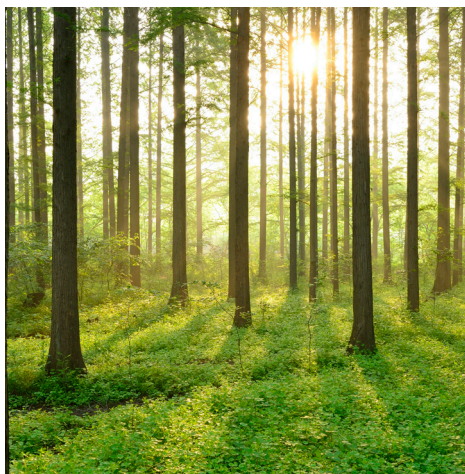


ATT KVANTIFIERA STORLEKEN PÅ MARKNADEN FÖR ICKE FREKVENSLATERADE STÖDTJÄNSTER

RAPPORT 2021:806



Att kvantifiera storleken på marknaden för icke frekvensrelaterade stödtjänster

Ett tentativt exempel från prisområde 4

MATS NILSSON

Förord

Region Skåne och Energiforsk träffade i november 2020 avtal om forskningssamverkan rörande systemtjänster för kraftsystemet i Skåne. Samarbetet gäller en pilotstudie som ska kvantifiera behovet av systemtjänster för kraftsystemet i Skåne och sätta ett värde på detta.

Studien ska också klargöra de legala förutsättningar som gäller för möjligheten att skapa systemtjänster och ge förslag på styrmedel som kan möta de behov av systemtjänster som identifieras. Resultaten redovisas dels i denna rapport, dels i underlagsrapporten Power outlook and security of supply in Region Skåne, Energiforsk rapport 2021:807.

Projektet har utförts av Mats Nilsson, Shadow analysis AB och Anders Kofoed-Wiuff, Ea Energy Analyses. Ansvarig för projektet på Region Skåne är Ola Solér.

Energiforsk

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

Summary

The Swedish power system and the Swedish electricity market has gone through a transformation towards a more climate friendly society and in addition, a more circular economy. The latter means that we will get more renewable energy sources into the power system. With an increasing share of renewables, we expect an increasing need for ancillary services, and an ancillary services market. In this study we use a forecast of the future energy mix in bidding zone 4 in Sweden (SE4) to make an estimate of the future size of the non-frequency ancillary services market in SE4.

Ancillary services includes balancing, frequency services, reactive power, black start capability, and islanding capabilities. With the decommissioning of some nuclear power plants and an increasing share of weather dependent electricity generation an increasing scarcity for non-frequency services is making itself known. We use empirical data from other markets to estimate the size of the reactive power market (in SEK) in SE4. The market size for reactive power markets is estimated to 100-200 MSEK/year.

During 2021 SE4 has experienced very high prices. A system that is only relying on weather dependent power generation becomes vulnerable for changes in the import and export capacity as well as bad weather conditions for electricity generation. As the study from EA analyse shows such an energy mix is very likely for SE4. Thus, we briefly discuss other important policies to secure a robust power system. It is important that the future transmission network develops the trading capacity with surrounding areas. In addition, prolonging the strategic reserve after 2025 and develop more islanding capabilities to increase the resilience.

The types of non-frequency ancillary services discussed in this report usually concerns small geographical areas and a small number of buyers and sellers. Thus, efficient market monitoring will be needed.

Keywords

Non frequency ancillary services, market size, reactive power market

Icke frekvensrelaterade stödtjänster, marknadsstorlek, marknad för reaktiv effekt

Sammanfattning

Den svenska energisektorn, och inte minst den därunder hörande elmarknaden, har genomgått stora förändringar till stor del beroende på omställningen till ett klimatvänligare samhälle. Ett sekundärt mål med en välfungerande elmarknad är också att på lång sikt skapa ett "cirkulärt samhälle". Detta innebär bland annat att vi kommer att se en ökande andel förnybara energikällor inom kraftsystemet. Med en ökande andel förnybart uppstår också ett ökande behov av nya stödtjänstmarknader. I denna studie skissar vi ramarna för hur utvecklingen av energimixen kan se ut i prisområde 4, och därmed storleken på icke frekvensrelaterade stödtjänster.

Stödtjänster inbegriper tjänster såsom balansering av utbud och efterfrågan, frekvensreglering, dödstartsförmåga och ödriftsförmåga. Med nedläggningar av kärnkraftverk och en ökande andel förnybar kraftproduktion har dock en knapphet på dessa tjänster uppstått. Med hjälp av marknadsstorlekar från andra europeiska länder görs här en skattning för hur stor marknaden för reaktiv effekt (i SEK) kan bli i elområde 4.

Utifrån ett underlag om framtidens kraftsystem i SE4 av EA analys har storleken på den icke frekvensbaserade stödtjänsten "reaktiv effekt" skattats. Marknadsstorleken uppskattas till mellan 100-200 miljoner SEK/år.

Elområde 4 har under 2021 upplevt rekordhöga priser. Ett system som uteslutande innehåller väderberoende kraftproduktion blir känsligt för störningar av till exempel handelskapaciteten men också om väderförhållande är ogynnsamma för elproduktion. Som EA analyse visar är det sannolikt att ett sådant scenario väntar för elområde 4. Därför diskuteras kort andra åtgärder som är viktiga för systemets robusthet. Framför allt är det viktigt att ytterligare koppla samman SE4 med kringliggande områden. En möjlighet att förlänga den strategiska reserven efter 2025 bör undersökas. Vidare bör möjligheten att genom utökade ödriftsmöjligheter förstärka resiliensen i elområde 4.

De underliggande karaktärsdragen på denna typ av stödtjänstprodukter kräver en tydlig marknadsövervakning av myndigheterna. Det är också viktigt att försöka reda ut när en marknad ska användas, och när det är lämpligt med till exempel riktade upphandlingar.

Innehåll

1	Introduktion	7
1.1	Utbud och efterfrågan i elområde 4	7
1.2	Framtida energimix elområde 4	9
1.3	Elprisutvecklingen i SE4	12
1.4	Kort om de frekvensrelaterade stödtjänsterna	13
1.5	Kort om närliggande områden	13
1.6	Rapportens upplägg	13
2	Icke frekvensrelaterade stödtjänster	14
2.1	definition av de icke frekvensrelaterade stödtjänsterna	14
2.2	Kort diskussion om redan existerande marknader	15
3	En enkel kvantifiering med fokus på elområde 4	17
3.1	Beräkningsgrund	17
3.2	Beräkningar	18
3.3	vilka är aktörerna?	19
4	Ett robust elsystem i elområde 4	20
4.1	Strategiska reserver	20
4.2	transmissionsnätanslutningar	21
4.3	Ödrift	22
5	Marknadsdesign för stödtjänstprodukter	24
5.1	Coase – marknad eller upphandling	24
5.2	en myndighetsnärvaro krävs	24
6	Sammanfattning	25
7	Referenser	26

1 Introduktion

Den svenska energisektorn, och inte minst den därunder hörande elmarknaden, har genomgått stora förändringar till stor del beroende på omställningen till ett klimat-vänligare samhälle. Ett sekundärt mål med en välfungerande elmarknad är också att på lång sikt skapa ett "cirkulärt samhälle". Detta innebär bland annat att vi kommer att se en ökande andel förnybara energikällor inom kraftsystemet. Med en ökande andel förnybart uppstår också ett ökande behov av nya stödtjänstmarknader. I denna introduktion skissar vi ramarna för hur utvecklingen av energimixen kan se ut i prisområde 4.

