

FörNUbart 24/7

Publicerad Maj 2026



Sammanfattning

Sedan den första rapporten om FörNUbart lanserades 2024 har det hänt väldigt mycket både i Sverige och i världen. Kriget i Ukraina fortsätter med enorm inverkan på de finansiella marknaderna och gjort att säkerhetspolitiken och energipolitiken numera är sammanvävda på ett sätt som vi inte sett sedan kalla kriget. Kapital som tidigare varit billigt till följd av nollräntor blev plötsligt mycket dyrare. I Sverige stoppades 13 havsbaserade vindkraftverk till följd av försvarsintressen och många av de gröna industriprojekt som tidigare lanserats har antingen skjutits på framtiden eller lagts ned. När Iran invaderades och det viktiga Hormuzundet stängdes slungades världen in i en andra fossil energikris.

Ambitionen om den gröna omställningen är däremot inte begravd utan lever i högsta grad. Industrin har varit tydlig mot politiken: rucka inte på klimatmålen eller ambitionen för omställningen^[1]. Trots förseningar så planeras stora elintensiva satsningar som bedöms få stort genomslag under 2030-talet. Nya aktörer som datacenter har tillkommit som i sin tur också behöver stora effektuttag.

Regeringen har arbetat hårt och haft ett högt tempo gällande kärnkraftsutbyggnaden men det ser svårare ut gällande tillkommande energi och effekt innan ny kärnkraft kan finnas på plats. Därför har vi som ursprungligen skrev den första rapporten, Green Power Sweden, Siemens Energy, OX2 valt att göra en uppföljande rapport kring FörNUbart tillsammans med Sydsvenska Handelskammaren och Mia Bodin, fristående PPA expert, där vi nu skalar ned konceptet för att möta lokal användning, inkluderar nätstödjtjänster och för ett längre resonemang kring modelleringens begränsningar och möjligheter.

I den här rapporten har vi beaktat situationen i SE4, mer precist Sydsvenska Handelskammarens medlemsområde, då det här råder brist på elproduktion, risk för ytterligare nedtrappning av installerad effekt samt industrier som ser konsekvenser i sin produktion på grund av rådande elkvalitet samt en generellt högre prisbild än övriga prisområden.

Rapporten har som utgångspunkt en modell som svarar på de utmaningar som beskrivs i rapporten. Till skillnad från vår tidigare rapport FörNUbart 24/7 som släpptes i maj 2024 så är avsikten med denna rapport inte att identifiera en lösning för det förväntade totala energigapet utan att beskriva ett möjligt system som medger baskraftsproduktion, är baserat på förnybara produktionstillgångar samtidigt som det bidrar till robusthet i energisystemet. Vidare så är modellen tänkt att vara modulariserad och skalbar.

Det vi kan visa med denna uppdaterade rapport är ökad resiliens och driftsäkerhet genom de egenskaper de olika teknikerna medför samt att konceptet fungerar och är kostnadseffektivt även för mycket mindre anläggningar.

Sammanfattning av rapportens innehåll och viktigaste slutsatser

- Trots en mer osäker framtid visar den samlade bedömningen på att mer elproduktion är nödvändig till 2030-talet för att möta den ökade användningen.
- Modellen erbjuder även vid mindre skala en kostnadseffektiv lösning för grön fossilfri elproduktion med 100 procent tillgänglighet.
- FörNUbart kan bidra med viktiga nätstödjtjänster för frekvenshållning, spänningsstabilitet, ö-drift och dödnätsstart.
- Samhällsnyttan av oberoendet import kan uppskattas som ”högt” med anledning av omvärldssituationen och riskpremien för att handla in all sin konsumtion på en volatil spotmarknad.
- Systemkostnad för en 100 MW PPA hamnar på ca 80 öre/kWh.
- Tillkommande intäkter från hela exporten, nätstödjtjänster och hantering av obalanskostnader är inte modellerade vilket bedöms sänka systemkostnaden ytterligare.
- Den kommersiella teknik som modelleringen bygger på finns inom Norden
- Trots en kraftigt ökad elanvändning inom en relativt snar framtid är det svårt att hitta aktörer som är villiga att delfinansiera en utbyggnad.
- Denna modellering tog inte med havsbaserad vindkraft, om förutsättningarna för att bygga ut havsbaserad vindkraft skulle förbättras bedömer vi att den kan stärka resultatet ytterligare.
- Riskdelning är en av de största utmaningarna för att säkra utbyggnaden av ny kraftproduktion. Vårt PPA-koncept baserar sig på att säkerställa en utbyggnad som går i takt med behovet, samt en långsiktig riskhantering för båda sidorna som möjliggör elektrifieringsprojekt respektive utbyggnad av ny elproduktion

