och desto mer utspridd vindkraften blir, detta kallas för sammanlagringseffekt. Oavsett utvecklingen ger resultaten en tydlig indikation om hur behovet för flexibilitet kommer att förändras.

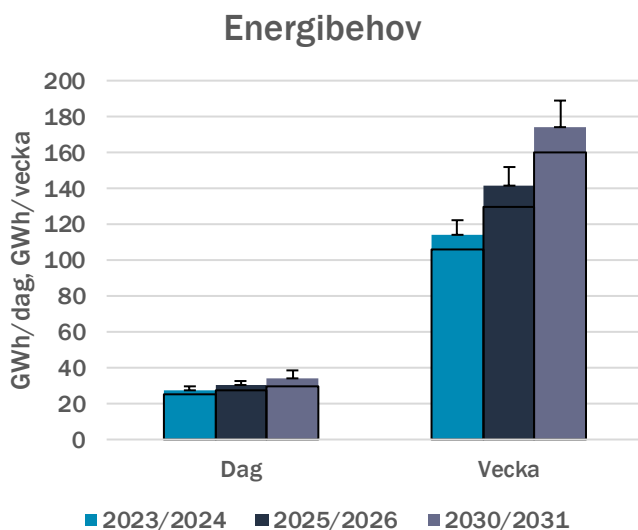
Steg 1 - fler resultat för metod A och metod B

Metod A

I följande avsnitt presenteras resultatet av mängden energi som behöver flyttas inom varje vinterdag och varje vintervecka samt flexibilitetsbehovets utveckling mellan elområden.

Figur 2 visar mängden energi som behöver flyttas inom varje vinterdag och varje vintervecka (det vill säga den 95:e percentil av energi som krävs för varje dag och vecka på vintern). Generellt ökar energibehoven på båda tidskalor, men med en tydligare ökning på veckonivå. Motsvarande siffror vid analys av residuallasten från avräknade data för vintern 2022/2023 är 24 GWh/dag och 167 GWh/vecka. Mellan 2023/2024 och 2030/2031 ökar energibehoven med 25 procent och 53 procent per dag respektive per vecka. I fallet där oändlig överföringskapacitet antas, ökar energibehoven med 20 procent och 51 procent per dag respektive per vecka.

Figur 2 Flexibilitetsbehov för energi inom varje vinterdag, varje vintervecka

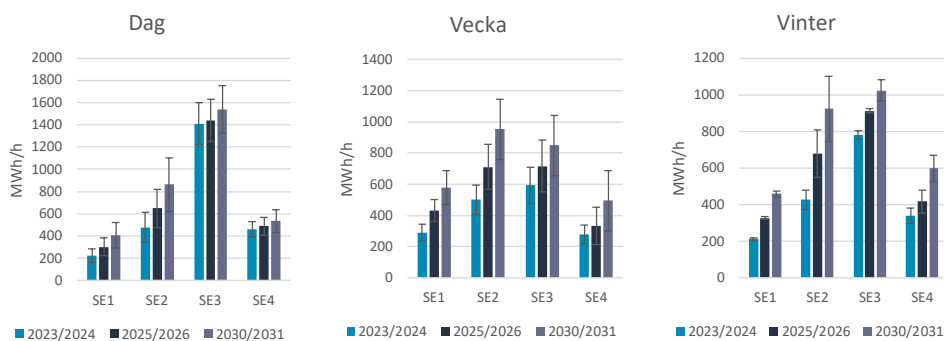


Figureerna Figur 3 till Figur 6 nedan visar flexibilitetsbehovets utveckling per elområden. Flexibilitetsbehovets utveckling mellan varje elområde indikerar en ökning av dygnsvariationer i residuallasten främst för SE1 och SE2.

