SVENSKT NÄRINGSLIV

Utmanad elförsörjning – utmanade företag

FÖRSÖRJNINGSTRYGGHETEN ÄR NYCKELN FÖR FRAMTIDA INVESTERINGAR

APRIL 2022

UPPDATERAD JUNI 2022

Författare: Lina Håkansdotter, Marie Knutsen-Öy, Birgitta Resvik, Robert Thorburn

Innehåll

Sammanfattning 2

1. Inledning 6

2. Vad är försörjningstrygghet? 8

3. Vem har ansvar för försörjningstryggheten? 10

4. En utmanad försörjningstrygghet 12
- 4.1 Utmaningar i elproduktionen 12
- 4.2 Utmaningar i elnätet 17
- 4.3 Utmaningar i systemtjänsterna 21

5. Möjligheter till förbättrad försörjningstrygghet 23
- 5.1 Lager och flexibilitet hos producenter och användare 23
- 5.2 Försörjningstrygghet genom import 25

6. Försörjningstrygghet – på vems villkor? 29

7. Åtgärder som krävs för ökad försörjningstrygghet 31

Sammanfattning

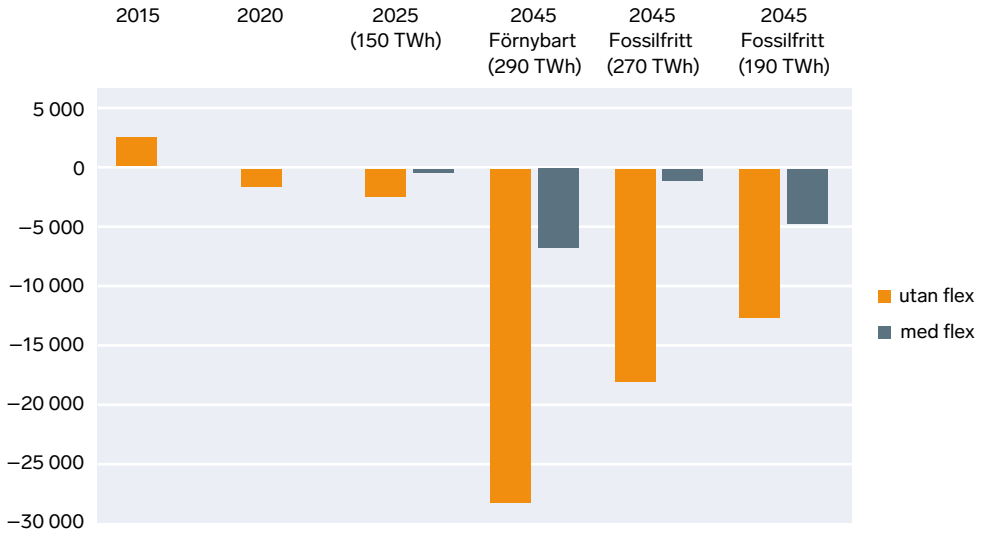
Elsystemet är idag en central samhällsfunktion, avgörande för det mesta av vårt samhälle. Tilliten till elsystemets förmåga att möta användarnas behov är därför nödvändig för samhällets utveckling. Under de senaste åren har frågan om försörjningstrygghet i elsystemet kommit att aktualiseras alltmer i takt med att det kommit larmsignaler om brister i det svenska elsystemet men också eftersom vi går mot en allt högre grad av elektrifiering och därmed ett ökat elberoende.

Vi ser nu tre parallella, stora förändringar som sker simultant och som påverkar vårt elsystem;

- elproduktion går från att vara i huvudsak planerbar till att bli allt mer varierande. Hälften av landets kärnkraftsreaktorer har stängts ner. Det finns ytterligare hot i närtid mot såväl kraftvärmen som mot den befintliga vattenkraften och kärnkraften. Samtidigt sker en snabb utbyggnad av framförallt landbaserad vindkraft till följd av kraftigt minskade produktionskostnader och gynnsamma vindlägen.
- elproduktionen blir mer koncentrerad till norra delen av landet då det är där det finns bäst vindlägen och yta som är tillgänglig för vindkraftsutbyggnad.
- elanvändningen förväntas åtminstone fördubblas till 2045 jämfört med idag. Det ökade elbehovet sker i hela landet. I norr ser vi ett antal stora investeringsbeslut som kommer påverka elanvändningen och i söder måste en stor del av den befintliga industrin ställa om från fossila bränslen till el. Den kraftiga ökningen av elfordon påverkar också framförallt den södra delen av landet där störst del av befolkningen finns.

Samtidigt försämras den svenska effektbalansen. I Svenska kraftnäts kraftbalansrapport görs en analys av hur effektbalansen för den kommande vintern ser ut. De senaste 5 åren har det skett en stor förändring i hur kraftbalansen ser ut för topplasttimmen (den mest ansträngda timmen på året, oftast en kall vintermorgon i februari). Vintern 2018/19 var första året då vi hade en negativ kraftbalans under topplasttimmen och alltså var beroende av import för att klara av att möta effektbehovet. Denna situation beräknades även uppstå vintern 2021/22 och förväntningarna är att effektunderskottet kommer att öka över tid. Utfallet av effektläget under vintern 2021/2022 är ännu inte sammanställt. I figuren nedan finns SvKs framtidsscenarios från den långsiktiga marknadsanalysen. I de tre olika 2045-scenarierna är det då också inräknat en stor flexibilitet i de tillkommande vätgaslagren i industrin.

Figur 1. Effektbalans topplasttimmen, MW



Källa: SvKs kraftbalansrapporter och SvKs LMA 2021 med tre framtidsscenarier för 2045, dessa inrymmer stor flexibilitet i tillkommande vätgaslager inom industrin.

Vi ser idag inte bara utmaningar inom elproduktionen, även elnätets kapacitet kan variera beroende på hur kraftflödena går och hur mycket stödtjänster som finns tillgängliga i elsystemet. Stödtjänster är funktioner i systemet som krävs för att bibehålla spännings- och frekvensstabiliteten i systemet och därmed elens kvalitet. I och med avvecklingen av kärnkraften har tillgången på stödtjänster minskat och elsystemet har blivit svårare att köra. I takt med att det svenska elnätet blivit allt mer sammanbyggt med våra grannländer genom utlandsförbindelser har också flödena i det svenska nätet förändrats. Idag tas en ganska stor del av nätkapaciteten i anspråk av transithandel där el strömmar genom det svenska nätet mellan våra grannländer. Detta innebär att nätet får hantera öst-västliga flöden, som det egentligen inte är byggt för, vilket i sin tur gör att handelskapaciteten i nätet måste begränsas.

Det finns ett antal sätt att möta framtidens utmaningar, flexibilitet hos användarsidan och lagring av varierande elproduktion kommer vara viktiga komplement till ökad elproduktion och ökad transmissionskapacitet. Genom att hitta olika lösningar för att skjuta på användningen av elen kan man minska effektuttaget. Med kostnadseffektiv storskalig lagring av energi kan både vind-, vatten- och solenergi användas på ett betydligt mer effektivt sätt än idag. Olika typer av lagringsteknologier arbetar med olika tidsperspektiv. Det största lagret, vattenkraftverkens samlade magasin, har en naturlig laddcykel som varar över ett år (från vårflod till vårflod). Vätgaslagren går igenom ladd-cykler ungefär på månadsbasis och batterier på dygnsbasis eller ännu kortare cykler. Potentialen i flexibilitet och lagring har beräknats i Kraftsamling elförsörjnings långsiktiga scenarioanalys.

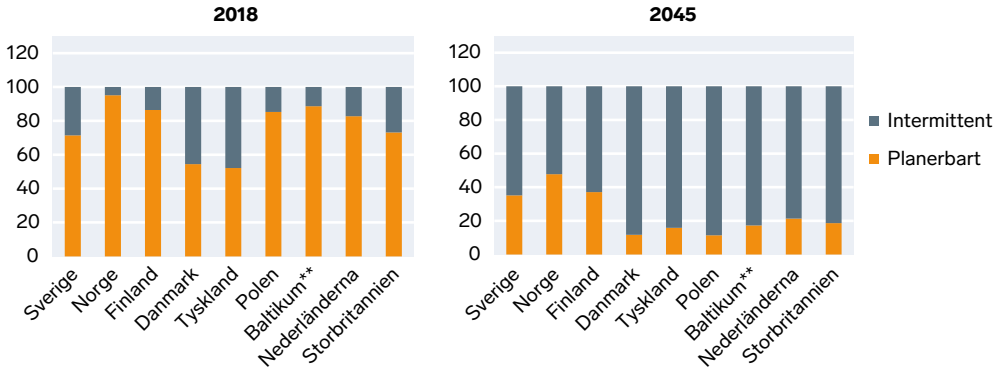
Vattenkraftens lagringskapacitet är betydande men möjligheterna att bygga ut denna lagringsmetod är små. Körcyklerna för vattenkraften kommer att påverkas då den behöver möta en allt större andel av ökad intermittent produktion.[1] Större effekter

[1] Kraftsamling elförsörjning – Långsiktig scenarioanalys

behövs under kortare tider, vilket innebär att vattenkraften i högre utsträckning kommer att behöva användas som balanskraft till den varierbara kraften. Andelen baskraft i form av vattenkraft kommer därför att minska. Batterilager och vätgaslager utvecklas i snabb takt, framförallt för tillämpningar inom transportsektorn men även inom industrin. Det handlar dock fortfarande om att skapa relativt små energilager. Dessa lager möter behoven hos en enskild industri, som i och för sig kan vara en mycket stor elanvändare, eller i fordon under minuter, några timmar eller i bästa fall något dygn. För att möta behov som går utöver den tidshorisonten, till exempel om man behöver lagra en stor del av en landsändes energianvändning under flera dygn, så krävs storskaliga lagringsanläggning. Enligt den scenarioanalys[2] för det svenska elsystemet som gjorts inom ramen för Kraftsamling Elförsörjning är storskalig lagring ett dyrare sätt att möta behoven jämfört med olika sätt att istället öka den planerbara elproduktionen.

Ytterligare ett sätt att möta utmaningarna med effektförsörjningen är genom import. Sverige är ett av de länder i Europa som har flest utlandsförbindelser. Hela Europa är nu mitt uppe i en snabb omställning för att möta klimatmålen. På kontinenten handlar det ofta om att byta ut planerbar fossilbaserad elproduktion mot förnybar väderberoende produktion. Nedan figur visar att andelen installerad effekt för planerbar elproduktion idag uppgår till mellan 70 och 85 procent av den installerade effekten i våra grannländer, med undantag för Danmark och Tyskland. Enligt de prognoser som finns tillgängliga kommer andelen intermittent produktion öka dramatiskt de kommande 25 åren.

Figur 2. Procent av installerad GW



Källa: Bearbetade data från rapporten Internationell kartläggning (2020) framtagen inom Kraftsamling Elförsörjning.
** Grunddata för Estland, Lettland och Litauen 2018 har summerats.

Eftersom den nytillkommande, intermittenta elproduktionen i huvudsak utgörs av vind- och solkraft kommer hela norra Europa bli avsevärt mer väderberoende och samvariationen i vädersystemen kommer att bli en central faktor att räkna med när framtidens elsystem designas.