1.1 UTBUD OCH EFTERFRÅGAN I ELOMRÅDE 4¹

Elområde 4 består av regionerna Skåne, Kronoberg, Blekinge och Öland jämte delar av Kalmar, Jönköping och Halland, se Figur 1.

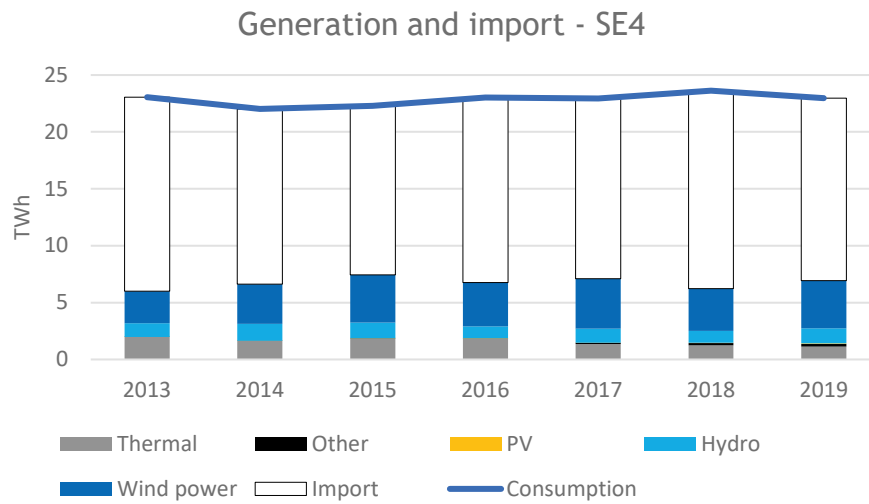


Figur 1 | elområde 4 ingående regioner

Källa: EA ANALYSE 2021

EA Analyse har i detta projekt undersökt en sannolik utveckling av region Skåne med speciellt fokus på kraftvärmens ekonomi. Budområde 4, (SE4) har historiskt (sedan nedläggningen av Barsebäck) varit beroende av handel och import från kringliggande områden. Baskraft, termisk elproduktion har fram till 2019 minskat till 0,8 TWh 2019. Vindkraftens bidrag till energiproduktionen har stadigt ökat för att nå 4,2 TWh 2019. SE4 är således till största delen beroende av elimport, se figur 2.

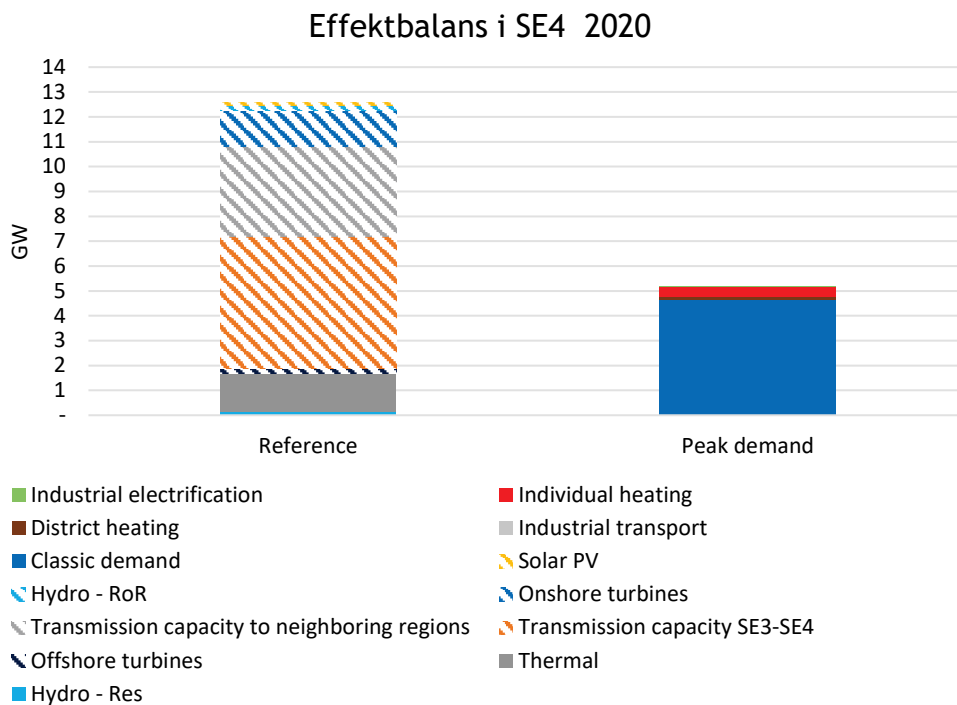
¹ Detta avsnitt bygger i allt väsentligt på delrapporten EA analyse (2021) "Power outlook and security of supply in Region Skåne".



Figur 2: Produktion och import av el i SE 4 mellan 2013 och 2019.

Källa: EA Analyse 2021

Topplasten, det vill säga den högsta efterfrågan i området som ska tillgodoses, i budområde 4 är ca 5 GW. Figur 3 åskådliggör kapacitetsbalansen i SE4. Det finns således nästan 2,5 ggr i installerad effekt. Det är dock endast en liten del av denna som kan räknas som förutsägbar och därmed som en del av en försörjningssäker effekt vid topplastsituationer.



Figur 3 Kapacitetsbalans SE4 år 2020.

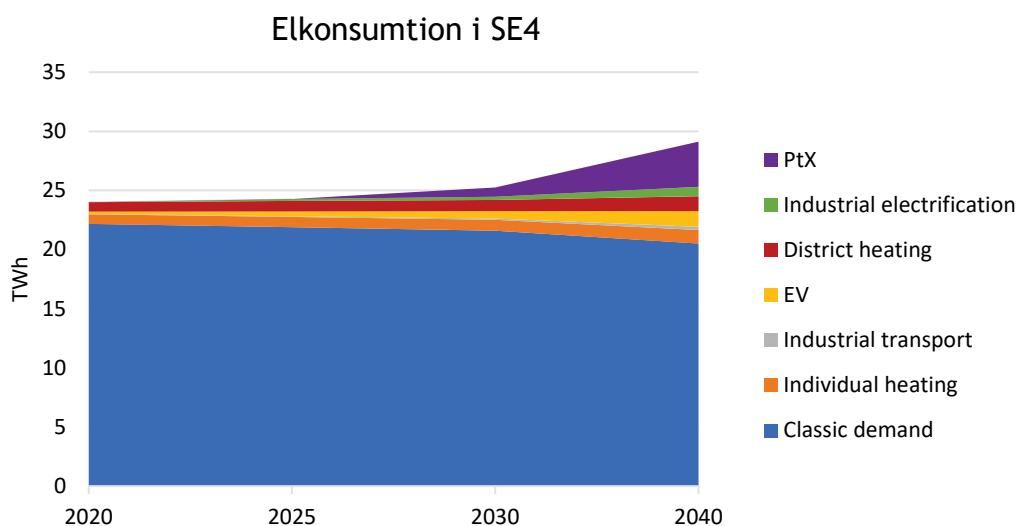
Källa: EA Analyse 2021

Det finns flera små termiska kraftverk, ca 1,5 GW. Detta är framför allt kraftvärme. SE4 är tämligen väl ihopkopplat med kringliggande system. Importkapaciteterna (termisk kapacitet, så kallad *net transfer capacity*) är 6,2 GW från SE3, 1,7 från DK2, 0,6 GW från Polen och 0,7 GW från Litauen (data från Nord Pool spot). Under hösten 2021 har vi dock upplevt hur känslig importen är för händelser i kraftsystemet och dessa kapaciteter speglar egentligen bara möjlig import under goda förhållanden. Den 18 september 2021 kunde till exempel mindre än hälften av kapaciteten till budområde SE3 användas.