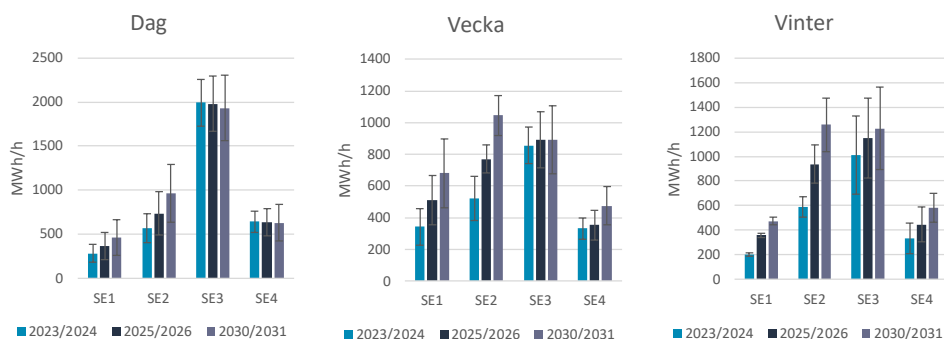
Veckovariationerna och säsongsvariationerna i residuallasten ökar däremot i alla elområden. Huvudsakligen ökar veckovariationerna i form av ett behov av att minska energianvändningen mellan veckorna i SE3 och SE4 drivet av den ökade vindkraftsproduktionen. I SE2 och SE1 förutses ett behov av att både öka elproduktionen och minska elanvändningen mellan veckorna.

Säsongsvariationerna ökar i relativa tal kraftigt i alla elområden men främst i SE2 och minst i SE3.

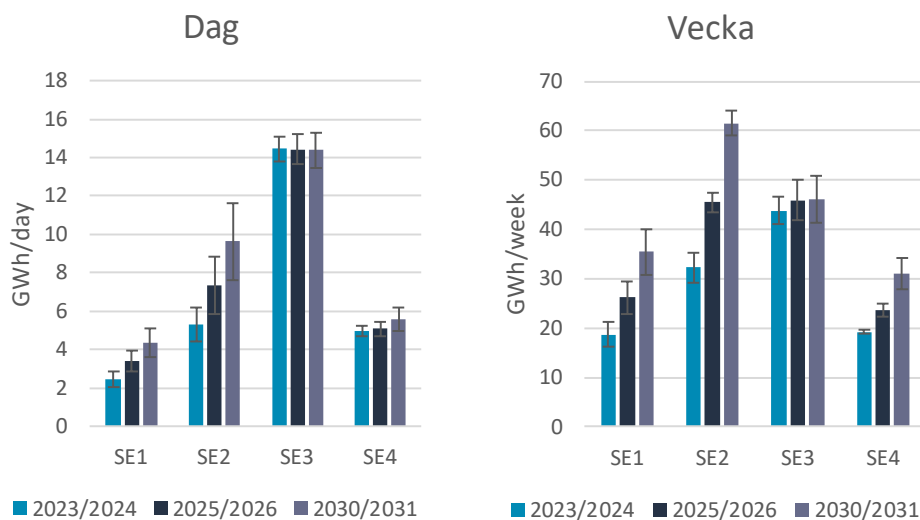
Figur 3 Flexibilitetsbehov för effektminskning i Sverige för vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031

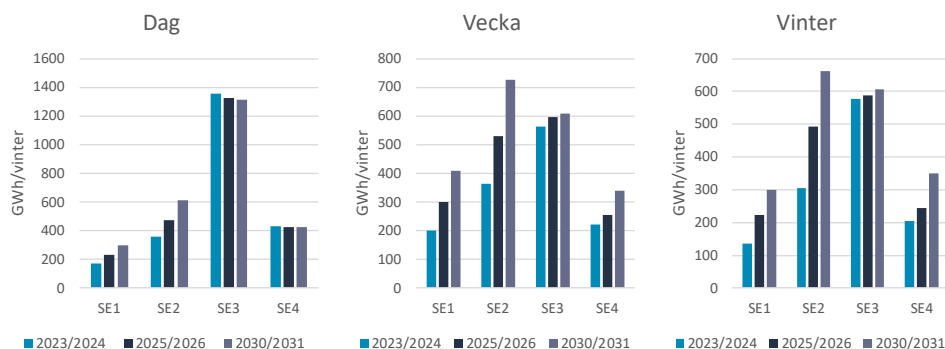


Figur 4 Flexibilitetsbehov för effekttökning i Sverige för vintrarna 2023/2024, 2025/2026 och 2030/2031