[2] Kraftsamling elförsörjning – Långsiktig scenarioanalys

Nödvändiga åtgärder för förstärkt försörjningstrygghet

Inom ramen för Kraftsamling Elförsörjning har flera policyförslag presenterats, med sex huvudrubriker. Fyra av dessa rubriker är starkt kopplade till försörjningstrygghet och kan utvecklas enligt nedan:

- **Sätt mål för försörjningstrygghet och leveranssäkerhet**
  - Försörjningstrygghet är underprioriterad idag vilket är naturligt med den historiskt höga andelen planerbar kraft. Se även över villkoren kring hur systempåverkande elproduktion får avvecklas.
  - Förmågan att genomföra omfattande analyser av riskfaktorer i det svenska elsystemet behöver förstärkas.
  - Omvärldsfaktorer som ligger utanför det direkta elsystemet kan ha stor påverkan på möjligheterna att säkerställa försörjningstryggheten.
  - Flexibilitet måste premieras med användarperspektiv som utgångspunkt.
  - Politiken måste ta hänsyn till utvecklingen i hela det nordeuropeiska elsystemet när den svenska försörjningstryggheten beaktas.
- **Bygg ut planerbar elproduktion**
  - För att garantera systemstabiliteten i elnäten, då den intermittenta andelen totalt ökar, krävs mer planerbar elproduktion.
  - En alltmer volatil europeisk elmarknad och elproduktion, gör att Sverige behöver en tydlig strategi för ökad elproduktion med förmåga att möta upp svängningarna i utländsk produktion, som påverkar våra kraftflöden och vår möjlighet till import, och göra Sverige mindre sårbart.
- **Påskynda utbyggnaden av elnäten inom landet**
  - Utöver resurser till SvK måste processerna kring nätutbyggnaden effektiviseras, kvalitetssäkras och bli snabbare samt mer förutsägbara tillstånd ges.
  - Det behövs bättre framförhållning i planering för elnäten.
  - Svenska kraftnät har påbörjat denna omställning men förmågan att snabbt möta förändrade behov behöver ytterligare förstärkas.
- **Påbörja arbetet med en elmarknadsöversyn som resulterar i ett kostnadseffektivt elsystem**
  - Våra analyser visar att ett kostnadseffektivt elsystem 2045 består av en stor andel vindkraft. Analyserna visar också att större andel väderberoende kraft i elsystemet gör vårt system mer sårbart och ökar behovet av systemstabiliserande åtgärder. Behovet av stödtjänster måste därför säkras genom en marknadsmodell som prissätter stödtjänster eller att det ställs krav på ett systemperspektiv när ny produktion tillförs elsystemet.

1. Inledning

Elsystemet är idag en central samhällsfunktion, avgörande för det mesta av vårt samhälle. Allt från vardagsbehov som tillgång till mat, vatten, värme och belysning till samhällsfunktioner som betalningsmedel, vård, kommunikation, transporter och myndighetsutövning, vidare till grunden för vårt välstånd – företagens verksamhet.

Tilliten till elsystemets förmåga att möta användarnas behov är helt avgörande för samhällets utveckling. Under de senaste åren har frågan om försörjningstrygghet i elsystemet kommit att aktualiseras alltmer i takt med att det kommit larmsignaler om brister i det svenska elsystemet men också eftersom vi går mot en allt högre grad av elektrifiering och därmed ett ökat elberoende.

Denna rapport har utarbetats under hösten och vintern 2021/22 och strax innan färdigställandet anföll Ryssland Ukraina. Detta startade en utveckling i hela Europa som vi i skrivande stund ännu inte vet vidden av men helt tydligt är att frågan om försörjningstrygghet i elsystemet har blivit än viktigare.

Fram till dess låg fokus i försörjningstrygghetsfrågan framförallt på att skapa stabila förutsättningar för företagande i Sverige, vilket i sig är en förutsättning för ökat välstånd och klimatomställning. Efter Rysslands anfallskrig har frågan om försörjningstrygghet kopplat till nationell säkerhet hamnat högre upp på dagordningen. Trots detta är flera av de grundläggande frågeställningarna fortfarande giltiga. Vi behöver en stabil och mångfacetterad elproduktion som kan motstå störningar (till exempel tekniska fel, naturkatastrofer eller antagonistiska aktioner). På samma sätt behöver vi ett robust elnät som också klarar av flera olika typer av störningar. Den kraftiga utvidgningen av elproduktionen vi ser framöver innebär utmaningar i sig och behovet av ett övergripande ansvar för försörjningstrygghetsfrågorna har blivit än tydligare.

Frågan om försörjningstrygghet kommer alltid handla om en avvägning mellan risk och kostnader. Att bygga ett elsystem som klarar av att möta alla tänkbara hot och problem utan påverkan på leveransen till användarna skulle vara mycket dyrt – om ens möjligt. Det skulle sannolikt driva upp priserna så högt så att elen ändå inte kunde användas. Givet de långa tidsperspektiven i elsystemet – bara att bygga en ny ledning tar enligt Svenska kraftnät 10–14 år – är det helt centralt att det finns en god framförhållning och förutseende planering men också en god förmåga att möta nya behov och förutsättningar.

En viktig aspekt av försörjningstryggheten handlar om graden av självförsörjning. En hög grad av självförsörjning är möjlig att uppnå (teoretiskt skulle man kunna bygga Sverige för så kallad ö-drift, dvs helt utan kopplingar till omvärlden) men det skulle bli mycket kostsamt eftersom en stor överkapacitet då måste finnas på plats och denna överkapacitet skulle då inte gå att exportera. I stället förlitar vi oss på import från grannländer vid vissa tillfällen och möjliggör export vid andra

tillfällen. Detta minskar kostnaden för systemet men gör oss också mer exponerade för omvärldshändelser vi inte kan påverka vilket kan ses som en negativ påverkan på försörjningstryggheten. Denna påverkan baserar sig i stor utsträckning på hur stor överföringskapacitet vi har mellan länderna men även på hur dessa länders energiproduktion är uppbyggd. När deras energimix förändras så påverkar det även elsystemets förutsättningar i Sverige. Eftersom vädersystemen i norra Europa samvarierar i hög utsträckning innebär det att en kraftigt ökad vindkraftsproduktion i dessa länder gör att det blir svårare att kompensera varandra såvida inte denna vindkraftsproduktion har kombinerats med mycket storskalig lagringskapacitet.

Försörjningstrygghet i elsystemet är central på alla nivåer i samhället:

- För hushållen orsakar störningar i elleveransen skador på teknisk utrustning, slår ut kylar och frysar vilket förstör livsmedel och om störningen pågår under längre tid under den kalla årstiden kan frysskador i byggnader uppstå. Vid sidan av detta blir allt mer av våra hem styrda av el. I takt med att elbilsanvändningen ökar, innebär också störningar i elleveransen till hushåll en påverkan på transportkapaciteten.
- I näringslivet innebär leveransstörningar utebliven produktion och försäljning vilket också kan leda till förlorat förtroende hos kunder. För att säkra upp sig mot leveransstörningar tvingas företag bära kostnader för att installera back-up system. Störningar i elleveransen kan också leda till förstörda råvaror och skador på tekniska installationer. Även mycket korta avbrott eller dippar i frekvens, någon tiondels sekund, kan orsaka stora skador.
- På en övergripande samhällsnivå kan låg försörjningstrygghet leda till att tillväxten påverkas negativt. Förstörd materiel och råvaror innebär negativ klimatpåverkan och centrala samhällsfunktioner såsom vatten- och avloppsförsörjning och digital uppkoppling kan påverkas negativt. Detta påverkar i sin tur förtroendet för samhället och därmed investeringsklimatet.

Inom ramen för Svenskt Näringslivs projekt Kraftsamling elförsörjning tas sikte mot ett Sverige 2045 och de behov det svenska elsystemet behöver möta då. En central frågeställning handlar om förmågan att upprätthålla försörjningstryggheten i elsystemet.

Vikten av detta speglas också i undersökningar som Svenskt Näringsliv gjort bland medlemsföretagen under hösten vintern 2021/2022. Siffrorna som speglar synen på elsystemet är alarmerande:

- Nästan 10 procent av företagen som planerar en elkrävande investering har redan sedan tidigare haft problem med att få el
- 22 procent av företagen har gjort eller planerar att göra egna investeringar för att hantera brister i elleveransen
- 54 procent av de företag som planerar att göra elkrävande investeringar är oroliga för att de inte kommer att få tillräckligt med el

Sammantaget pekar detta mot att investeringsklimatet i Sverige påverkas starkt negativt av bristerna i elsystemet – något som slår mot hela samhällsekonomin.

Den här rapporten har utarbetats för att övergripande belysa de utmaningar elsystemet står inför ur ett försörjningstrygghetsperspektiv och för att ge inspel kring åtgärder som behöver vidtas för att upprätthålla fortsatt hög försörjningstrygghet.

2. Vad är försörjnings-trygghet?

Försörjningstrygghet betyder i korthet att användare ska kunna lita på att tillräckligt med el ska finnas tillgänglig när den behövs, där den behövs.

Frågan om försörjningstrygghet kan ses ur flera olika perspektiv. Systemet måste i grunden klara av att leverera den el som användarna behöver, till rätt plats. Det ska vara robust gentemot normala variationer i produktion och efterfrågan samt kunna möta fel som uppstår med viss regelbundenhet. Vid sidan av detta ska det också klara av att stå emot rena provokationer och angrepp samt vara robust gentemot politiska förändringar i vår omvärld.

Figur 3 nedan ger en överblick över faktorer som ingår i begreppet försörjningstrygghet. Det handlar både om att det ska finnas resurser för att möta behoven och om att resurserna ska vara tillgängliga när de behövs. Vi fokuserar i den här rapporten på begreppet tillräcklighet, även om risker för säkerheten (tex. externa hot och nätavbrott till följd av extremväder samt hantering av olika former av stabilitetsfenomen och att kunna klara av att hantera störningar (N-1)) också påverkar försörjningstryggheten.

Figur 3. Försörjningstrygghetens beståndsdelar

Källa: Leveranssäkerhet inom elförsörjningen, IVA, bearbetad.

Eftersom el är svår att lagra måste produktionen i varje ögonblick motsvara användningen. Det gör att systemet måste konstrueras så att det vid normaldrift finns en viss överkapacitet både i produktion och överföringar för att man ska kunna möta en förändrad användning, till exempel vid en köldknäpp eller ett fel i någon produktionsanläggning eller ledning, ett så kallat N-1 fel.

Fel i anläggningar eller med ledningar kan grovt delas in i fyra kategorier:

- Enkla fel (kallas N-1) där det ska finnas backup-system eller marginaler i systemet så att normaldrift kan bibehållas.
- Exceptionella händelser är fel som är så pass stora så att man inte kan vara i normaldrift utan olika reservalternativ måste aktiveras. Systemet är svårt belastat och tvångsbortkoppling är nära förestående.
- Extrema händelser (out of range), t ex flera samtidiga fel som leder till stora konsekvenser.
- Elkriser – till exempel framkallade av sabotage, väpnade angrepp eller extrema väderfenomen.