Effektbalansen med möjlig import är således en aspekt, medan frekvens- och spänningskontroll är andra viktiga aspekter på försörjningstryggheten i SE4.

1.2 FRAMTIDA ENERGIMIX ELOMRÅDE 4²

EA Analyse 2021 har skattat efterfrågeutvecklingen och den tänkbara framtida energimixen i SE4, se figur 4. För detaljer kring dessa skattningar hänvisas till den studien.



Figur 4 prognosticerad elkonsumtion i SE4.
Källa: EA analys 2021

Svenska kraftnät (2021) prognosticerar en elanvändning i SE4 på mellan 29-39 TWh år 2045 vilket gör EAs scenario något mindre aggressivt i tänkt utveckling av efterfrågan. Den största delen av efterfrågeutvecklingen är tekniker med *power to X (PtX)*, t.ex. kraftproduktion som insats i vätgasproduktion. I just en sådan värdekedja kan vätgasproduktion och lagring bidra till systemets stabilitet vilket är viktigt att åtminstone kvalitativt ta i beaktande då vi i många scenarier kan se en stark utveckling av väderberoende och därmed intermittenta kraftslag såsom sol- och vindkraft.

EAs prognoser visar också på en något mindre ökning av PtX i SE4 än i övriga landet. Detta konfirmeras av andra studier³ och beror till stor del på att den

² Bygger på EA ANALYSE 2021

³ Svenska kraftnät (2021a); Nordic Energy Research (2021), Energimyndigheten (2021).

industriella utvecklingen i första hand antas ske i norra Sverige. En elektrifiering av fordonsflottan förväntas ske med en efterfrågan på 0,6 TWh 2030 och 1,3 TWh 2040. Klassisk efterfrågan minskar något pga energieffektivisering.

Svenska kraftnät anger i sin kortsiktiga marknadsanalys (Svenska kraftnät 2020) att Karlshamnsverket och Heleneholmsverket läggs ner 2025. Kvar blir då i SE4 knappt hälften av den termiska kapaciteten, 750 MW. I EAs analys som ligger till grund för delar av analyserna i denna studie finns den återstående kapaciteten kvar till åtminstone 2040. Vi kommer att återkomma till dessa kraftverk när vi resonerar om en utveckling av den svenska elberedskapen framför allt avseende ödrift. I tabell 1 visas fjärrvärmemarknaden per kommun. Några av dessa kraftverk kan komma i fråga när det gäller en ökad elberedskap i Skåne.

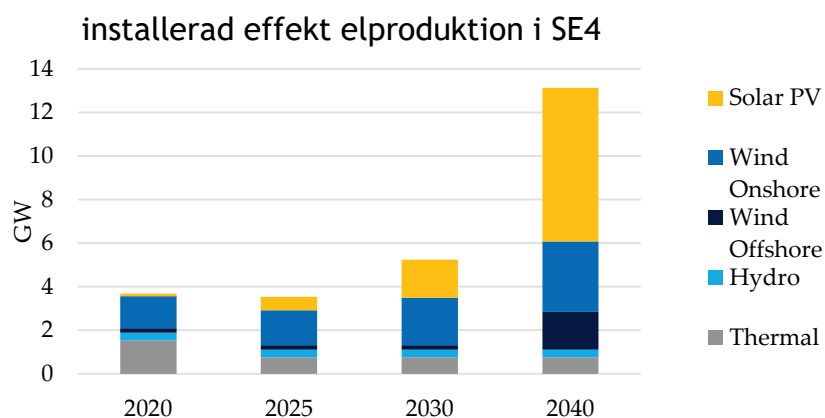
Tabell 1 Fjärrvärme-efterfrågan i skånska kommuner. [GWh]

Kommun	Kommun	Kommun	Kommun
Bjuv	21.0	Perstorp	44.9
Bromölla	34.3	Simrishamn	46.1
Eslöv-Lund-Lomma	805.0	Skurup	27.1
Helsingborg	958.4	Staffanstorp	25.5
Hässleholm	173.8	Trelleborg	90.1
Höganäs	41.5	Ystad	128.6
Kristianstad	340.6	Ängelholm	161.5
Landskrona	247.2	Örkelljunga	26.4
Malmö	1971.0	Åstorp	37.8
Total			5181

Källa: EA analys 2021

Enligt de modelleringar som EA gjort för SE4 är kapacitetsutvecklingen modest fram till 2030 för att sedan kraftigt öka mellan 2030-2040, se figur 5 (EA analys 2021).

Kraftsystemet blir, om dessa prognoser blir verklighet, extremt väderberoende. Detta dämpas som sagt något med PtX men eftersom utvecklingen av detta förväntas vara mindre än i övriga Sverige måste slutsatsen ändå bli att SE4 blir ett ännu mer störningskänsligt område än idag.