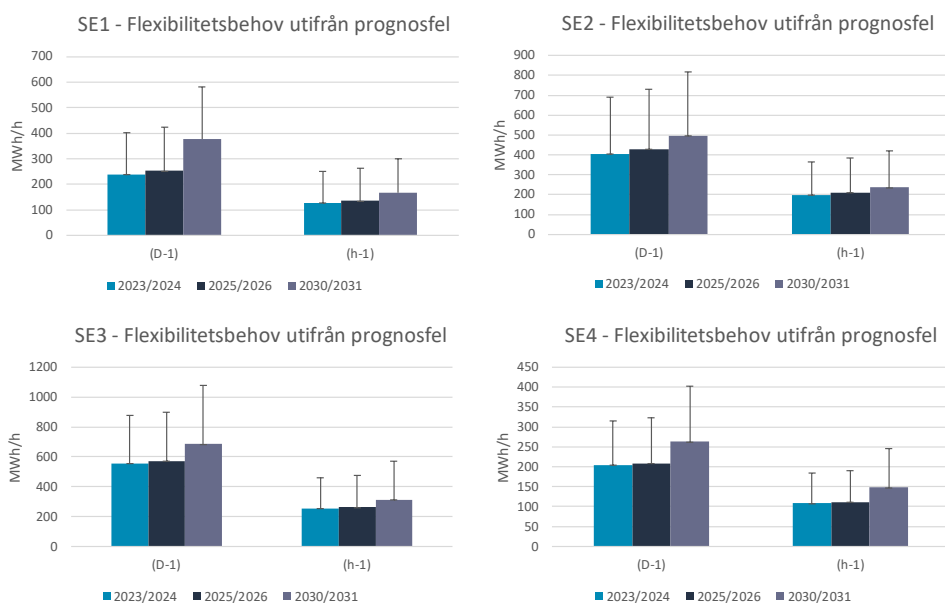


Figur 5 Flexibilitetsbehov för energi inom varje vinterdag, varje vintervecka



Figur 6 Ackumulerade flexibilitetsbehov för energi för alla dagar och veckor på vintersäsongen**Metod B**

Flexibilitetsbehovet utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen före-marknadens stängning samt vid intradagmarknadens stängning illustreras för varje elområde i Figur 7 på samma sätt som det gjordes på riksnivå i kapitel 3.

Figur 7 Flexibilitetsbehovet utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen före-marknadens stängning samt vid intradagmarknadens stängning för varje elområde för de analyserade framtidsscenarierna

Flexibilitetsbehovets utveckling utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen före-marknadens stängning samt vid intradagmarknadens stängning ökar signifikant i alla elområden men ökningen skiljer sig också mellan elområdena. Analysen utgår ifrån förändringen mellan scenarierna 2023/2024 och 2030/2031 i relativa och absoluta termer för 95:e percentilen av prognosfelen.

Flexibilitetsbehovets utveckling utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen före-marknadens stängning ökar relativt främst i SE1 och absolut i första hand i SE1 samt i SE3. Den relativa ökningen uppgår till över 50 procent i SE1.