Elens kvalitet är avgörande för att vi ska kunna använda den. Många maskiner och mycket av den elektronik som är ansluten till elsystemet är beroende av att elen håller hög kvalitet. Elen ska ha en frekvens på 50 Hz (tolerans +/- 0,1 Hz). Om frekvensen förändras alltför mycket kan ansluten utrustning skadas eller slås ut. Det är Svenska kraftnät, SvK, som säkerställer att elens frekvens hålls vid 50 Hz och det är vid plötsliga förändringar i produktion och konsumtion som frekvensen ändras och åtgärder snabbt måste vidtas.

Om elnätets kapacitet inte är tillräcklig kan det leda till problem för försörjningstryggheten. Den tillgängliga maximala kapaciteten på en elledning kan behöva begränsas, till exempel när det inte finns tillräckligt av de systemtjänster[3] som behövs för att kunna hantera ett eventuellt fel i systemet, exempelvis frekvenshållning. Även de elledningar vi har till grannländer kan begränsas av SvK eller av grannlandet. Att vi har en tillräcklig maxkapacitet i elnätet behöver alltså inte betyda att försörjningstryggheten är säkrad då hela systemet måste hänga ihop.

[3] Stödtjänster är funktioner i systemet som krävs för att bibehålla spänning och stabilitet i nätet. De ser till att elen håller tillräckligt hög kvalitet.

3. Vem har ansvar för försörjnings-tryggheten?

Idag finns stora otydligheter kring vilka förväntningar som kan ställas på elsystemet från användarna, och vem som bär ansvaret om leveranssäkerheten brister. Det handlar både om planering för elsystemets utveckling, om att ge rätt förutsättningar till aktörer inom elsystemet och om aktörernas agerande.

Naturligtvis har politiken helt naturligt det yttersta ansvaret för försörjningstryggheten i elsystemet. Det är politiken som sätter upp mål, delar ut uppdrag till myndigheter och genom lagstiftning styr såväl offentliga som privata aktörers verksamhet. Utöver politiken finns det ett stort antal aktörer som har mer konkreta funktioner när det gäller att säkerställa försörjningstryggheten. Nedan listas ett antal av dessa.

Elnätsbolag. Det finns både offentliga och privata elnätsbolag. De har ett ansvar för att transportera elen från produktion, eller från en högre elnätsnivå, ut till användare och har därmed också ett ansvar för teknisk standard på ledningarna och säkerheten kring dem.

Elproducenter. Elproduktionen i landet sker i ett fåtal stora företag som är både privat-ägda, statliga och kommunala. Elproducenterna har inget ansvar för att säkerställa att elproduktionen räcker till elkonsumtionen. Däremot har de som är balansansvariga gentemot elmarknaden ett ansvar att leverera den el de sagt att de ska producera.

Elsäkerhetsverket. Verkets uppgift handlar om att säkerställa en hög elsäkerhet och ska förebygga skador på person eller egendom orsakade av elektricitet. Verket arbetar för att vi ska ha en störningsfri elförsörjning och har även ansvar för krishantering både i fred och vid höjd beredskap.

Energimyndigheten. Myndigheten har huvudansvar för Styrel – planeringsprocessen där offentliga och privata aktörer samverkar för att klara prioriteringar i händelse av att man måste koppla bort last manuellt (manuell förbrukningsfrånkoppling, MFK) vid akut effektbrist. Myndigheten har också ett ansvar för resurstillräckligheten och ett nationellt ansvar för riskberedskapsplanering. Energimyndigheten är även en stor forskningsfinansiär inom energiområdet och ett av de prioriterade områdena handlar om hur vi bygger ett robust och flexibelt elsystem som säkerställer trygg elförsörjning. De har även ansvar för Nationell riskberedskapsplan för Sveriges elförsörjning.

Energimarknadsinspektionen. Inspektionen upprättar genomförandeplan när problem med resurstillräcklighet har identifierats och definierar en tillförlitlighetsnorm. Ansvarar för marknadstillsyn och regelutveckling samt koncessionsärenden för nätutbyggnaden. Viktiga förutsättningar för att kunna upprätthålla försörjningstryggheten.

Svenska kraftnät (SvK). SvK är den myndighet som har systemansvar för kraftsystemet i Sverige. SvK förvaltar och utvecklar också transmissionsnätet. SvK ska verka för att relevanta, samhällsekonomiskt motiverade åtgärder vidtas för att säkerställa att Sverige har god effekttillgång och att risken för effektbrist kan minskas på både kort och lång sikt, enligt regleringsbrevet för 2021.

Utöver dessa uppgifter är man elberedskapsmyndighet och har ansvar för säkerhetsskydd och planering av elsystemet så att det möter krav på hållbarhet, säkerhet och kostnadseffektivitet över tid.

Länsstyrelserna. De har ansvar för regional krisberedskap där bland annat energiförsörjningen är en viktig del. Länsstyrelserna är en del av totalförsvaret inom respektive län.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). MSB har ett övergripande ansvar för krisberedskap och planering av samhällsviktig verksamhet, däribland elförsörjningen. MSB medverkar i Styrel, den planeringsprocess där flera olika aktörer ingår för att tillsammans samordna hur man prioriterar samhällsviktiga elanvändare om det skulle uppstå akut elbrist. MSB arbetar även med frågor kring exempelvis hur beredskap i form av reservkraft byggs upp.

Försvarsmakten. Elförsörjning är en avgörande samhällsfunktion och ingår som en central del i totalförsvarsarbetet. Försvarsmakten har inte bara ansvar för att möta väpnade angrepp, också cybersäkerhet ligger inom Försvarsmaktens ansvarsområde. Det finns flera exempel på cyberangrepp mot energiförsörjning runt om i världen, angrepp som på kort tid kan vålla stor skada i samhället.

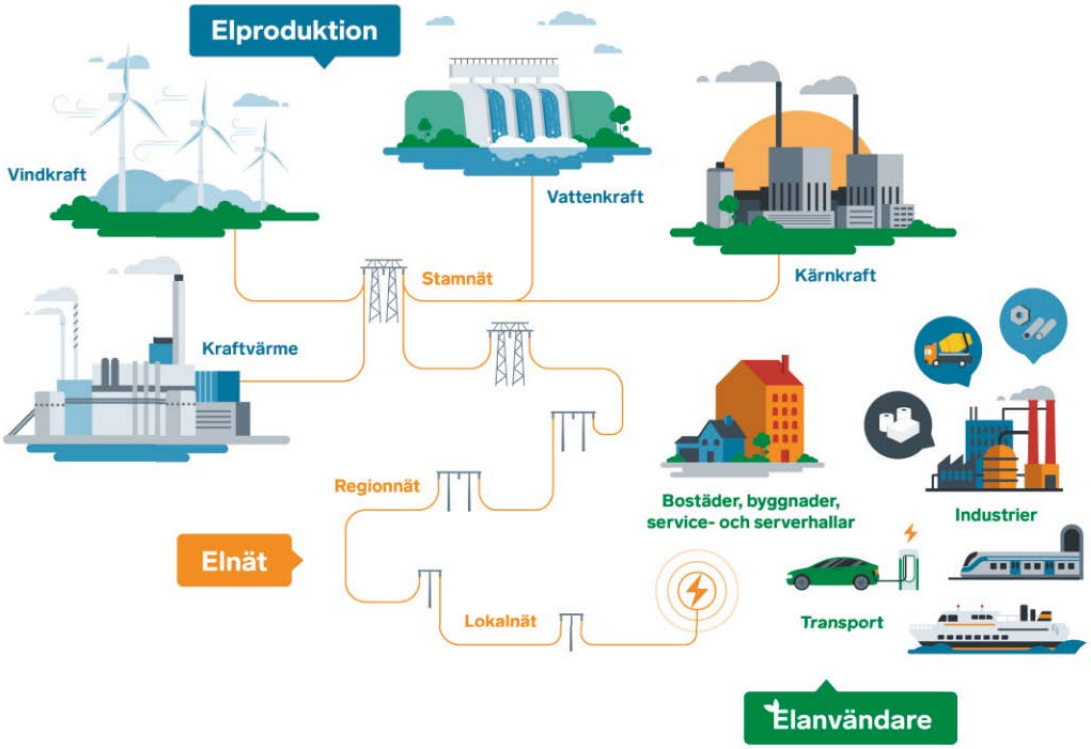
Säkerhetspolisen (Säpo). Elförsörjningen är en samhällsviktig funktion som kan hotas genom både cyberangrepp och genom direkta aktioner mot anläggningar och installationer i landet. Säpo har bland annat ett ansvar för att arbeta med säkerhetsskyddsfrågor kopplat till samhällsviktiga verksamheter.

4. En utmanad försörjningstrygghet

4.1 Utmaningar i elproduktionen

Elsystemet är en väl intrimmad helhet med en rad olika delar som alla krävs för att systemet ska fungera: produktion, stabiliserande stödtjänster och distribution. Själva produktionen av el sker i olika typer av produktionsanläggningar, vissa behöver bränslen (kärnkraft och kraftvärme), andra drivs av naturresurser som vind och vatten. Beroende på viket bränsle eller naturresurs som används varierar dessa anläggningars produktion över året. En anläggning som ena timmen kan utnyttja hela den installerade effekten och producera 1 000 MW, kan nästa timme producera 0.

Figur 4. Svenska elsystemet



Källa: Elsystemet – så funkar det, Svenskt Näringsliv (2021)

I bilden ovan illustreras hur försörjningstrygghet bygger på att hela elsystemet samverkar. Det måste finnas tillräcklig produktionskapacitet för att möta användarnas behov och en bred, diversifierad produktionsmix som säkerställer att det finns tillräckligt med

effekt under olika omvärldsförhållanden. Samtidigt ska det finnas tillräckligt med nätkapacitet för att transportera elen från produktion till användare. Dessutom måste det finnas kapacitet att klara störningar inom alla delar av systemet.

Kärnkraften i exemplet står för planerbar kraft. Den är inte väderberoende men kan få fel och då kopplas bort helt. Ur ett försörjningstrygghetsperspektiv måste det därmed finnas en beredskap att hantera att en reaktor tas ur produktion med kort varsel. Att reaktorer oplanerat helt stängs ned är dock ovanligt. Svenska kärnkraftverk har de senaste åren haft en tillgänglighet på cirka 80 procent vilket innefattar planerade avbrott för underhåll, så kallad revision.[4]

Vindkraften (och solceller) är väderberoende och icke planerbara. Produktionen går däremot att förutse med ganska stor säkerhet några dagar i förväg. När vädret tillåter går produktionen för fullt men den kan dock variera mycket och snabbt. För landbaserad vindkraft räknar man idag med en kapacitetsfaktor[5] över helåret på 30–35 procent. Kapacitetsfaktorn ökar tack vare ny teknik och för nyproducerad vindkraft uppskattas kapacitetsfaktorn till 37 procent. För havsbaserad vindkraft ligger kapacitetsfaktorn på över 50 procent.[6]

Stora förändringar på gång – mindre andel planerbar produktion...

Nu byggs det svenska elsystemet om i snabb takt. Hälften av de ursprungliga 12 kärnreaktorerna i söder har stängts. Vindkraft byggs ut i högt tempo, framförallt i norra delen av landet, för att ersätta den nedlagda kärnkraftsproduktionen och för att möta det ökade elbehovet. Utvecklingen går snabbt men det saknas tydligt kommunicerade konsekvensanalyser av vad förändringarna kommer ha för påverkan på elsystemet.