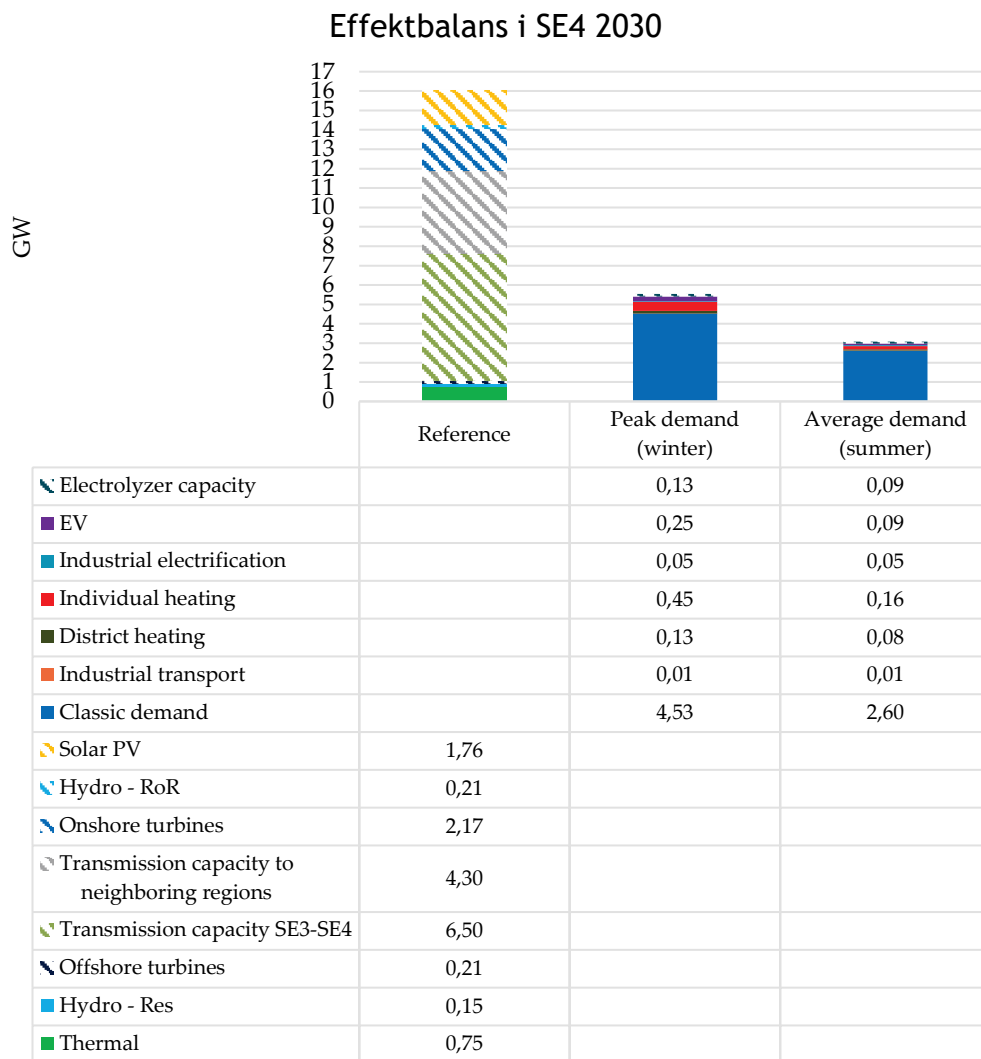


Figur 5 Elproduktion SE4 2020-2040

Källa: EA ANALYSE 2021

EA antar att den del av återstående CHP som inte är biobaserad hålls kvar på marknaden genom ersättning som strategisk reserv. Det förutsätter då att den strategiska reserven fortsätter att existera efter 2025. Det är med nuvarande skatter och pålagor svårt att driva kraftvärme med vinst (se EAs rapport för mer utförliga beräkningar kring detta. De påvisar speciellt att naturgasdriven kraftvärme i stort sett är uteslutet i Sverige). Importberoendet till SE4 minskar i och med större andel lokal produktion. Dock blir SE4 redan 2025 mer beroende av omvärlden för sin försörjningssäkerhet.

Försörjningssäkerheten år 2030 åskådliggörs i figur 6.



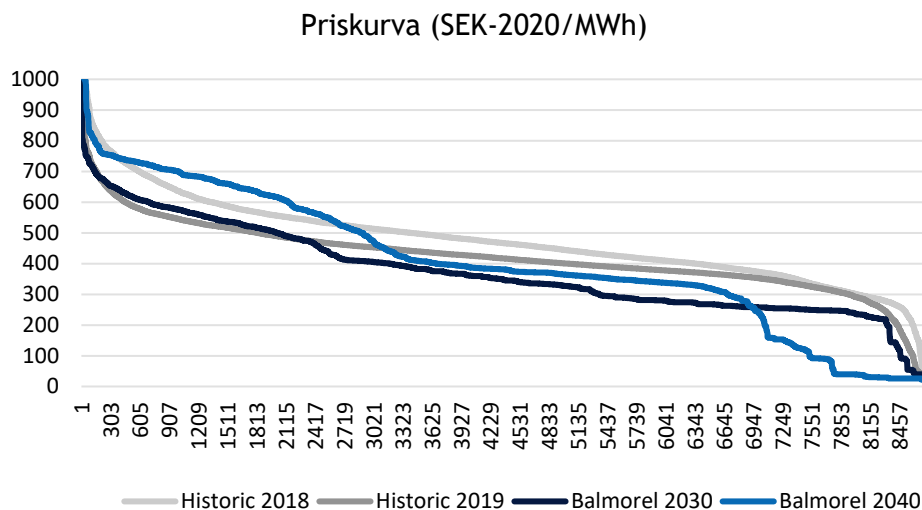
Figur 4 Effektbalans SE4 2030.

Källa: EA analys 2021

2030 är vintertopplasten 5,5 GW vilket är en liten ökning från dagens nivå. På sommaren är efterfrågan i genomsnitt 3 GW. Detta skall, vid ogynnsamma väderförhållanden, framför allt mötas med import och den kvarvarande termiska kapaciteten. Enligt EAs analys är detta möjligt utom ca 20-30h per år. Detta bygger dock på att det finns stödtjänster på plats så att transmissionsnätet kan utnyttjas till fullo (jämför t.ex. med de kraftöverföringsproblem som funnits sommaren och hösten 2021).

1.3 ELPRISUTVECKLINGEN I SE4

Elprisutvecklingen i budområdet är viktigt då det blir avgörande för vilka investeringar som blir av. Historiska priskurvor för 2018 och 2019 jämförs i figur 7 med beräknade priskurvor för 2030 och 2040. Genomsnittspriserna 431 SEK/MWh och 444 SEK/MWh för 2030 respektive 2040 vilket endast är marginellt högre än de 420 SEK/MWh vi erfor år 2019. Även om prisökningarna i genomsnitt är modesta ökar prisvolatiliteten i systemet. De 20-30 timmar som pristaket nås behövs reserver för elproduktionen eller att efterfråga kopplas bort.



Figur 7 priskurvor SE4

Källa: EA analys 2021

EA analysen prisuppskattningar ligger betydligt högre än till exempel Svenska kraftnäts prognoser. Svenska kraftnät uppskattar att elpriserna i SE4 är mellan 280-410 SEK/MWh 2035 och 260-310 SEK/MWh 2045 (Svenska kraftnät 2021a).⁴ Energimyndigheten (2021) ligger å andra sidan med mellan 450-500 SEK/MWh nära EAs skattningar. Dessa skattningar, med EA analys som grund, ger oss en del av beräkningsunderlaget för den framtida marknadsstorleken på icke frekvensbaserade stödtjänster.

⁴ Svenska kraftnät anger sina resultat i EUR/MWh. Jag har förenklat använt växelkursen 10 SEK/€. Svenska kraftnät har 4 olika scenarios där de tar hänsyn till graden av elektrifiering samt olika energimixar därav de intervall som rapporteras ovan.

1.4 KORT OM DE FREKVENRELATERADE STÖDTJÄNSTERNA

Marknader för stödtjänster har alltmer kommit i blickpunkten allt eftersom ett förändrat kraftsystem skapar nya former av knapphet. Före avregleringen kan vi förenklat säga att man vid anslutning av ny produktion gjorde en analys av vad som krävdes. Efter avregleringen försvann detta helhetstänk och sakta men säkert ökade knappheten på tjänster som svängmassa (rotationsenergi, inertia) men de senaste åren också icke frekvensrelaterade tjänster. Det som saknas är marknader för de spänningsrelaterade tjänsterna. Internationellt har det på vissa marknader funnits stödtjänstprodukter för t.ex. reaktiv effekt.

1.5 KORT OM NÄRLIGGANDE OMRÅDEN

Flexibilitet kommer sannolikt att bli att viktigare när vi ökar mängden förnybar kraftproduktion i systemet. De naturliga svängningar som följer med väderberoende kraftslag måste i förlängningen täckas upp med olika sorters lager och planerbar produktion. I Tyskland och Belgien läggs kärnkraft ner och ersätts med fossila anläggningar. Denna utveckling är dock knappast långsiktigt hållbar. De kontinentala kraftsystemen kommer därför också att i den närmaste framtiden sannolikt uppvisa stora kostnadsökningar när billig baskraft läggs ner och priset på utsläppsrätter går upp, något som genom handel kommer att påverka priserna i SE4.

1.6 RAPPORTENS UPPLÄGG

I resten av rapporten är fokus på icke frekvensrelaterade stödtjänster. Det kommer dock att bli svårt att göra en absolut åtskillnad då dessa delvis levereras vid samma tillfälle. Ett kärnkraftverk som levererar reaktiv effekt bidrar t.ex. med rotationsenergi på samma gång. Detta faktum att många tjänster levereras vid samma tidpunkt är en försvårande omständighet både i konstruktion av stödtjänstprodukter såväl som vid uppskattningen av den ekonomiska storleken av en stödtjänstmarknad.

2 Icke frekvensrelaterade stödtjänster

Stödtjänster inbegriper tjänster såsom balansering av utbud och efterfrågan, frekvensreglering, dödstartsformåga och ödriftsformåga. Traditionellt sett har de tjänster som explicit behövts upphandlats av systemoperatören. Det svenska kraftsystemet var före 1996 stabilt och man kan förenklat säga att stödtjänster som behövdes levererades implicit av de stora kraftproducenterna. Framför allt bidrog kärnkraften i syd- och mellansverige med tjänster som rotationsenergi (svängmassa/inertia), reaktiv effekt och kortslutningsström. När marknaden avreglerades var inte dessa implicita stödtjänster på dagordningen då det fanns ett överskott. Med nedläggningar av kärnkraftverk och en ökande andel förnybar kraftproduktion har dock en knapphet på dessa tjänster uppstått. Det svenska kraftsystemet står därmed inför nya utmaningar det närmaste decenniet.