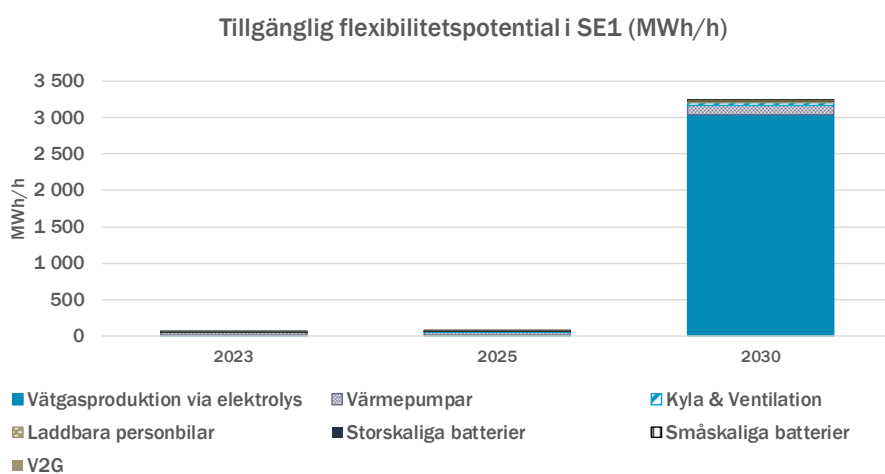
Anledningen till att SE3 ökar mycket i absoluta termer är att behovet av flexibilitet utifrån prognosfelet i residuallasten vid dagen före-marknadens stängning idag är avsevärt större i SE3 jämfört med SE1. Ökningen i SE1 drivs främst av den ökade förbrukningen medan ökningen i SE3, i större utsträckning, drivs av ytterligare vindkraftsproduktion. I SE2 och SE4 ökar flexibilitetsbehovet med 20 respektive 29 procent. I SE2 drivs ökningen av tillkommande förbrukning medan ökningen i SE4 huvudsakligen drivs av tillkommande vindkraftsproduktion.

Flexibilitetsbehovets utveckling utifrån prognosfelet i residuallasten vid intradagmarknadens stängning ökar relativt framför allt i SE1 och SE4 medan den absoluta ökningen är motsvarande för alla elområden. Den relativa ökningen uppgår till 29 respektive 35 procent för SE1 och SE4 medan ökningen i SE2 och SE3 uppskattas till 17 respektive 23 procent. Ökningen i SE4 är främst driven av den tillkommande vindkraftsproduktionen medan ökningen i SE1 drivs av den tillkommande förbrukningen. Ökningen i SE3 drivs i första hand av tillkommande vindkraftsproduktion medan ökningen i SE2 främst drivs av ytterligare förbrukning

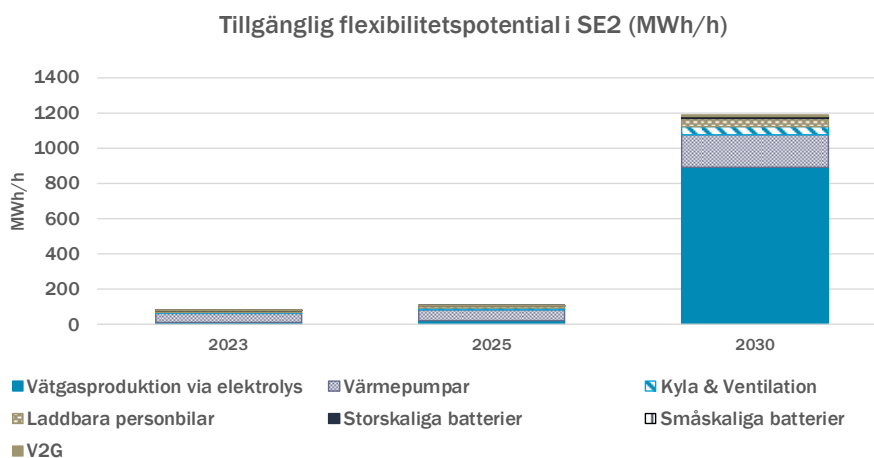
Resultat steg 2 – uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential från resurserna per elområde

I figurerna nedan visas de kvantifierade uppskattningarna av flexibilitetspotentialen per elområde. Som synes uppskattas flexibilitetspotentialen inom de olika områden ganska olika utifrån skillnader i primärt demografien för de flesta av resurserna eller i fallet vätgas och stora batterier utifrån vad som framkommit av marknadsundersökningarna.