Vi ser tre parallella, stora förändringar i vårt elsystem;

- elproduktion går från att vara i huvudsak planerbar till att bli allt mer varierande – intermittent
- elproduktionen blir mer koncentrerad till norra delen av landet
- elanvändningen ökar kraftigt i hela landet fram till 2045.

Enligt den scenarioanalys[7] för det svenska elsystemet till år 2045, som gjorts inom ramen för Kraftsamling Elförsörjning kan följande uppställning göras. Den beskriver skillnaderna mellan ett 100 procent förnybart respektive ett teknikneutralt system, där elproduktionen har fördubblats mot idag. Där ett teknikneutralt system är mer kostnadseffektivt, och där antalet så kallade systemkritiska timmar är få i jämförelsen med ett helt förnybart system. I ett helt förnybart system tillkommer dessutom högre kostnader för stödtjänster.

[4] Kärnkraftens funktion och produktion – Energiföretagen Sverige (energiforetagen.se)

[5] Hur mycket el som faktiskt produceras i förhållande till teoretisk maxproduktion

[6] Svensk Vindenergi; https://svenskvindenergi.org/wp-content/uploads/2019/09/H-o-MV-Engineering-2019-08-15.pdf

[7] Kraftsamling elförsörjning – Långsiktig scenarioanalys

Tabell 1. Skillnad mellan huvudscenarier i Scenarioanalys 240 TWh

Parameter	Teknikneutral/fossilfri	100 % förnybart
Total grundsystemskostnad (snitt)	~440 kr/MWh	+42 % (>625/MWh)
Systemkritiska timmar med låg rotationsenergi	250 timmar (Spann: 0–1 200 timmar)	5 500 timmar (Spann: 5 000–5 600 timmar)
Huvudsaklig elförsörjning på årsbasis	25 % Vattenkraft 30–35 % Vindkraft 35–40 % Kärnkraft 2–5 % Biokraft	25 % Vattenkraft 55 % Vindkraft 10 % Solkraft 10 % Biokraft
Ytanvändning för elproduktion	800 km^2	16 500 km^2
Vattenkraftens driftsmönster	Från snarlikt dagens situation till betydligt mer volatilt i scenarier med hög andel vindkraft	Mycket volatilt i samtliga scenarier
Livscykelutsläpp av växthusgaser	11gCO_2	17 gCO_2

Kundkrav och hållbarhetskrav påverkar kraftvärmen

Idag står kraftvärmen för nio procent av den svenska elproduktionen.[8] Det är en viktig källa till elproduktion som hjälper till att minska risken för lokal kapacitetsbrist eftersom den är spridd över hela landet och ofta är placerad där det finns ett behov av värme, exempelvis i städer. I kraftvärmeverken eldas avfall och biomassa. I takt med att fastighetsägare i allt större utsträckning vill ha fossilfri uppvärmning, och då inte kan tolerera fossilt avfall som bränsle, uppstår utmaningar för kraftvärmen eftersom det avfall som bränns innehåller en viss andel fossila material, till exempel plastavfall. På EU-nivå förs också avgörande diskussioner kring klassning av hållbar biomassa som kan komma att få stor påverkan på den svenska biokraftvärmen.

Ur ett försörjningstrygghetsperspektiv är det viktigt att det finns en diversitet i elproduktionen och även en lokal spridning och där är kraftvärmen en viktig komponent. Det är därför viktigt att ta förändrade förutsättningar för kraftvärmen i beaktande i en planering av den långsiktiga försörjningstryggheten, precis som för andra kraftslag.

Klimatförändringar och miljöprövningar kan påverka vattenkraften

Den svenska och norska vattenkraften utgör en viktig del av planerbara elproduktionen i norra Europa. I Sverige har vattenkraften hittills stått för cirka 40 procent av elproduktionen och har varit basen i elsystemet tack vare sin stabilitet och planerbarhet. I ett långsiktigt perspektiv måste man ta i beaktande hur klimatförändringar kan komma att påverka tillgången på vattenkraft. Större variationer i nederbörd kan komma att påverka vattenkraftens funktion som basproduktion och förmåga att bidra med reglerkraft till elsystemet.

Vid sidan av sin funktion som basproducent av el har vattenkraften också en viktig funktion som reglerkraft. Den är ett av de kraftslag som snabbast kan regleras upp och ned för att möta förändringar i efterfrågan eller produktion i andra delar av elsystemet. Ju större dessa svängningar i efterfrågan och produktion blir, desto större blir vikten

[8] Kraftvärme – Energiföretagen Sverige (energiforetagen.se)

av vattenkraften som reglerkraft. En sådan utveckling innebär att skillnaderna mellan höga och låga flöden nedströms kraftverken blir större och att förändringarna i flödena också går snabbare.

De svenska vattenkraftskraftsproducenterna står inför ett omfattande arbete där samtliga drygt två tusen vattenkraftverk ska miljöprövas. Syftet är att implementera EU:s ramdirektiv för vatten, vilket syftar till att säkra miljövärden och biologisk mångfald i och längs de vattendrag som används för kraftproduktion. En hårdare miljöprövning kan leda till att vattenkraftverk kan behöva minska effektuttaget eller läggas ned då kraven på miljöanpassning blir så dyra att de inte lönar sig att driva verksamheten vidare. Detta kan komma att påverka reglerkapaciteten i det svenska elsystemet.

Regeringen beslöt, juni 2020, om en ”nationell plan för moderna miljövillkor för vattenkraften”, med målet att omprövningarnas sammantagna negativa inverkan på en nationell effektiv tillgång till vattenkraftsel ska hållas till ett minimum, samt att största möjliga hänsyn ska tas till riktvärdet 1,5 terawattimmar förlorad vattenkraftsproduktion som följd av miljöåtgärder. Flera aktörer bedömer dock att förlusterna kommer bli avsevärt mycket större. 1,5 TWh kan låta som en ganska marginell andel av den totala elproduktionen, det är bara knappt en procent. Det man då måste ha i beaktande är vattenkraftens speciella förmåga att erbjuda reglerkraft till systemet. Det är alltså så att denna relativt lilla andel av produktionen har stor betydelse för systemet som helhet.

Politisk osäkerhet skapar sämre förutsättningar för kärnkraft

Kärnkraftsinvesteringar är mycket långsiktiga – ofta ligger investeringshorisonten på 60–80 år och för traditionella kärnkraftverk är dessutom investeringarna mycket stora. Detta gör att kärnkraftsinvesteringar är extra beroende av politisk säkerhet och långsiktighet i energipolitiken. När det svenska kärnkraftsprogrammet var utbyggt fanns det 12 reaktorer i Södra Sverige. 1999 och 2005 stängdes Barsebäck ner till följd av politiska beslut. Mellan 2016 och 2020 stängde två reaktorer i Ringhals och två reaktorer i Oskarshamn till följd av lönsamhetsproblem kopplade till effektskatt och investeringsbehov för säkerhetshöjande åtgärder. Vi har idag 6 reaktorer kvar i drift. Det finns inga politiska beslut som hindrar vare sig reinvestering eller nyinvestering i kärnkraft. Men det utpekade energipolitiska målet om 100 procent förnybart elsystem 2040 tydliggör politikens riktning och vilja, något som påverkar både investeringar, forskning och utveckling samt skapar en osäkerhet om kärnkraftens framtid i landet.

...och ökad andel väderberoende produktion...

Snabb utbyggnad av vindkraftsproduktion

Vindkraft är relativt billigt att bygga och var tidigare subventionerad med elcertifikat. Kostnaderna har numera sjunkit kraftigt och har låga produktionskostnader vilket har lett till en snabb utbyggnad i Sverige de senaste femton åren. År 2020 stod den för 17 procent av elproduktionen men 2024 beräknas vindkraften vara den andra största produktionskällan för el efter vattenkraften.

Vindkraftens utveckling i Sverige

	År 2010	År 2024
Antal vindkraftverk	1 800	5 800
Elproduktion (TWh)	2	47,7

Källa: Svensk Vindenergi

Trots att Sverige har en stor landyta samvarierar vindarna i stor utsträckning, vilket gör att den totala elproduktionen från vindkraft kan komma att variera kraftigt på kort tid. Som ett exempel på hur snabbt det kan svänga i produktionen kan man titta på produktionsstatistiken för vindkraften i slutet av augusti 2021. Mellan kl. 8 den 23 augusti och kl. 9 den 24 augusti stod vindkraften för mellan två och sex procent av den svenska elproduktionen. Bara tio timmar senare stod vindkraftsproduktionen för 40 procent av den totala produktionen och under de följande 34 timmarna stod vindkraften för mellan 40 och 48 procent av den samlade elproduktionen. Samvariationen är också avsevärd med grannländer och ända ner i Tysklnad varför det inte är självklart att Sverige kan förlita sig på import vid vindsvaga perioder då också andra länder får allt lägre andel planerbar produktion.

Regeringen har beslutat att SvK ska bygga ut stamnätet till vissa utvalda noder i havet, där havsbaserad vindkraftsproduktion kan anslutas. Denna åtgärd förväntas möjliggöra stora investeringar i havsbaserad vindkraft runt den svenska kusten. Hur snabbt utbyggnaden kommer ske beror på tiden för elnätsinvesteringar, tillståndsprövningar inklusive överklaganden från till exempel Försvarsmakten. Den havsbaserade vindkraften kan lättare lokaliseras till södra delen av landet där underskottet i elproduktion är stort (konkurrensen om havsytan är här mindre än om landytan). Den har ett jämnare produktionsmönster än den landbaserade, men fortfarande hänger vädersystemen ihop och utmaningarna i att möta variationerna i produktion måste därför mötas genom antingen andra kraftslag eller lagring. Flexibilitet i användningen är också en väg för att möta denna utveckling, detta är dock inte möjligt för alla användare.

... leder till en försämrad effektbalans

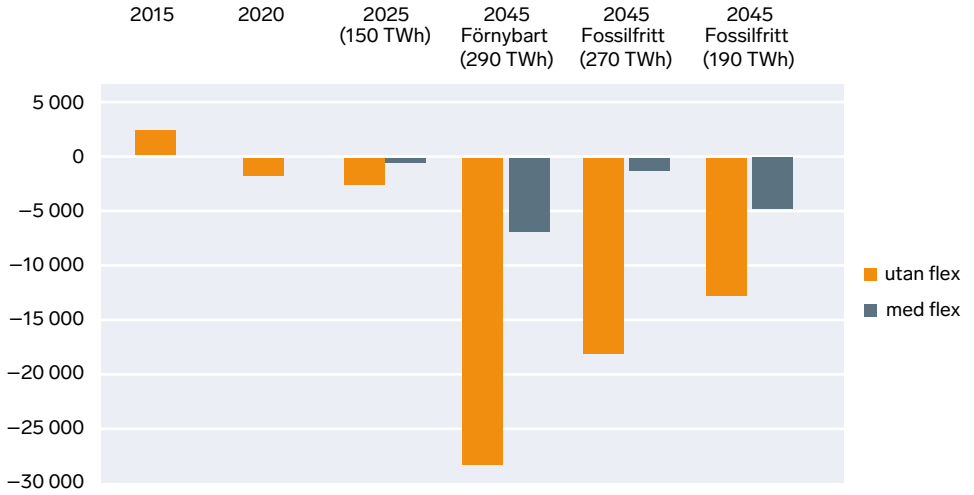
Svenska kraftnäts kraftbalansrapport presenteras årligen och i den görs en analys av hur effektbalansen för den kommande vintern ser ut. De senaste 5 åren har det skett en stor förändring i hur kraftbalansen ser ut för topplasttimmen (den mest ansträngda timmen på året, oftast en kall vintermorgon i februari). Vintern 2018/19 var första året då vi hade en negativ kraftbalans under topplasttimmen och alltså var beroende av import för att klara av att möta effektbehovet. Denna situation beräknas uppstå även vintern 2021/22 och förväntningarna är att effektunderskottet kommer att öka över tid.