Innehållsförteckning:

Sammanfattning	2
1. Elbehovet under 2030-talet	5
2. FörNUbart	9
2.1 Nätstödttjänster	10
2.1.1 Leveranssäkerhet – samspelet mellan tillräcklighet och driftsäkerhet	10
2.1.2 Driftsäkerhet i praktiken – funktioner och verktyg	11
2.1.3 Spänningsstabilitet och reaktiv effekt	12
2.1.4 Ö-drift och återuppbyggnad	12
2.2 Hur konceptet möter behoven	12
2.3 Sammanfattning nätstödttjänster	13
2.4 PPA för grön baskraft.....	14
2.4.1 Principer och ingångsvärden för modellering	14
2.4.2 Analys och resultat	15
2.4.3 PPA konceptet.....	18
Slutsatser och reflektioner	19
Källhänvisning.....	21

1. Elbehovet under 2030-talet

Framtidens elbehov är omdiskuterat. Myndigheter, industrin, akademiker och intresseorganisationer har tagit fram flera olika scenarier för den framtida elanvändningen. Komplexiteten av att ställa om flera sektorer samtidigt med olika ledtider och alla de osäkerheter som råder kring tillstånd, investeringsförutsättningar, kompetensbehov och konkurrens gör att uppskattningar och utfall skiljer sig åt under resans gång men tangentens riktning är ändå tydlig; efterfrågan på el kommer att öka kraftigt^[2].

Omställningen och nyinvesteringar i Sverige av både industri och andra elintensiva verksamheter pågår redan. Det har däremot inte varit en enkel resa än så länge. Flera stora och uppmärksammade projekt har blivit kraftigt försenade, lagts ned eller till och med gått i konkurs. Det innebär däremot inte att elektrifieringen kommer stanna av utan snarare ser vi en försening och en viss konsolidering, men även en högre mognadsgrad i de projekt som avancerar.

Det finns flera starka argument för varför elanvändningen kommer att öka kraftigt både i Sverige och i våra grannländer. För det första så har de båda energikriserna 2022 och 2026 inneburit ett uppvaknade gällande beroendet av fossila bränslen. För det andra utmanar Kina den industriella basen, inte bara i Europa utan också i hela västvärlden, genom att hoppa över den fossila drivlinan och gå direkt på elektrifiering som i användningsledet är betydligt mer effektiv och där med ökar konkurrenskraften. För det tredje har vi satt upp tydliga mål om att ställa om våra samhällen för att möta klimatutmaningen.

För Sveriges del finns idag finns ett politiskt beslutat mål om att vi ska planera för en elanvändning år 2045 om 300 TWh^[3]. Denna målsättning bygger på flera av de scenarier som bland annat Svenska kraftnät, Energimyndigheten och flera andra har publicerat i sina långsiktiga scenarier*.