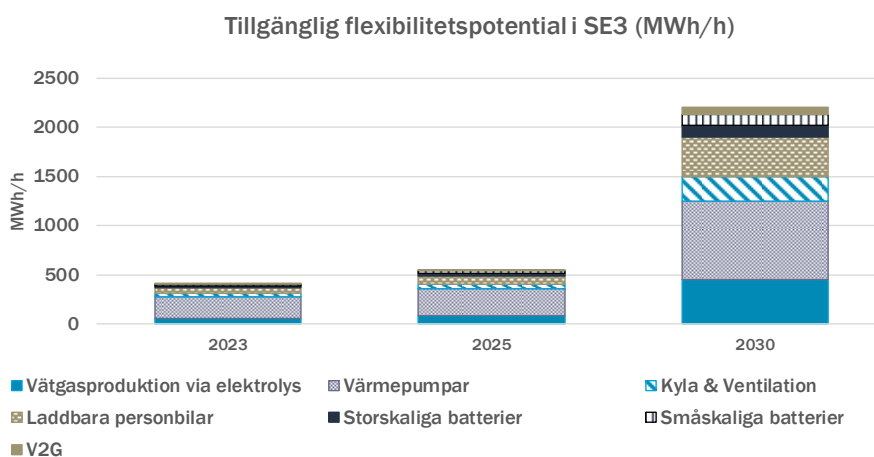
Figur 8 Uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential inom SE1. Den totala volymen understiger 100 MWh/h både 2023 och 2025



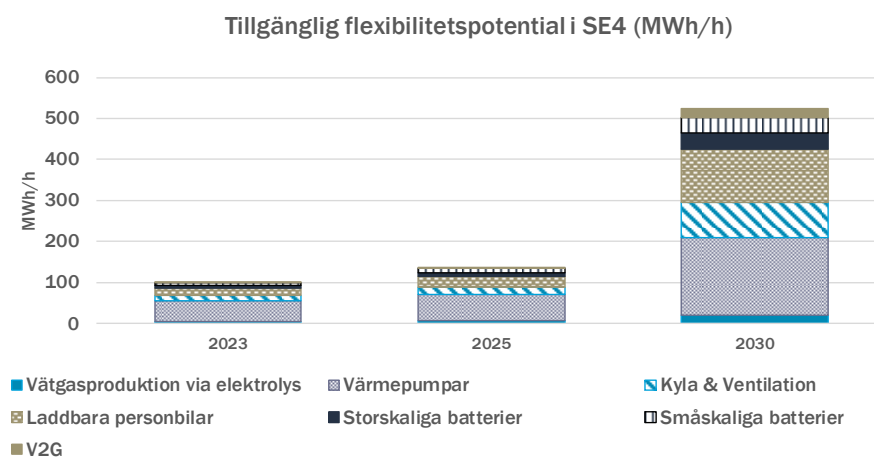
Figur 9 Uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential inom SE2. Den totala volymen uppskattas vara cirka 100 MWh/h år 2023 och knappt 200 MWh/h år 2025



Figur 10 Uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential inom SE3. Till skillnad från uppskattningarna av SE1 och SE2 är mixen av bidrag inte dominerat av vätgas 2030, och storskaliga batterier förväntas ge ett större bidrag



Figur 11 Uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential inom SE4. I likhet med SE3 är det totala bidraget en mix från olika resurser, och SE4 är det elområde som uppskattas få störst relativa bidrag från storskaliga batterier



Källor och antaganden steg 2 – uppskattad tillgänglig flexibilitetspotential från resurserna

Här följer en mer detaljerad beskrivning och diskussion av och om de antaganden som gjorts för att uppskatta den tillgängliga potentialen för resurserna.

Antagandena för en given resurs kan inkludera temperatur¹⁰³, andel användare som är delaktiga (beteende¹⁰⁴), hur stor teknisk potential som finns, hur stor praktisk potential som finns samt volym. Praktisk potential är ett mått på hur stor andel av den tekniska potentialen som uppskattningsvis används eller kan användas. På så vis skiljer sig den uppskattade tillgängliga flexibilitetspotential från en teoretisk flexibilitetspotential som är mer vanligt förekommande i studier.