Situationen i framförallt södra Sverige har försvårats alltsedan Barsebäcks kärnkraftverk avvecklades 2005. Avvecklingen av 2 block i Oskarshamn och 2 block i Ringhals har varit ännu mer avgörande för rotationsenergin och givit flera tillfällen med låga nivåer där nya stödtjänster upphandlats för att bibehålla driftsäkerheten (Lowina Lundström, Svenska Kraftnät). Med reaktorerna försvann också rotationsenergi, vilken är avgörande för förmågan att hantera störningar i elsystemet. Dessa förmågor ersattes inte fullt ut. Som ett sätt att kompensera för den minskade förmågan att hantera störningar började Sydvästlänken att byggas, men det tog ända fram till sommaren 2021 innan den var i drift. Under vintern 21/22 har SvK dock tvingats begränsa kapaciteten på ledningen för att upprätthålla elsystemets driftssäkerhet.[9] Fortfarande har elsystemet mycket låga marginaler i de södra delarna av landet.

[9] Nord Pool; https://umm.nordpoolgroup.com/#/messages/d5abd46d-37f3-4f8a-a422-0c0e79160c4e/1

Som framgår av Figur 5, står vi inför stora utmaningar i det framtida elsystemet – i synnerhet om vi går mot ett helt förnybart system med en väsentligt mycket mindre andel planerbar produktion i systemet.

Figur 5. Effektbalans topplasttimmen, MW



Källa: SvKs kraftbalansrapporter och SvKs LMA 2021 med tre framtidsscenarier för 2045, dessa inrymmer stor flexibilitet i tillkommande vätgaslager inom industrin.

Slutsatser

Produktionskapaciteten är helt avgörande för att upprätthålla försörjningstrygghet. För att garantera tillräcklig tillgång till el behöver vi bygga nya produktionsanläggningar samt hålla gamla anläggningar kvar i drift tills ersättande produktion finns.

- Produktionskapacitet som tillgodoser effektbehoven är nödvändig.
- Ökad andel intermittent elproduktion gör elsystemet mer sårbart och beroende av importmöjligheter.
- Krav bör ställas på SvK att möta större förändringar i elproduktion med konsekvensanalys och åtgärdsförslag, inklusive tidsplan, för att säkerställa systemstabilitet.

4.2 Utmaningar i elnätet

Stamnätet går som en ryggrad genom landet och säkerställer att elen kommer från de stora produktionsanläggningarna och vidare mot elkonsumenterna. Det är SvK som förvaltar och utvecklar det och som ansvarar för driften. Till stamnätet kopplar region- och därefter lokalnät. Elnätets förmåga att överföra elen från producenter till konsumenter beror på ledningarnas dimensionering och kapacitet, men det finns också annat som påverkar ledningarnas kapacitet och möjlighet att överföra elen, till exempel elsystemets spänning. Möjlighet till återhämtning vid eventuella fel gör att Svk ibland måste begränsa den el som transporteras i ledningarna.

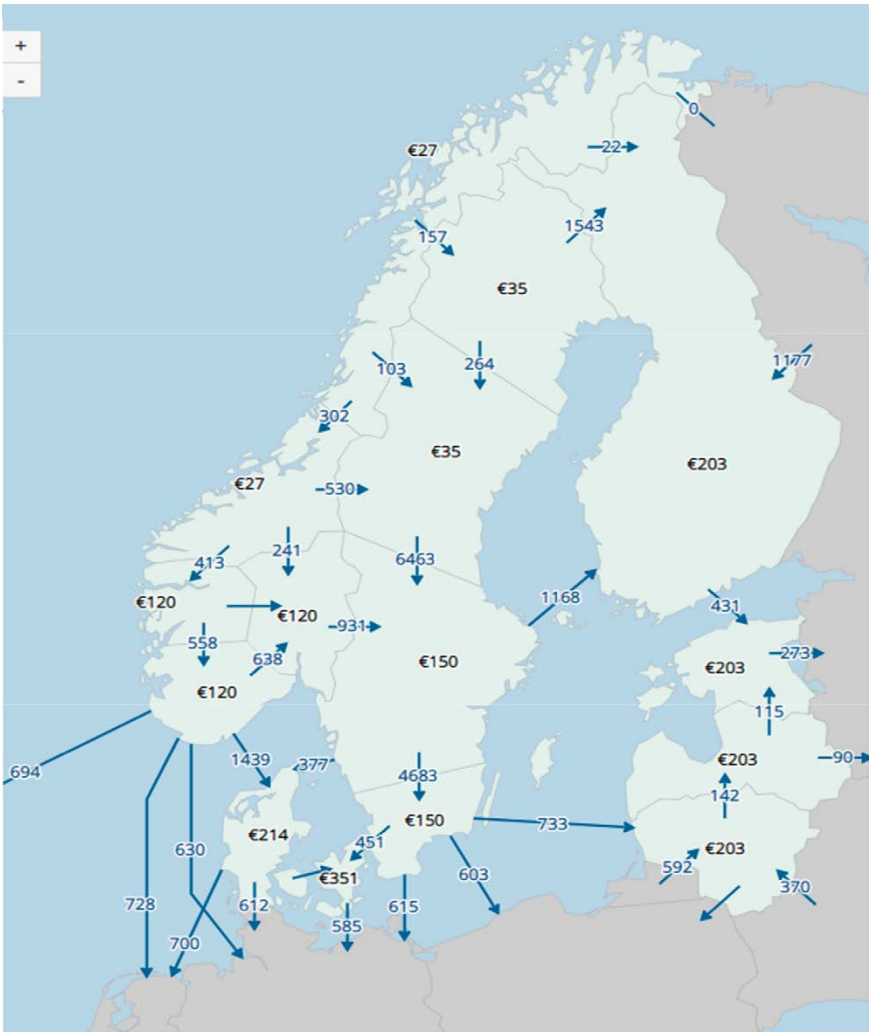
Elnätets kapacitet kan även variera beroende på hur kraftflödena går och hur mycket stödtjänster som finns tillgängliga i elsystemet. På grund av otillräcklig tillgång på stödtjänster är det också vanligt att elledningar begränsas och inte kan använda hela

sin maxkapacitet. Ett ledningsbrott innebär att överföringskapaciteten helt försvinner men det inträffar sällan. Under vintern 2021 och efter nedstängningen av R1 har Svk begränsat handelsutbytet på flera kablar i en betydligt högre grad än tidigare.

Kartan i Figur 6 nedan är en ögonblicksbild från SvKs kontrollrum och visar den aktuella flödet mellan olika elområden i Sverige och mellan Sverige samt utlandet. Figur 7 visar den maximala överföringskapaciteten, som ofta är högre än det aktuella flödet. Det kan bero på att det vid angivet tillfälle inte fanns behov av större överföring, eller att överföringskapaciteten varit begränsad. Ett uttryck för att överföringskapaciteterna ofta är begränsade, är de flaskhalsintäkter som SvK får in varje år. 2021 uppgick dessa till 21 miljarder kronor och 2022 beräknas de uppgå till 60 miljarder kronor.

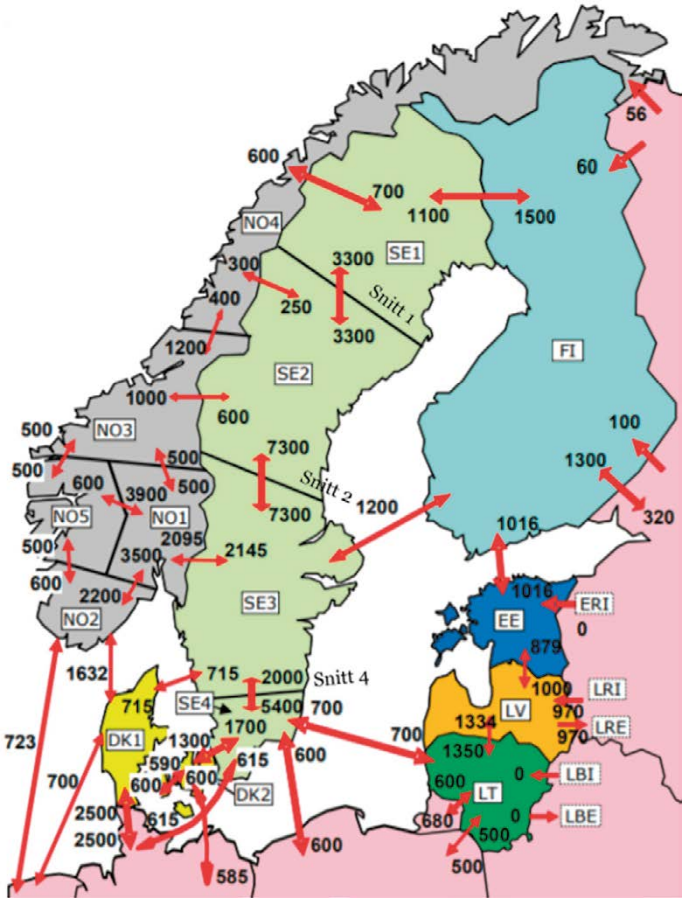
Intäkterna är en konsekvens av att kapaciteten mellan områden inte är så stor som marknaden skulle behöva. Ett ytterligare problem är när den kapaciteten inte utnyttjas till fullo – SvK begränsar handelskapaciteten. Även detta ger upphov till intäkter. Att ledningarnas kapacitet inte är tillräcklig för att möta marknadens behov är inte samma problematik som att SvK begränsar handelskapaciteten men de resulterar i liknande konsekvenser.

Figur 6. Nordiska och baltiska elsystemet vid en specifik timme. Pris i euro/ MWh och Elflöde MW



Källa: SvKs Kontrollrummet.

Figur 7. Maximal överföringskapacitet



Översiktskarta med svenska och omkringliggande elområden. Även maximal handelskapacitet mellan elområdena (MW) visas, samt "snitten" mellan de svenska elområdena.

Källa:Entso-e och SvK

Förändrade kraftflöden påverkar försörjningstryggheten

Det svenska stamnätet är, lite förenklat, byggt för att transportera el från den stora vattenkraftproduktionen i norr ned till användare i söder. I takt med att det svenska elnätet blivit allt mer sammanbyggt med våra grannländer genom överförings-förbindelser, samtidigt som nya överföringsförbindelser etablerats från våra grannländer till kontinentala Europa, så har flödena i det svenska nätet förändrats. Idag tas en ganska stor del av nätkapaciteten i anspråk av transithandel, där el strömmar genom det svenska nätet mellan våra grannländer. På senare tid har detta skapat förändringar i de nationella kraftflödena vilket har inneburit att nätet får hantera öst-västliga flöden i större utsträckning, som det egentligen inte är byggt för, vilket i sin tur gör att kapaciteten i nätet måste begränsas.