En diskussion kring elmarknadens stödtjänster startar vanligtvis med de fysiska förhållande och naturlagar som styr (se till exempel Kirchen and Strbac, 2019, s.141 ff eller Creti and Fontini, 2019, s.185ff. Stoft (2002) ger en mer verbal beskrivning. Krav på att utbud och efterfrågan ska vara lika i varje ögonblick, samt tekniska krav på frekvens och spänning ger i tillägg till de rena energileveranserna upphov till ett antal ytterligare tjänster. Det är dessa tjänster vi benämner stödtjänster.

2.1 DEFINITION AV DE ICKE FREKVENSLATERADE STÖDTJÄNSTERNA

I denna studie avser vi att göra en tentativ skattning av den ekonomiska storleken på icke frekvensrelaterade stödtjänstmarknader. Vi inleder dock med en kort teknisk beskrivning av de stödtjänster som kan tänkas ingå på en sådan marknad.⁵

Reaktiv effekt är en stödtjänst som säkerställer att spänningen i ett nät hålls inom vissa säkerhetsgränser vilket garanterar att utrustning fungerar (och kan fortsätta göra det).⁶ Historiskt har vi i Sverige inte haft behov av att explicit utforma produkter för detta men nedläggningar av baskraft i södra Sverige har skapat knapphet, och därmed ett explicit behov av detta. Reaktiv effekt är en lokal produkt eftersom VARs (enheten för reaktiv effekt) inte går att transportera långa sträckor. Detta innebär också att behovet av denna produkt delvis avgörs lokalt av den produktionsmix som utgör dagens och det framtida kraftsystemet.

Art 31 i nätverkskoden för *system operations* definierar den icke-frekvensrelaterad stödtjänsten i elmarknadsdirektivet *kortslutningsström, eller felströmsinmatning*.⁷ "Felströmsinmatning som förmåga innebär en mycket snabb inmatning av ström i syfte att påverka spänningen under eller direkt efter ett fel, till exempel en

⁵ Här har jag valt att följa den utmärkta beskrivning som finns i Svenska kraftnäts (2021) remiss om stödtjänster .

⁶ Svenska kraftnät har en utmärkt beskrivning av detta i ovan nämnda remiss.

⁷ Svenska kraftnät föreslår benämningen *felströmsinmatning* för denna stödtjänst, Svenska kraftnät (2021b).

kortslutning” (Svenska kraftnät 2021). Kortslutningsström är en indikator för spänningsskvalité. Detta är en geografiskt mycket avgränsad produkt. Detta gör att den liksom de övriga icke frekvensrelaterade produkterna måste upphandlas endera på en lokal marknad eller genom direkta upphandlingar.

Förmåga att tillhandahålla kapacitet för *dödnätsstart* definieras som en stödtjänst i EU:s förordning 2019/2196 om fastställande av nätföreskrifter för nödsituationer. Denna kallas i dagligt tal för *emergency restoration code* och förkortas i fortsättningen ER. Denna stödtjänst har dock funnits historiskt och kan anses vara en del av redan existerande systemkostnader. Det är dessutom en relativt oansenlig kostnad varför ingen direkt hänsyn tas till denna i den här rapporten.

Förmåga till ö-drift nämns också i ER. Ö-drift kan förenklat sägas vara en kapacitet att lokalt upprätthålla kraftsystemet när ett större sammanbrott inträffat. Här finns ett intressant prejudikat i och med Svenska kraftnäts finansiering av Stockholm Exergis ö-driftsförmåga. Möjligheterna att med en ökad ö-driftsförmåga skapa ett robustare kraftsystem i elområde 4 tas upp i kapitel 4.3.

2.2 KORT DISKUSSION OM REDAN EXISTERANDE MARKNADER

Anaya och Pollitt (2020) har gjort en översikt över marknader för framför allt stödtjänsten reaktiv effekt. Deras slutsats är att det alltid kommer att vara svårt att skapa marknader med god konkurrens för dessa produkter (p.g.a. den lokala kopplingen). Men det finns också inslag av godtycke från köparens håll då stödtjänstmarknader i första hand konstrueras och utformas av systemoperatörerna. Hur mycket behövs, med vilken hastighet och när? Av naturliga skäl kan vi dessutom vilja begränsa transparensen i avtalen för att affärsmässiga kontrakt ska kunna förhandlas och ingås. Delvis kan ju dessa produkter vara en konkurrens fördel för ett företag som inte vill dela information om kostnader med andra företag. Slutligen konstaterar Pollitt och Anya (2020) att det finns en ganska hög risk för investerarna när det gäller specifika investeringar för denna typ av stödtjänster. Det finns fler lösningar som konkurrerar och inte minst när det gäller spänningsprodukter kan lokalnätbolag delta som aktörer.

I Anya och Pollitt studeras bland annat 6 europeiska länder, se tabell 2.

Tabell 2 Andelen stödtjänsternas kostnad över total energikostnad 2017

År	Dk	Fi	No	Se	GB	Belgien	Dk*	GB*	Belgien*
2017	5,7%	1,6%	0,79%	1,6%	2,1%	1,9%	7,2%	3,1%	2,2%

Källa: Anaya & Pollitt (2020)

*Både frekvens och icke-frekvensrelaterade produkter

Jag har valt år 2017 från deras studie eftersom det är det år då samtliga systemoperatörer rapporterat värden. I tre länder rapporteras explicit värden för de icke frekvensrelaterade stödtjänsterna. I procent av energimarknaden utgör marknaderna för dessa produkter 1,5% i Danmark, 1% i Storbritannien och 0,3% i Belgien. För just prisområde 4 är dessa marknader relevanta eftersom den tänkta framtida energimixen är likartad. I Belgien och Danmark ska energisystemet

tillgodoses utan kärnkraft. Om vi antar att det låga värdet i Belgien är en konsekvens av den nuvarande produktionsapparaten med kärnkraft och att kostnaderna för t.ex. reaktiv effekt kommer att gå upp så kan vi anta ett intervall mellan 1-1,5% för den marknad vi vill uppskatta.⁸

⁸ Detta estimat bekräftas i en litauisk studie från 2007 som estimerar marknadsstorleken för reaktiv effekt till ca en procent av energimarknaden, eller 10% av stödtjänstmarknaden, Deksnys & Staniulis, (2007). Dock, i Australien rapporterar Anaya och Pollit (2020) att värdet för den reaktiva effektmarknaden bara utgör 5% av hela stödtjänstmarknaden.

3 En enkel kvantifiering med fokus på elområde 4

Stödtjänster inbegriper tjänster såsom balansering av utbud och efterfrågan, frekvensreglering, spänningshållning, dödstartsförmåga och ödriftsförmåga. En omställning av kraftsystemet har synliggjort behov av till exempel reaktiv effekt. Med hjälp av marknadsstorlekar från andra europeiska länder görs här en skattning för hur stor marknaden för reaktiv effekt (i SEK) kan bli i elområde 4.