Källor för värmepumpar

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, elanvändning till värme i värmepumpar i hushåll och lokaler och hur dessa utvecklas över tid)
- SMHI graddagar (fördelning av värmebehov över året, och därmed elanvändning tillgänglig för flexibilitet)
- SCB månatlig elanvändning (fördelning av elanvändning per elområde)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Hur mycket effekt som kan flyttas under den kritiska perioden av dygnet när flexibilitet behövs (33 procent)
 - Genomsnittlig dygnsprofil av normal användning av värmepumpar samt genomsnittlig dygnsprofil av flexibel användning av värmepumpar (ger maximalt 4 procent av daglig energi som genomsnittlig effektreduktion över en timme, eller maximalt 90 procent av elenergin en enskild timme)
 - Utveckling av andel av värmepumpar som kan styras och används flexibelt, se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel flexibilitet	10%	20%	60%	95%	100%	100%	100%

¹⁰³ Kallare väder innebär exempelvis större efterfrågan på uppvärmning och lägre kapacitet i batterier

¹⁰⁴ Att äga en resurs med flexibilitetspotential innebär inte att den faktiskt används som sådan. Människan är inte alltid rationell men elanvändare med timpris bedöms vara mer flexibla än elanvändare med fast pris.

Källor för laddbara personbilar

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, genomsnittlig daglig elanvändning av eldrivna personbilar samt utveckling av elanvändning i transportsektorn)
- Trafikanalys Statistik (Andel av bilar registrerade per elområde som en proxy för hur efterfrågan för laddning fördelas över elområdena)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Andel långsamladdning, med andra ord laddning som är hemma / jobb och som kan flexa när de laddar (80 procent)
 - Av de som laddar långsamt hur många som krävs att de laddar och inte kan flexa (10 procent)
 - Genomsnittlig dygnsprofil av normal personbilsaddning samt genomsnittlig dygnsprofil av flexibel laddning av personbilar (ger cirka 5 procent daglig energianvändning som genomsnittlig effektreduktion över en timme)
 - Utveckling av andel av laddbara personbilar som laddas flexibelt, se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel flexibilitet	10%	25%	60%	95%	100%	100%	100%

Källor för gatu- och vägbelysning

- Energimyndighetens statistik om elanvändning i Sverige efter användningsområde, elområde och år (elanvändning till gatu- och vägbelysning (TWh) fördelat per elområde)
- SCB:s rapport: Belysningsel industri och vägbelysning (2017) (energieffektivisering potential i gatubelysning som minskar total användning av gatubelysning över tid)
- VTI rapport: Vägbelysning, En litteraturstudie (2006) (Flexibilitet potential i gatubelysning ger 80 procent)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Hur mycket av gatubelysnings flexibilitetspotential som är realiserbart (50 procent)
 - Utveckling av andel av gatubelysning som är styrbar, se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel flexibilitet	0%	10%	50%	100%	100%	100%	100%

Källor Livsmedelskyllning (kyllager)

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario procentuella ökning av elanvändning av driftel i lokaler exklusive datacenter över tid)
- Energimyndighetens statistik om elanvändning i Sverige efter användningsområde, elområde och år (elanvändning i livsmedel byggnader exklusiv värme, samt fördelning av användning per elområde baserade på "användning till detaljhandel och handel")
- Energimyndighetens rapport: Energianvändning i handelslokaler (2010) (Andel av elanvändning i livsmedel byggnader exklusiv värme som är till kyl –mer än 60 procent)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Utveckling av andel av elanvändning till kyl i livsmedelssektor som är styrbar. Samma antagande om steg som för gatu- och vägbelysning, se tabell ovan.