Likaså har kärnkraftsproduktion i söder lagts ned, vilket också påverkar flödena. Kärnkraftsreaktorerna har inte bara varit viktiga för att producera el, de har också bistått med stödtjänster som är viktiga bland annat för att kunna ta emot el som distribueras norrifrån. Förenklat sagt, så minskade elnätets förmåga i söder att ta emot ökad överföring från norra Sverige när kärnkraftsproduktion lades ned.

Det svenska stamnätet är gammalt

Stora delar av stamnätet byggdes under 50- och 60-talen och behöver bytas ut. Gamla ledningar och andra tekniska installationer i nätet innebär ökade risker för fel och därmed är den tekniska statusen på nätet en central faktor för försörjningstryggheten. Nedan figur visar att SvK inte investerat i enlighet med plan de senaste åren. Det är viktigt att investeringsplanerna hålls så att standarden höjs på stamnätet och det är egentligen inte brist på pengar.

Tabell 2. Sammanställning av Svenska kraftnäts investeringsplaner och investeringsutfall

Investeringsplan (år)	Plan år 1 (mkr)	Utfall år 1 (mkr)	Avvikelse (mkr)	
12019–2023	3 100	2 589	–511	–16,5 %
2018–2021	3 330	2 384	–946	–28,4 %
2017–2020	2 400	1 813	–587	–24,5 %
2016–2018	3 400	1 469	–1 931	–56,8 %
2015–2017	4 350	2 455	–1 895	–43,6 %
2014–2016	5 564	4 353	–1 211	–21,8 %

Källa: 1 Investerings och finansieringsplan 2014–2017 samt Svenska kraftnät, 2018. 32 Investerings och finansieringsplan 2015–2022, Svenska kraftnät, 2020

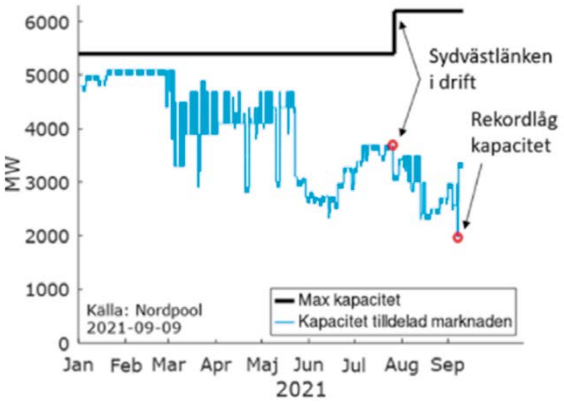
Nätet är underdimensionerat

Det svenska stamnätet är inte bara gammalt, det är också underdimensionerat på många ställen. I Svenskt Näringslivs undersökningar höjs varnande röster för att det inte går att få fram tillräckligt med effekt till nya investeringar från både företag och näringslivschefer runt om i landet. I huvudsak handlar detta om brister i nätkapaciteten. När det inte finns en långsiktig försörjningstrygghet i elleveransen så uteblir investeringar och jobbsatsningar.

Vi har också sett hur elnätet inte är dimensionerat för att ta emot all ny elproduktion som byggs. Nätbolag har varit tvungna att säga nej till att ta emot ytterligare vindkrafts-produktion eftersom nätet helt enkelt inte räcker till.

Enligt Elmarknadsförordningen och tillhörande rekommendation till tolkning ska en nätägare tillhandahålla minst 70 procent av kapaciteten på den begränsande delen i sitt nät för handel mellan elområden. Regelverket berör inte specifikt utlandsförbindelserna utan den del som begränsar utbytet ska uppfylla 70 procent. Denna förordning infördes i Sverige 2020 och sedan dess har Svk ansökt om undantag från regelverket med avseende på de utlandsförbindelser som påverkas av begränsningar för transit i det svenska transmissionsnätet. Orsaken är att det interna nätet i SE3 inte klarar av lika mycket transit efter nedläggningen av produktion i södra Sverige.

Figur 8. Överföringskapacitet snitt 4 (SE3 → SE4)



Källa: Artikel: Rekordstora begränsningar i södra Sverige – Second Opinion (second-opinion.se)

4.3 Utmaningar i systemtjänsterna

Stödtjänster är funktioner i systemet som krävs för att bibehålla spänningsstabiliteten i nätet. De ser till att upprätthålla stabiliteten och driftsäkerheten och skapar förmåga att hantera störningar i systemet. Det kan handla om olika typer av reserver som krävs för att säkra tillgången på kapacitet eller förmåga att snabbt hantera förändringar i frekvensen. Exempelvis kan, generator eller turbinhjul med stor svängmassa, vilket ger rörelseenergi, användas för att jämna ut förändringar i frekvensen.

> ”Svenska kraftnäts beslut att inte anskaffa stödåtgärder för elsystemet inför den kommande sommaren, utan aktivera sådana vid behov, innebär att man ställer sig i läget att behöva aktivera åtgärder i realtid, utan framförhållning eller planering. Detta skapar osäkerheter för alla inblandade och innebär onödiga risker. Att ha framförhållning och tydliga förutsättningar är a och o för att jobba med säkerheten i komplexa system.”
>
> *Maja Lundbäck, riskexpert*[10]

Stödtjänster har funnits länge som en naturlig del av elproduktionen i Sverige, till exempel i kärnkraftverk, vattenkraften och i fossileldade kraftverk och har därmed inte behövt ersättas ekonomiskt. Detta kan ha bidragit till bristande planering för tillgången på stödtjänster och att en marknadsmodell som säkerställer tillgången på stödtjänster inte behövt utvecklas.

Stödtjänster avvecklas tillsammans med kärnkraften

Planerbar kraft, som kärnkraftsproduktion, kraftvärme och vattenkraft, bidrar till effekttillgången både direkt och indirekt. Direkt genom själva elproduktionen och indirekt genom att den bidrar till stabilitet i systemet som i sin tur möjliggör hög överföringskapacitet. Lite förenklat innebär detta att konsekvenserna av att till exempel ett kärnkraftsblock i södra Sverige ställs av inte bara handlar om minskad produktion, utan också att överföringskapaciteten från norr behöver reduceras. Den reella effektförlusten vid avveckling av ett reaktorblock kan därmed bli större än den effekt som producerades i blocket.

[10] Maja Lundbäck i Second Opinion: https://second-opinion.se/fortsatt-oro-over-bristande-driftsakerhet/

Kärnkraftsägaren Uniper har uppmärksammat det faktum att det vid avvecklingen av Barsebäck 2005 inte fanns någon plan för hur systemtjänsterna som försvann skulle ersättas.[11] Först efter att verket stängts ned påbörjades planeringen av Sydvästlänken. Sydvästlänken syftade till att jämna ut obalanserna mellan norra och södra Sverige vad gäller produktion men ersätter inte själva systemtjänsterna.

Den nya produktionen bidrar inte med stödtjänster

Den snabba utvecklingen av ny elproduktion i form av vindkraft har inte medfört en motsvarande ökad tillgång på stödtjänster eftersom dessa inte finns naturligt i vindkraftsproduktionen. I vindkraften (och solkraften) finns inga tunga turbiner eller generatorer som bidrar med svängmassa. Vindkraften skulle kunna bidra med syntetiska stödtjänster, men det bygger på att vindkraften inte körs på full effekt. Därigenom skulle man skaffa sig möjlighet att snabbt öka eller minska effektuttaget ur vindkraften och därmed bidra till frekvensreglering. Idag saknas dock ekonomiska incitament för vindkraftsägare att erbjuda dessa syntetiska stödtjänster. En marknadsmodell som ersätter dem för att inte ta ut full effekt från produktionen skulle bidra till incitament i rätt riktning.

Slutsatser

- Den ökande andelen vindkraftsproduktion har gjort att vi har fått ett ”lättare” elsystem och därmed mer sårbart elsystem.
- En marknadsmodell som ersätter stödtjänster behöver utvecklas.
- Krav bör ställas på ett systemperspektiv när ny produktion tillförs systemet.
- Det krävs en omfattande analys av riskfaktorer som kan ha stor påverkan på försörjningstryggheten.

[11] Uniper; https://www.uniper.energy/sverige/nyheter/elsystemet-i-soedra-sverige-behoever-foerstaerkas/

5. Möjligheter till förbättrad försörjningstrygghet

5.1 Lager och flexibilitet hos producenter och användare

Det ökade elbehovet leder till ökad belastning på elnäten och med ökad andel icke-planerbar produktion ökar svårigheterna att balansera produktion och efterfrågan. Detta gör att behoven av flexibilitet i systemet också ökar. Genom att anpassa produktionen efter användningen, genom att skjuta på användningen av elen eller genom att lagra elen kan man uppnå flexibilitet i systemet, vilket också bidrar till ökad systemstabilitet och därmed bidrar till försörjningstryggheten.

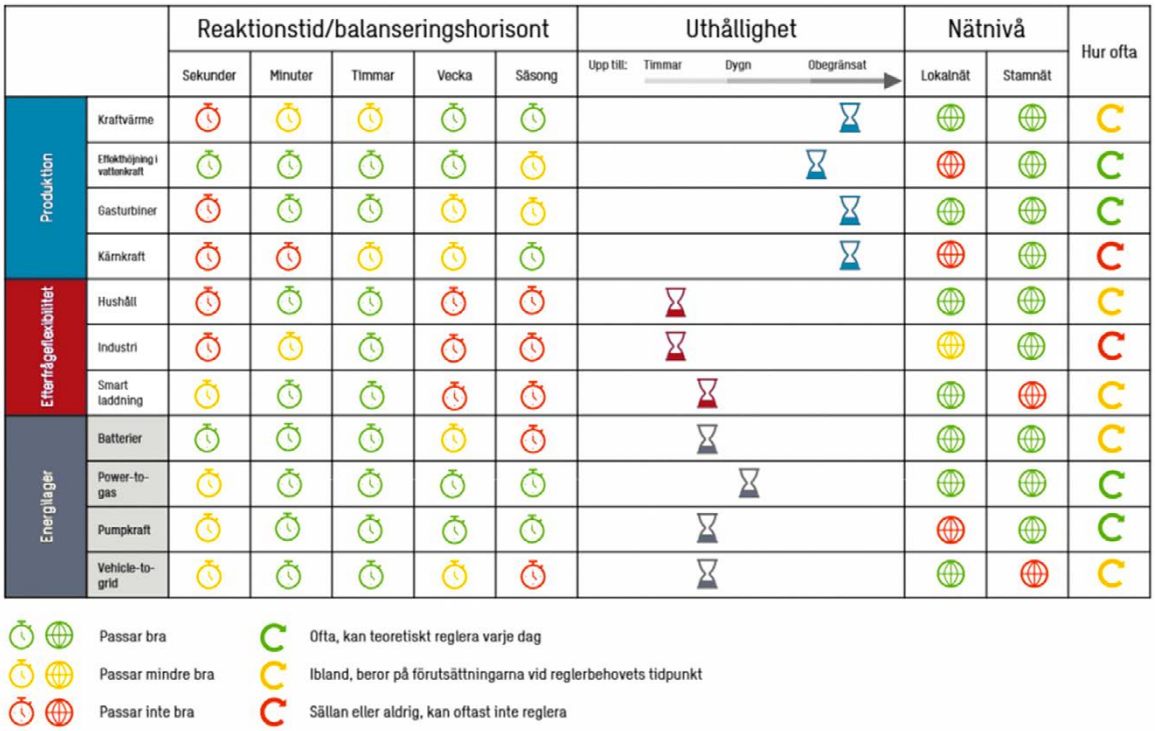
Figur 9. Exempel på olika typer av flexibilitet

Flexibel produktion	Efterfrågeflexibilitet	Energilager
• Kraftvärme • Effekthöjning i vattenkraft • Gasturbiner • Flexibel kärnkraft	• Efterfrågeflexibilitet hos hushåll • Efterfrågeflexibilitet hos industrin • Smart laddning	• Batterier • Power-to-gas (vätgaslager) • Pumpkraft • Vehicle-to-grid

Källa: Lösningar för ökad flexibilitet i elsystemet – möjligheter och utmaningar, Svenskt Näringsliv 2020.