3.1 BERÄKNINGSGRUND

För att kunna göra en enkel skattning av de icke frekvensrelaterade stödtjänsternas utveckling i marknadsstorlek måste några heroiska antaganden göras. För det första antas att prisområde fyra i framtiden kommer att ha samma karaktäristika som de kontinentaleuropeiska marknader som jämförs med vilka jämförelsen görs. För det andra antar jag att de storlekar på marknaden som Anaya & Pollitt (2020) anger är representativa för den framtida marknadsstorleken. Dock tillåter beräkningarnas enkelhet att resonemang om betydligt större eller mindre marknader kan föras. Men Anaya & Pollitt anger också den teknologiska utvecklingen, och att nya aktörer kan komma in, som kostnadsdämpande faktorer. För det tredje måste antagande om priser för 2030 och 2040 göras. Att det är notoriskt svårt att göra prisprognoser är välkänt. Jag väljer att använda EA Analyses prognos över elsystemet som bas men gör en känslighetsanalys baserad på några andra studier.

Som tidigare noterats så kan marknaden för reaktiv effekt skattas till ca 1-1,5% av värdet på den totala energimarknaden. Detta bekräftas av Deksnys & Staniulis (2007) som anger att praktiska erfarenheter visar att marknaden för reaktiv effekt är ungefär 1% av marknadsvärdet för energi, eller ca 10% av den totala stödtjänstmarknaden (både frekvens- och icke frekvensrelaterade stödtjänster).

Marknadsstorleken är enligt EAs scenarios ca 29 TWh år 2040. Detta är i det lägre intervallet i Svenska kraftnäts (2021) scenarios vilka varierar mellan 29-39 TWh. Jag väljer därför att i huvudfallet räkna med 30 TWh men också i en känslighetsanalys räkna med den större marknadsstorleken.

Som tidigare rapporterats beräknar EA analyse genomsnittspriserna till 431 Sek/MWh och 444 SEK MWh för 2030 respektive 2040. EA analyse prisuppskattningar ligger betydligt högre än Svenska kraftnäts prognoser. Svenska kraftnät uppskattar att elpriserna i SE4 är mellan 280-410 SEK/MWh 2035 och 260-310 SEK/MWh 2045 (Svenska kraftnät 2021).⁹ Energimyndigheten (2021) ligger å andra sidan med mellan 450-500 Sek/MWh nära EAs skattningar. Här uppstår dock ett problem som bör noteras. Även om vi historiskt kunnat fastställa att den

⁹ Svenska kraftnät anger sina resultat i EUR/MWh. Jag har förenklat använt växelkursen 10 SEK/€. Svenska kraftnät har 4 olika scenarios där de tar hänsyn till graden av elektrifiering samt olika energimixar därav de intervall som rapporteras ovan.

reaktiva effektmarknaden kan skattas till ca 1% av energimarknaden behöver energipriserna och priserna för att tillhandahålla reaktiv effekt nödvändigtvis följas åt. Om vi skapar en marknad för reaktiv effekt kan redan idag fler aktörer än kraftproducenter delta, och vi kan åtminstone försiktigt tro att en omogen marknad borde se kostnadsminskningar på sikt.

3.2 BERÄKNINGAR

Om vi idag med hjälp av de enkla tumreglerna ovan beräknade en marknadsstorlek för elområde 4 erhåller vi¹⁰:

$$360 * 24000000 \text{MWh} * 1\% = 86,4 \text{ Miljoner SEK}$$

I tabell 3 anges marknadsstorleken på en tänkt marknad för reaktiv effekt i Miljoner SEK givet olika antaganden. EA analyse och Svenska kraftnät är inte direkt jämförbara då det skiljer vilka år som modellerats. Det finns dock anledning att tro att åtminstone de senare prognoserna, 2040 och 2045 kan jämföras.

Tabell 3 Beräknad marknadsstorlek för reaktiv effekt elområde 4

	1%		1,5%	
	2030	2040	2030	2040
EA analyse referens	108	129	162	193
	2035	2045	2035	2045
Svk lågt	92	101	139	152
SvK högt	128	110	191	165

Källa: Egna beräkningar baserat på EA analyse (2021) och Svk (2021)

För EA analyse används priserna 431 & 444 & kvantiteten. 25 & 29 för resp. 2030 & 2040

SvK lågt (sc. SF) används priserna 280 & 260 samt kvantiteterna 33 & 39 för respektive 2035 & 2045

SvK högt (sc. EP) används priserna 410 & 290 samt kvantiteterna 31 & 38 för respektive 2035 & 2045

Priserna är i MWh/Sek och kvantiteterna är i TWh. I fallet med Svk har beräkningarna gjorts med en växelkurs på 10 SEK/€.

Ett annat sätt att se på detta är en enkel beräkning för ett enskilt kraftverk: 1,5 % av 360 SEK/MWh blir 5,4 SEK/MWh. För ett termiskt kraftverk med 5000 fulllasttimmar blir det 27500 SEK/MW mer i intäkt per år. Jämfört med beräkningar för kraftverken i EAs analys över kraftverkens ekonomi är detta relativt obetydliga belopp.

Marknaden för reaktiv effekt är enligt den litteratur som denna rapport grundats på förhållandevis liten. Genom att använda empiriska värden från andra marknader får vi estimat på de värden som skulle kunna realiseras i elområde 4. Avrundade värden ger att marknaden i storlek kan anges mellan 100-200 miljoner SEK per år. En försiktig slutsats är att de lägre estimaten bättre reflekterar den "sanna" marknadsstorleken. Detta ligger i linje med en tänkt teknologisk

¹⁰ Genomsnittspris 2011-2021 erhållet från Energiföretagen, marknadsstorlek enligt underlagsrapport från EA Analyse.

utveckling samt möjligheterna att utveckla marknaden med fler aktörer som bland annat återges i Anaya & Pollitt (2020).

3.3 VILKA ÄR AKTÖRERNA?

Marknaden för reaktiv effekt styrs av en systemoperatör inom ett givet geografiskt område. På grund av att produkten måste produceras lokalt finns ofta ett begränsat antal säljare. Men säljarna kan vara producenter, nätföretag eller i framtiden andra aktörer. Marknaden är i förhållande till den frekvensrelaterade stödtjänstmarknaden liten. Köparen har delvis marknadsmakt och i viss utsträckning styr hen över produkten eftersom det ofta är systemoperatörerna som formulerar produktens utformning och storleken på marknaden i tekniska termer.

4 Ett robust elsystem i elområde 4

Elområde 4 har under 2021 upplevt rekordhöga priser. Detta visar på områdets känslighet för det som händer i kringliggande områden. EA Analyse ekonomiska genomgång visar också att det är svårt att med dagens skattesystem och ekonomiska förutsättningar förutse en positiv framtid för kraftvärme. Ett system som uteslutande innehåller väderberoende kraftproduktion blir känsligt för störningar av till exempel handelskapaciteten men också om väderförhållande är ogynnsamma för elproduktion. Som EA analyse visar är det sannolikt att ett sådant scenario väntar för elområde 4. Därför diskuteras kort andra åtgärder som är viktiga för systemets robusthet.

4.1 STRATEGISKA RESERVER

För att klara delar av försörjningen visar EA analyse att en modell med strategisk reserv måste fortsätta långt in på 2040-talet. Detta förstärks också av den situation under hösten 2021 där Karlshamnsverket använts för att säkerställa försörjningen i elområde 4. De scenarios som antas vara rimliga för elområde (både EA och till exempel SvK 2021) beskriver en framtid med mer sol- och vindkraft. Utvecklingen i elområde 4 innehåller dock mindre av till exempel vätgastillverkning som kan antas vara en stabiliserande faktor (såsom lager). Så det är inte bara avsaknaden av vattenkraft (jämför med elområde 1) utan dessutom byts baskraft ut mot mindre stabil elproduktion. Tabell 4 visar hur anläggningar tas ur drift och i vissa fall kommer att ingå i en strategisk reserv.