Källor för kyla och ventilation i lokaler (exkl. Livsmedel)

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, procentuella ökning av elanvändning av driftel i lokaler exklusive datacenter över tid)
- Energimyndighetens statistik om elanvändning i Sverige efter användningsområde, elområde och år (fördelning av användning per elområde baserade på bostad- och servicesektor)
- EM rapporter: Energin i våra lokaler (2010), Energistatistik för lokaler 2016 (total elanvändning till komfortkyl och fläktar)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Andel av flexibilitetsutrymmet i användning (33 procent)
 - Utveckling av andel av elanvändning till kyl/ventilation i lokaler som är styrbar. Samma antagande och steg som för gatu- och vägbelysning, se tabell ovan.

Källor för datacenter

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, elanvändning av datacenters över tid)

- Energimyndighetens statistik om elanvändning i Sverige efter användningsområde, elområde och år (fördelning av användning per elområde baserade på bostad- och servicesektor)
- Zhenhua Liu et al. (2013) rapport: Data center demand response: Avoiding the coincident peak via workload shifting and local generation. (uppskattning av flexibilitetsutrymmet i elanvändning hos datacenter)
- Expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Fördelning av elanvändning till datacenters per elområde (Svenska kraftnät)
 - Utveckling av andel av datacenters som bidrar till flexibilitet, se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel flexibilitet	0%	25%	50%	100%	100%	100%	100%

Källor för småskaliga batterier

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, ökning i installerade effekt baserade på utveckling av soletproduktion i Sverige)
- Skatteverket statistik om grön teknik, lagring, installation (antal av installationer fördelat per elområde)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Uppskattning att kapacitetsutbyggnad av batterier korrelerar med utvecklingen av småskalig soletproduktion
 - Utveckling av andel av privata batterier som används mot elsystemets behov, se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel ej låst kapacitet	0%	15%	45%	60%	70%	70%	70%

Källor för storskaliga batterier

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, ökning i installerade effekt baserade på utveckling av vind- och soletproduktion i Sverige)
- Marknadsundersökning av installerade och kommande stora batterier 2022-2025 och framåt (Installerade effekt fördelat per elområde)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Antagandet att en viss andel stora batterier är låst för lastbalansering etc., se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel ej låst kapacitet	100%	90%	80%	67%	67%	67%	67%

Källor för V2G

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, antal BEV personbilar i Sveriges flottan över tid)
- Trafikanalys Statistik (andel av bilar registrerade per elområde som en proxy för hur efterfrågan på laddning fördelas över elområdena)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Kapacitet tillgängligt för V2G effekt per fordon (11 kWh)
 - Andel av V2G personbil som är tillgängligt en viss tid (4 procent)
 - Andel av BEV som har V2G teknik installerade på bil och laddningspunkt, se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel V2G	0%	2%	10%	30%	50%	70%	100%

Källor för produktion av vätgas via elektrolys

- Energimyndighetens långsiktiga scenarier 2023 (lägre el-scenario, ökning i elanvändning till vätgasproduktion per elområde)
- Marknadsundersökning av installerad och kommande elektrolysröreffekt till vätgasproduktion (Installerade effekt fördelat per elområde)
- Energimyndighetens expertbedömning (antaganden/proxy)
 - Kategorisering av anläggningar som bedöms ha låg-mellan-hög grad möjlighet att styra elektrolysoren flexibelt, med motsvarande olika andel av installerad effekt tillgänglig för flexibilitet
 - Antagande att maximalt 80 procent av installerad effekt går att reducera, även för anläggningar som bedöms ha hög flexibilitetspotential.
 - För anläggningar som bedöms ha låg grad flexibilitet antas att maximalt 24 procent av installerad effekt kan tillgängliggöras som flexibilitet.
 - Antagande att endast en andel av tillgänglig flexibilitet för anläggningar med hög potential (80 procent maximal effekt av installerad kapacitet) har hög priskänslighet, se följande tabell:

År	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Andel priskänslig	50%	50%	60%	70%	80%	90%	90%

2022-102604-0033

2023-12-15