Olika flexibilitetslösningar bidrar med olika värden i systemet vilket framgår av flexibilitetsmatrisen nedan.

Figur 10. Flexibilitetsmatris



Källa: Lösningar för ökad flexibilitet i elsystemet – möjligheter och utmaningar, Svenskt Näringsliv 2020.

Lager för försörjningstrygghet

En avgörande fråga för elsystemet handlar om möjligheterna till storskalig lagring av energi. Med en kostnadseffektiv lösning för storskalig lagring av energi hade både vind-, vatten och solenergi kunnat användas på ett betydligt mer effektivt sätt än idag och många av de problem vi står inför hade, om inte varit lösta, så åtminstone haft väsentligt lägre dignitet. I tider då produktionen överstiger användningen kan överskotten lagras vilket gör att systemet utsätts för mindre belastningar och att priserna blir stabilare vilket är mer gynnsamt för investeringar.

Vi har idag en stor lagringskapacitet i vattenkraften men möjligheterna att bygga ut denna lagringsmetod är små. Inga fler älvar planeras att byggas ut och som nämnts ovan går utvecklingen snarare åt motsatt håll med minskad kapacitet i vattenkraften. Utöver vattenmagasin kretsar lagringsdiskussionen i huvudsak kring två metoder, batterilager och vätgaslager. Dessa teknologier utvecklas i snabb takt, framförallt för tillämpningar inom transportsektorn men även inom industrin. Det handlar dock fortfarande om att skapa relativt små energilager. Dessa lager möter behoven hos en enskild industri, som i och för sig kan vara en mycket stor elanvändare, eller i fordon under några timmar eller i bästa fall något dygn.

För att möta behov som går över den tidshorisonten, eller den skalan, till exempel om man behöver lagra en stor del av en landsändes energianvändning under flera dygn, så krävs det mycket stora lagringsanläggningar. I den tekniska underlagsrapporten[12] till den långsiktiga scenarioanalys som genomförts inom ramen för Kraftsamling elförsörjning går man igenom teknisk utvecklingsstatus och kostnadsbilden för olika storskaliga lagringslösningar.

Mot bakgrund av den kunskap som finns idag kring utvecklingen för lagringslösningar i den skala som krävs kan man i rapporten, Långsiktig Scenarioanalys, konstatera att storskalig lagring blir ett dyrare sätt att möta behoven jämfört med olika sätt att istället öka produktionen.

Användarflexibilitet för försörjningstrygghet

Flexibilitet innebär att användningen förflyttas i tid, inte att behovet i sig förändras. Olika typer av användare har mycket olika möjligheter att vara flexibla i sin elanvändning. Många industrier är av tekniska skäl helt beroende av att ha en stabil tillgång på el. Det handlar också om kostnadseffektivitet. Om en anläggning inte kan köras på full kapacitet så uppstår det en kostnad för den outnyttjade kapaciteten eftersom effektiviteten i resursutnyttjandet minskar.

Andra typer av användare har större möjligheter att vara flexibla i sin elanvändning. En viktig del i flexibiliteten ligger i hushållens elanvändning. Det finns redan idag lösningar för att styra elanvändningen över dygnet i syfte att undvika effekttoppar. Det handlar till exempel om att skapa ekonomiska incitament för användare att skjuta på vissa elintensiva aktiviteter som tvätt, uppvärmning och laddning av elbilar. I huvudsak tittar man på olika typer av lösningar som antingen automatiskt stryper effektuttaget under vissa tider eller lösningar som gör det dyrare att använda el under vissa tider, något som kan liknas vid en trängselskatt i elsystemet. Man kan kalla det för passiv flexibilitet. Nästa steg är att använda batterikapacitet i hushållen, framförallt i elbilar (Vehicle to Grid), för att gå in och stötta nätet, ett slags aktiv flexibilitet.

Hur flexibiliteten i hushållens användningsmönster utvecklas beror till stor del på priselasticiteten och hur smidiga framkomna tekniska lösningar är. Tycker användarna att det är värt pengarna och besväret att förändra sina användningsmönster och vara mer flexibel?

5.2 Försörjningstrygghet genom import

Sverige är ett av de länder i Europa som har flest förbindelser till utlandet. Det innebär en ökad försörjningstrygghet så till vida att grannländerna kan stötta upp vid situationer med effektbrist och det ger oss också möjlighet att exportera el till andra länder. Samtidigt innebär också kopplingarna till grannländerna att Sverige

[12] Modellering av svensk elförsörjning, Svenskt Näringsliv 2020

påverkas av deras energipolitik eftersom minst 70 procent av ledningens driftsäkra kapacitet ska göras tillgänglig för gränsöverskridande handel.[13] Det innebär att en bristsituation i ett grannland påverkar även Sverige eftersom kraften kommer flöda från ett lågprisområde till ett högprisområde, vilket är fallet i en bristsituation. Möjligheten till export driver upp priserna i Sverige då priset i importländerna ligger över den i Sverige, samtidigt leder det till försämrad konkurrenskraft för det svenska näringslivet och elintensiv industri. Det leder också till ökad lönsamhet för elproducenter i de områden med högt elpris vilket enligt ekonomisk teori bör leda till ökad elproduktion i dessa områden.

Sedan slutet på 2021 har både Europa och Sverige upplevt pristoppar av historiska mått och skillnaderna mellan norra och södra delarna av Sverige har aldrig tidigare varit större. De kraftiga ökade elkostnaderna i Europa beror i huvudsak på kraftig ökade gaspriser i kombination med ett starkt beroende av gas från främst Ryssland, då gas används för både uppvärmning och elproduktion. Överföringskapaciteter mellan elområden och länder påverkar elpriset och när Sverige exporterar ökar även elpriset i Sverige, främst södra delarna. Ytterligare faktor till de ökade elpriserna i Sverige under denna period är mindre tillgänglig elproduktion i södra Sverige.

Elsystemet har levererar under denna period, men till höga priser. Dessa extrema prisnivåer gör både hushållen och näringslivet sårbara och är en djupt oroande utveckling. Kortsiktiga variationer är ett sätt för marknaden att balansera utbud och efterfrågan medan längre perioder av höga priser bör ge incitament till ökade elproduktion. Det finns dock fler faktorer än just priset som avgör om ökad elproduktion blir till, till exempel kan politisk risk i princip omöjliggöra stora investeringar i elproduktion.[14]

Skulle situationer med långvarigt ökade prisnivåer bli verklighet och dessa leder till att användare har svårt att bekosta den el de behöver för normal ”standard” samt rimlig kostnad för att bedriva näringsverksamhet, så övergår elkostnaden till att bli ett problem med försörjningstryggheten. I detta läge behöver orsaken till att elproduktion trots höga elpriser inte byggs ut utredas och lämpliga åtgärder måste definieras.

Ett sätt att minska överföringskapacitetens påverkan på de svenska elpriserna är att minska behovet av import genom att öka andelen tillgänglig elproduktion och då främst i topplasttimmen. I dagens energy-only modell premieras inte långsiktig tillgänglighet för produktionskapacitet som endast är lönsam ett fåtal timmar om året. I de elsystem som vi historiskt haft i Sverige och Norden så har nyttjandet av olikheterna i ländernas produktionsmix varit effektivt. Tillgängliga produktionskapaciteten i de olika länderna har kompletterat varandra och har tillsammans blivit en regional tillgång.

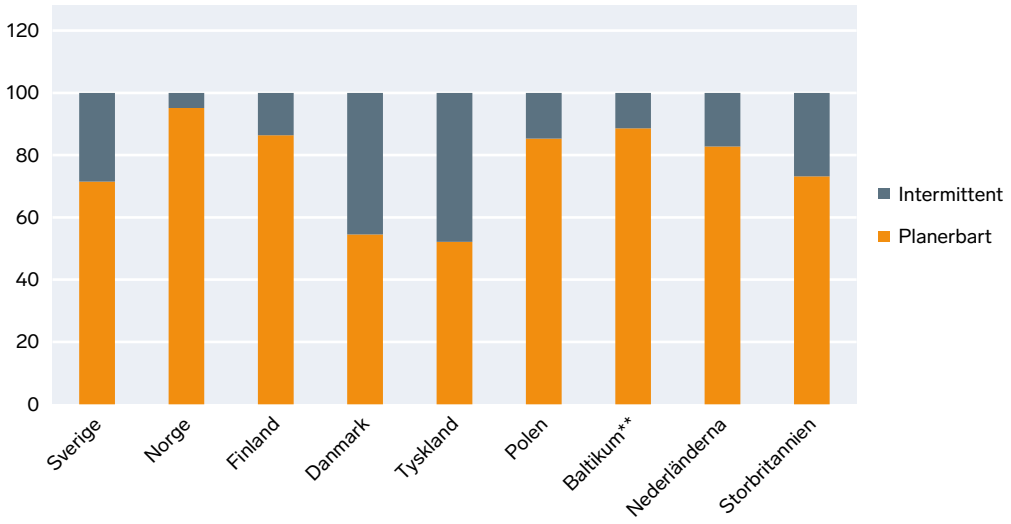
[13] SvK; https://www.svk.se/press-och-nyheter/nyheter/elmarknad-allmant/2021/svenska-kraftnat-ansoker-om-undantag-fran-70-procentregeln-i-elmarknadsforordningen/

[14] Second Opinion; https://second-opinion.se/riskfyllt-att-investera-i-ny-planerbar-elproduktion/

Hela Europa är nu mitt uppe i en snabb omställning av energimixen för att möta klimatkraven. Sverige har ett av de mest gynnsamma utgångslägena med ett nästan helt fossilfritt elsystem redan idag. Sverige behöver ”bara” bygga ut elproduktionen för att möta de nya behov som uppstår i och med utfasningen av fossila bränslen och nyetableringar. I andra länder behöver man möta de ökade behoven samtidigt som man också skiftar om stora delar av elproduktionen som idag är fossilbaserad. Det är en avsevärt större utmaning.