Tabell 4 Anläggningar i drift i referens-scenariot med antaganden om livstidsförlängningar.

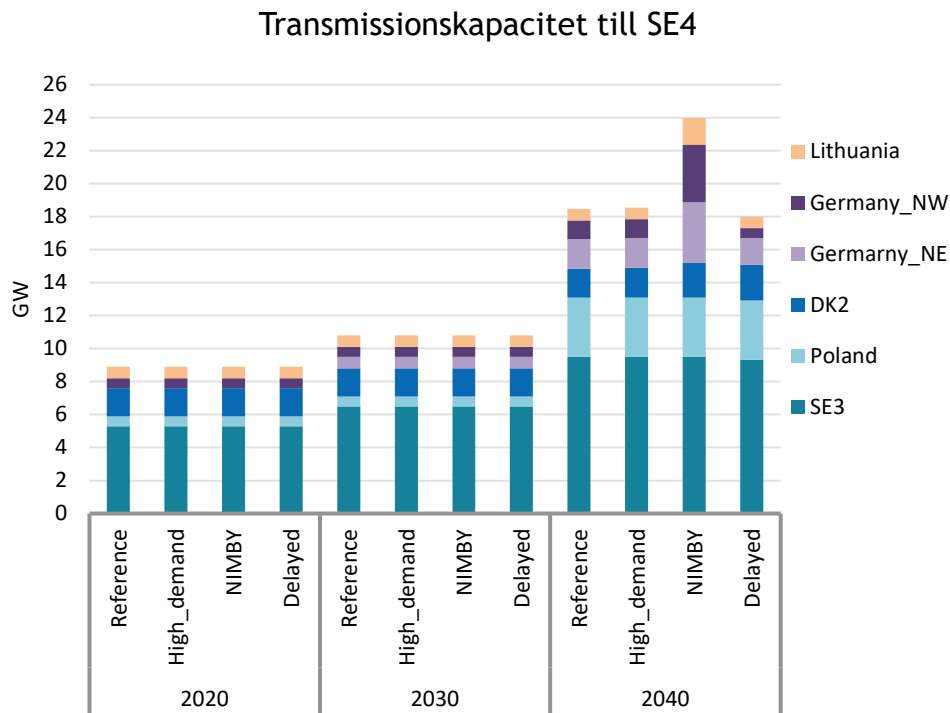
Plant	Fuel	2020 operation	2030 operation	2040 operation
Alloverket 1	bio	Spot market	Spot market	Spot market
Vasthamnsverket 1	bio	Spot market	Spot market	Spot market
Minor biomass plants	bio	Spot market	Spot market	Spot market
Vasthamnsverket GT	gas	Spot market	Spot market	Strategic reserve
Öresundsverket GT G24	gas	Spot market	Spot market	Strategic reserve
Karlshamnsverket	gas	Spot market	Spot market	Strategic reserve
Karlshamnsverket	oil	Strategic reserve	Decommissioned	Decommissioned
Heleneholmsverket	oil	Strategic reserve	Decommissioned	Decommissioned
Minor fuel oil plants	oil	Strategic reserve	Strategic reserve	Strategic reserve

Källa: EA Analyse 2021

Vad som händer med effektreserven är sannolikt extra viktigt för elområde 4. Enligt detta scenario krävs effektreserver i elområdet. EA analyse rekommenderar dock att ytterligare studier av mer teknisk natur utförs. Till exempel bör vi i större utsträckning analysera "otänkbara" situationer, dvs situationer som kräver en ökad allmän beredskap.

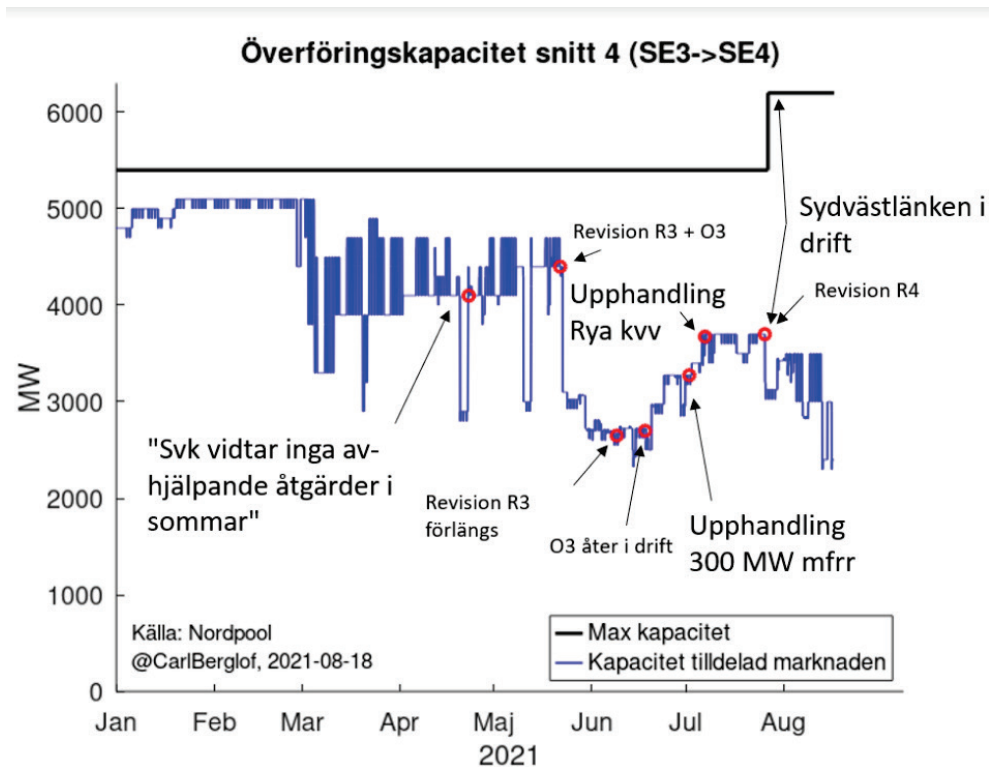
4.2 TRANSMISSIONSNÄTANSLUTNINGAR

I EA analysens underlagsrapport antas att transmissionsnätsutvecklingen följer rationella ekonomiska kriterier och att det byggs kapacitet efterhand som det finns behov. I de fyra scenarios som EA analysen gör påvisas behov av ytterligare förbindelser med kringliggande områden, se figur 8.



Figur 8 Prognosticerat behov av transmissionsnät
Källa: EA Analyse 2021

I alla scenarios krävs transmissionsförstärkningar och i förlängningen åtminstone en fördubbling av transmissionsnätskapaciteten. I kombination med resonemangen kring transmissionsnätsutveckling visar dagens problem (hösten 2021) hur viktigt det är att utvecklingen av SE4s handelskapacitet sker parallellt med en utveckling av stödtjänster som hjälper till att upprätthålla kapaciteten. Figur 9 visar hur transmissionsnätskapaciteten till SE4 minskar trots att kapaciteten i själva ledningarna ökat.



Figur 9 Transmissionsnätkapaciteten i snitt 4 2021

Källa: Carl Berglöf, Energiföretagen. R står för Ringhals. Kvv är kraftvärme. O står för Oskarshamn.

Figur 9 visar också hur åtgärder som att upphandla Ryaverket skett för att delvis upprätthålla systemets kapacitet. En känd konsekvens för konsumenterna i SE4 är de avsevärt högre priser de betalat jämfört med elområdena i övriga Sverige.

4.3 ÖDRIFT

Det finns flera skäl till att se över ett antal åtgärder för att säkerställa planerbar i snitt 4. Enligt EA Analyse är det önskvärt att systemet kan behålla kraftproduktion i till exempel strategiska reserver långt in på 2040-talet.