Svaret på denna utmaning stavas idag till stor del vindkraft. Detta framgår av en sammanställning av prognoser kring den framtida elproduktionen för länderna kring Östersjön och Storbritannien. Idag uppgår andelen planerbar elproduktion till mellan 70 och 85 procent av den installerade effekten i dessa länder, med undantag för Danmark och Tyskland där andelen planerbar produktion ligger på cirka 50 procent.

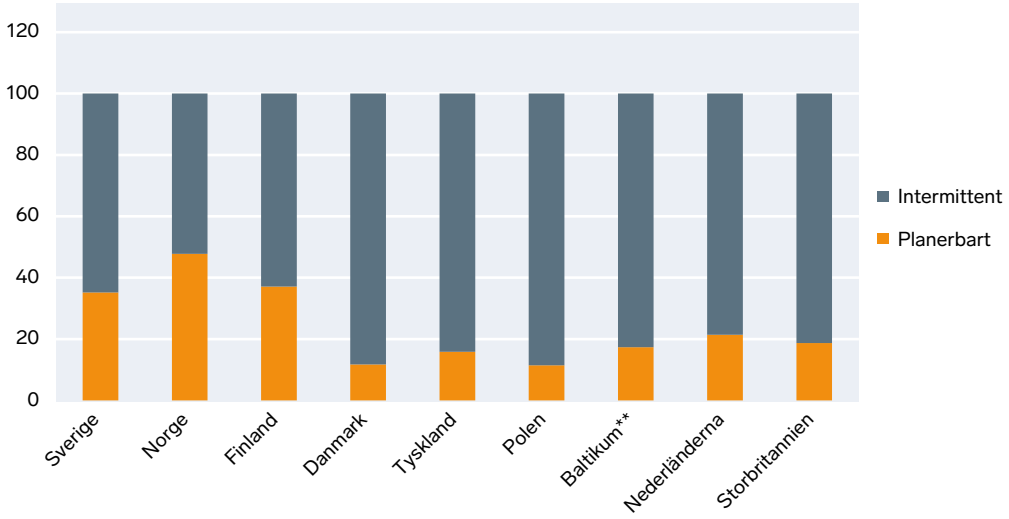
Figur 11. Procent av installerad GW 2018



Källa: Kraftsamling Elförsörjning: Internationell kartläggning.
** Grunddata för Estland, Lettland och Litauen 2018 har summerats.

Enligt de prognoser som finns tillgängliga kommer andelen intermittent produktion öka dramatiskt de kommande 25 åren. Diagrammen visar att vi är i inledningsfasen av en mycket omfattande förändring av den nordeuropeiska elproduktionens funktionssätt vilket kommer att ha stor påverkan på försörjningstryggheten. Endast Sverige, Norge och Finland beräknas ha mer än 20 procent planerbar produktion i sina elsystem, men även i dessa länder kommer andelen planerbar produktion minska kraftigt till bara cirka 40 procent.

Figur 12. Procent av installerad GW 2045



Källa: Kraftsamling Elförsörjning: Internationell kartläggning.
** Grunddata för Estland, Lettland och Litauen 2018 har summerats.

Eftersom den nytillkommande, intermittenta elproduktionen i huvudsak utgörs av vind- och solkraft kommer hela norra Europa bli avsevärt mer väderberoende och samvariationen i vädersystemen kommer att bli en central faktor att räkna med när framtidens elsystem designas.

Med en hög grad av samvariation ökar utmaningarna, en låg grad av samvariation i vädersystemen gör tvärt om att det sammankopplade elsystemet blir mer robust eftersom vindkraftsproduktion i olika länder då kan balansera varandra.

Eftersom Sverige har ett stort antal ledningar till andra länder innebär det också att vi i hög grad blir exponerade för variationer i elproduktionen i dessa länder.

Slutsatser

- Investeringstakten i elnätet måste öka
- Det behövs mer framförhållning i planeringen för elnätet – en bättre förmåga att möta kommande behov
- Den europeiska elmarknaden kommer att bli allt mer volatil – en tydlig strategi för ökad elproduktion med förmåga att möta upp svängningar i utländsk produktion skulle göra Sverige mindre sårbart.
- Politiken måste ta hänsyn till utvecklingen i hela det nordeuropeiska elsystemet när krav ställs på den svenska försörjningstryggheten.

6. Försörjningstrygghet – på vems villkor?

En grundläggande fråga handlar om synen på elsystemet, vem det är till för och vems ansvaret är att det kan möta samhällets behov. En rimlig utgångspunkt är att elsystemet är till för användarna, utan användare har elsystemet inget existensberättigande.

Detta kan verka som en banal utgångspunkt, men är i själva verket en central fråga när man talar om försörjningstryggheten. Vilka förväntningar kan befintliga och tillkommande användare ha på systemet? Det är självklart att ett sådant komplext system inte i varje stund kan anpassa sig till nya behov hos användarna utan att det krävs tid för planering och utbyggnad av både produktion och elnät om nya, stora användare tillkommer. Frågan är var gränsen går, hur stora marginaler som bör finnas i systemet. Hur stor måste en ny användare vara för att det ska vara acceptabelt att man inte kan få tillgång till den el man behöver inom rimlig tid?

Sedan länge har till exempel känsliga industrier, lantbrukare som är utsatta för elavbrott och sjukvården sett det som nödvändigt att själva ombesörja reservkraft för att säkerställa att känslig industriproduktion, djurhållning och sjukvård inte slås ut vid elavbrott. I en undersökning bland Svenskt Näringslivs medlemsföretag i januari 2022, angav 22 procent av de svarande företagen att de hade genomfört eller planerade att genomföra investeringar för att undvika negativa konsekvenser av brister i elsystemet. Det får anses vara en hög siffra i en välutvecklad industrination.[15]

Idag befinner vi oss i en situation där SvK tvingas reglera ner kapacitet i ledningar på grund av brist på svängmassa eller spänningssättning. Med anledning av varningssignaler kring driftssäkerheten inför sommaren 2021 skrev SvK:

> **”Att flöden och elproduktion blir mer variabel i elsystemet är något som alla parter behöver anpassa sig till för att fortsatt garantera hög driftsäkerhet i Sverige och angränsande grannländer.”** [16]

Detta kan tolkas som att myndigheten lägger ett större ansvar på användarna för att hantera problem med försörjningstryggheten.

[15] Svenskt Näringsliv; https://www.svensktnaringsliv.se/foretagarpanelen/

[16] Svenska Kraftnät; https://www.svk.se/press-och-nyheter/nyheter/allmanna-nyheter/2021/svenska-kraftnat-vidtar-inga-avhjalpande-atgarder-i-sommar-importberoendet-kvarstar-dock/

Idag diskuteras allt mer hur man ska åstadkomma ”användarflexibilitet” för att systemet ska vara stabilt. Man kan se detta som en funktion av en väletablerad marknadslogik. När efterfrågan är hög så går priserna upp, vilket håller tillbaka efterfrågan och en ny balans uppstår. Marknadskrafterna får genomslag på ett helt naturligt sätt. Med ett annat synsätt handlar det om att ansvaret för att elsystemet hålls ihop i större utsträckning läggs över på användarna istället för på de systemansvariga. Elanvändarna ska i större utsträckning än tidigare förmås att minska sin elanvändning när systemet är pressat. Marginalerna i systemet har tillåtits bli så små att priserna måste tryckas upp för att systemet ska kunna hållas ihop. En påtvingad användarflexibilitet införs genom prismekanismen.

Möjligheterna att vara flexibla inom industrin varierar stort. En del klarar av att hantera nedgångar i produktionen på grund av effektbrist vilket leder till höga elpriser, andra har små eller inga möjligheter alls att påverka sin användning utan måste helt enkelt ha tillgång till el för att maskiner och processer inte ska haverera.

7. Åtgärder som krävs för ökad försörjningstrygghet

Förtroendet för systemets förmåga att leverera den el användarna behöver är avgörande för investeringar och samhällsutveckling. För att minska osäkerheten kring försörjningstryggheten finns ett antal åtgärder som kan vidtas.

Inom ramen för Kraftsamling Elförsörjning har flera policyförslag presenterats, med sex huvudrubriker. Fyra av dessa rubriker är starkt kopplade till försörjningstrygghet och kan utvecklas enligt nedan:

- **Sätt mål på försörjningstrygghet och leveranssäkerhet.**
  - Försörjningstrygghet är underprioriterad idag. Se även över villkoren kring hur systempåverkande elproduktion får avvecklas.
  - Förmågan att genomföra omfattande analyser av riskfaktorer i det svenska elsystemet behöver förstärkas.
  - Omvärldsfaktorer som ligger utanför det direkta elsystemet kan ha stor påverkan på möjligheterna att säkerställa försörjningstryggheten.
  - Flexibilitet måste premieras med användarperspektiv som utgångspunkt.
  - Politiken måste ta hänsyn till utvecklingen i hela det nordeuropeiska elsystemet när den svenska försörjningstryggheten beaktas.
- **Säkerställ ökad planerbar elproduktion.**
  - Behåll all befintlig planerbar kraft
  - För att garantera systemstabiliteten i elnäten, då den intermittenta andelen totalt ökar, krävs mer planerbar elproduktion, i södra delen av landet. Det måste finnas en balans mellan intermittent och planerbar produktion. SvK behöver tydliggöra vilken nivå av planerbarhet det behöver för en stabil drift.
  - En alltmer volatil europeisk elmarknad och elproduktion, gör att Sverige behöver en tydlig strategi för ökad elproduktion med förmåga att möta upp svängningarna i utländsk produktion, som påverkar våra kraftflöden och vår möjlighet till import, och göra Sverige mindre sårbart.

- **Påskynda utbyggnaden av elnäten inom landet.**
  - Utöver resurser till SvK måste processerna kring nätutbyggnaden effektiviseras, kvalitetssäkras och bli snabbare samt mer förutsägbara tillstånd ges.
  - Det behövs bättre framförhållning i planering för elnäten.
  - Svenska kraftnät har påbörjat denna omställning men förmågan att snabbt möta förändrade behov behöver ytterligare förstärkas.
- **Påbörja arbetet med en elmarknadsöversyn som resulterar i ett kostnadseffektivt elsystem.**
  - Våra analyser visar att ett kostnadseffektivt elsystem 2045 består av en stor andel vindkraft. Analyserna visar också att större andel väderberoende kraft i elsystemet gör vårt system mer sårbart och ökar behovet av systemstabiliserande åtgärder. Behovet av stödtjänster måste därför säkras genom en marknadsmodell som prissätter stödtjänster eller att det ställs krav på ett systemperspektiv när ny produktion tillförs elsystemet.

Denna rapport utgör ett underlag i det större projektet Kraftsamling Elförsörjning, som Svenskt Näringsliv driver sedan drygt två år. Inom projektet har ett flertal underlagsrapporter publicerats inom en rad olika områden, till exempel scenarioanalys till 2045, energieffektivisering, flexibilitetslösningar, transportsektorns elektrifiering och ny elmarknadsdesign. Mer finns att läsa på Projekt Kraftsamling elförsörjning (svensktnaringsliv.se)

Målet är att Sverige ska ha ett elsystem som varje timme, året runt, levererar fossilfri el till användarna till internationellt konkurrenskraftiga elkostnader.

www.svensktnaringsliv.se
Storgatan 19, 114 82 Stockholm
Telefon 08-553 430 00

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma, 2022