För det andra är det enligt EA Analyse rationellt att utveckla stamnätet med ökade handelskapaciteter. Scenarios med ökande andel vind- och solkraft är okontroversiella (jämför t.ex. Svenska kraftnät 2021, Energimyndigheten 2020 och Nordic Energy research 2021 (delvis också en analys utförd av EA)).

Här bör vi dock vidare analysera möjligheten att genom bidrag till ödrift i större kraftvärmesystem i regionen liknande det som redan görs i Stockholm. För närvarande kan en utveckling av kraftvärmen i region leda till att ett tryggare och robustare kraftsystem byggs. I ett informationsblad om ödrift skriver Svenska kraftnät:

”En grundläggande förutsättning för ödrift är att det finns minst en lokal produktionsanläggning. Produktionsanläggningen måste ha en god

reglerprestanda för frekvens och spänning, dödnätstartsformåga och vanligen tillgång till någon form av bränslelager, exempelvis biobränsle eller diesel.”

Det är svårt att ge en exakt uppskattning av värdet som kan tillföras anläggningar i syfte att säkerställa ödrift. I fallet Stockholm Exergi har angetts ett tak på 1044 miljoner kronor (för ca 300MW) för att säkerställa ödrift i Stockholm. Den ersättning som erhålls kan således vara betydande. Men ett kraftsystem med ödriftsmöjligheter i många punkter torde bli mer resilient mot de okända framtida hot vi faktiskt står inför.

Fördelen med en lösning som säkerställer ödrift är att det också kan ge ett bidrag till intäkter till kraftproduktion som också kan bidra med andra systemnyttor. Dock skulle ett sådant bidrag till exempel kunna göra att behovet av rotationsenergi och reaktiv effekt minskar. Men sådana effekter, liksom konsekvensen för stamnätsutvecklingen, bör ingå i en mer komplett teknisk och ekonomisk analys.

5 Marknadsdesign för stödtjänstprodukter

De underliggande karaktärsdragen på denna typ av stödtjänstprodukter kräver en tydlig marknadsövervakning av myndigheterna. Det är också viktigt att försöka reda ut när en marknad ska användas, och när det är lämpligt med till exempel riktade upphandlingar. I fallet med stödtjänsten reaktiv effekt krävs framför allt att volymer i tekniska termer fastställs men också att längden på kontrakt är rimliga i förhållande till eventuella investeringar som krävs. När det gäller fallet med ödrift i olika större tätorter måste värdet på ödriften fastställas, och villkoren i ER uppfyllas.

5.1 COASE – MARKNAD ELLER UPPHANDLING

De icke frekvensrelaterade stödtjänsterna som diskuteras här har egentligen begränsade möjligheter att upphandlas på en marknad. Coase (1937) beskriver de förhållanden som gäller för att en marknad eller en organisation ska lösa en transaktion. I grunden kan man använda en marknad om det blir mer kostnadseffektivt än att till exempel internalisera transaktionen i ett bilateralt kontrakt.

5.2 EN MYNDIGHETSNÄRVARO KRÄVS

I fallet med stödtjänstprodukter är det viktigt att Konkurrensverket rent generellt och Energimarknadsinspektionen i synnerhet samlar kompetens om dessa produkter. Detta då marknaderna till sin natur kommer att vara av begränsad konkurrens, och i fallet med ödrift synnerligen begränsad konkurrens och med avtal som sträcker sig över lång tid.

6 Sammanfattning

Denna rapport har undersökt utvecklingen av kraftsystemet i SE4. Utifrån ett underlag om framtidens kraftsystem i SE4 av EA analys har storleken på den icke frekvensbaserade stödtjänsten "reaktiv effekt" skattats. Marknadsstorleken uppskattas till mellan 100-200 miljoner SEK/år.

Flertalet scenarios visar att kraftsystemet i SE4 Kraftsystemet antas bli mer beroende av handel med kringliggande regioner. För att upprätthålla ett resilient system föreslås att man inte bara inför stödtjänster för reaktiv effekt, säkerställer en fortsättning av den strategiska reserven men också att utvecklingen av stamnätet analyseras närmare, samt att möjligheter att säkerställa ödrift på de större tätorterna Skåne undersöks.

7 Referenser

- Anaya, K. L., & Pollitt, M. G. (2020). Reactive power procurement: A review of current trends. *Applied Energy*, 270, 114939.
- Anaya, K. L., & Pollitt, M. G. (2021). How to procure flexibility services within the electricity distribution system: Lessons from an international review of innovation projects. *Energies*, 14(15), 4475.
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *economica*, 4(16), 386-405.
- Creti, A. and F. Fontini (2019). *Economics of Electricity: Markets, Competition and Rules*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Deksnyš, R., & Staniulis, R. (2007). PRICING OF REACTIVE POWER SERVICE. *Oil Shale*, 24.
- Energimyndigheten (2021): Scenarier över Sveriges energisystem 2020
- EU-kommissionen (2019) "Förordning (EU) 2019/2196 om fastställande av nätföreskrifter för nödsituationer och återuppbyggnad avseende elektricitet" (hädanefter kallad ER)
- Hirth, L., Ueckerdt, F., & Edenhofer, O. (2015). Integration costs revisited—An economic framework for wind and solar variability. *Renewable Energy*, 74, 925-939.
- Kirchen, D.S. and G. Strbac (2019). *Fundamentals of Power System Economics*, 2nd Edition, Wiley
- Nordic Energy Research (2021) *NORDIC CLEAN ENERGY SCENARIOS Solutions for Carbon Neutrality*
- Pollitt, M. G., & Anaya, K. L. (2020). Competition in markets for ancillary services? The implications of rising distributed generation. *The Energy Journal*, 41(Special Issue).
- SEDC (2017). *Explicit Demand Response in Europe. Mapping the Markets 2017*. April 2017, Brussels: Smart Energy Demand Coalition.
- Svenska kraftnät (2020) "En sammanfattning av Kortsiktig marknadsanalys 2020"
- Svenska kraftnät (2021a) "Långsiktig marknadsanalys".
- Svenska kraftnät (2021b) "Utkast: Stödtjänster och avhjälpande åtgärder i ett energisystem under förändring" Remissutgåva till Regeringsuppdrag om nätanvändarnas incitament för att bidra till en säker och effektiv systemdrift.
- Wilkinson, S., Maticka, M. J., Liu, Y., & John, M. (2021). The duck curve in a drying pond: The impact of rooftop PV on the Western Australian electricity market transition. *Utilities Policy*, 71, 101232.
- EA Analyse (2021) *Power outlook and security of supply in Region Skåne*. Energiforsk report.

ATT KVANTIFIERA STORLEKEN PÅ MARKNADEN FÖR ICKE FREKVENSS- RELATERADE STÖDTJÄNSTER

Vi ser en ökad andel förnybara energikällor i kraftsystemet vilket också ökar behovet av en marknad för nya stödtjänster. Här skissas ramarna för hur utvecklingen av energimixen kan se ut i Skåne och elprisområde 4.

Flertalet scenarier visar att kraftsystemet i området antas bli mer beroende av handel med kringliggande regioner. För att upprätthålla ett uthålligt system bör man införa stödtjänster för reaktiv effekt och säkerställa en fortsättning av den strategiska reserven. Dessutom behöver utvecklingen av stamnätet analyseras närmare liksom möjligheten att säkerställa ödrift i de större tätorterna i Skåne.

Resultaten av studien visar också att storleken på icke frekvensrelaterade stödtjänster uppskattas till mellan 100 och 200 miljoner kronor per år.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se