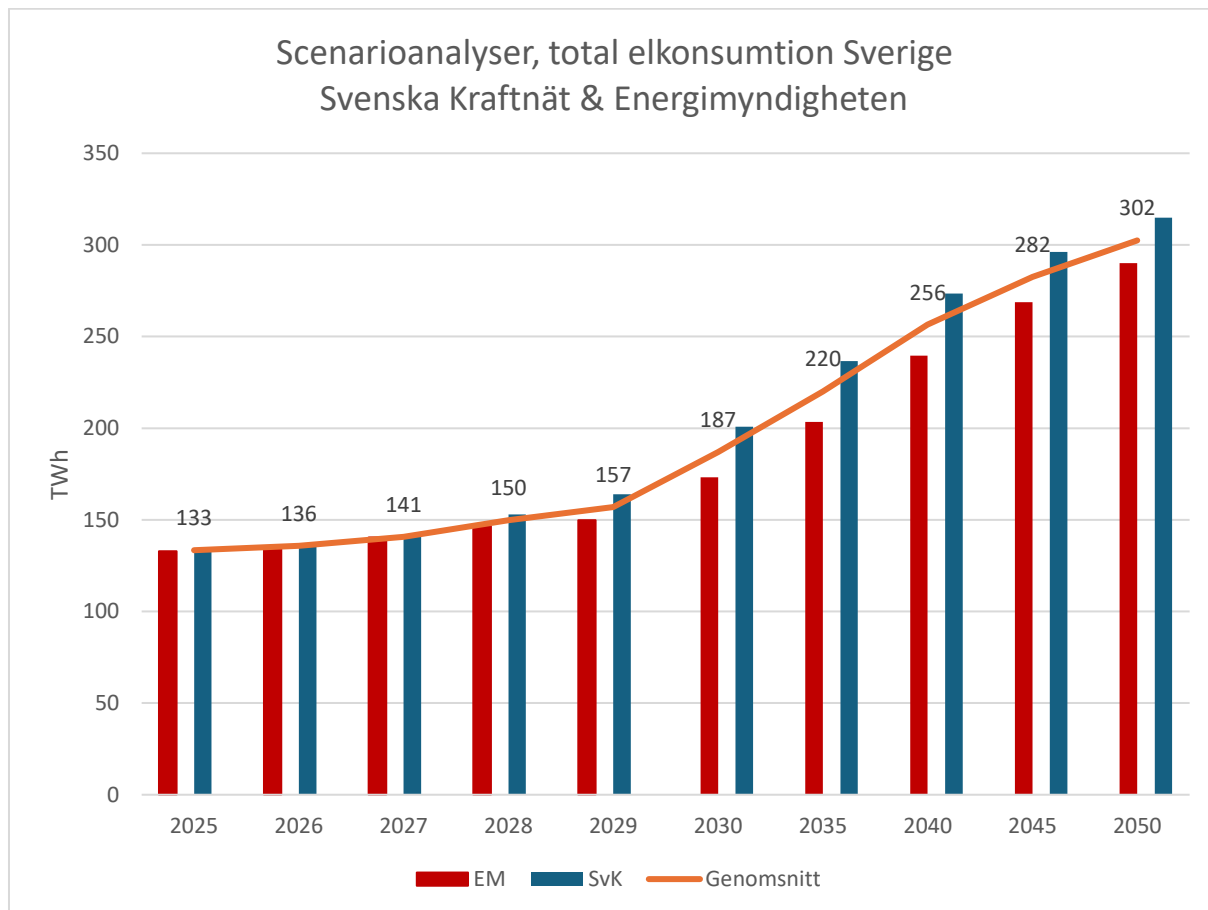
Idag producerar Sverige ca 170 TWh el om året och använder runt 130 TWh medan den förväntade användningen inte ökat i den takt som många förutspådde. 2025 hade Sverige till och med den motsvarande elanvändning som 1986. Det är genuint svårt att beräkna när en viss användning kommer att tillkomma. Sverige har långa tillståndstider, överklaganden och anslutningsförfaranden till elnätet. Det tar också tid att bygga nya fabriker, oftast flera år, och byggfasen kan drabbas av förseningar.

Sveriges basindustri räknar däremot med att deras omställning kommer fortgå och elbehovet kraftigt öka fram till 2035^[4]. De senaste årens AI-utvecklingen kommer med ytterligare osäkerheter när nya datacenter vill etablera sig i Sverige och våra nordiska

*Se graf 1 för en sammanställning av Svenska kraftnäts långsiktiga marknadsanalys (2025) och Energimyndighetens långsiktsscenario (2025)

grannländer. Datacenter har dessutom hög betalningsvilja, går snabbt att bygga och efterfrågar stora volymer el.

Sammantaget är det därför inte otänkbart att den samlade myndighetsbedömningen fortsatt håller för svenskt kommande elbehov.



Graf 1: Redovisar de sammanvägda scenarierna från Svenska kraftnätets långsiktiga marknadsanalys (scenario planerbart och mixat), Energimyndighetens långsiktiga scenario (Regional försörjning och Internationell tillväxt) samt ett genomsnitt av dessa[†].

Tillgång på el över året är däremot inte den enda faktorn att ta hänsyn till. Ett elsystem är komplext och kräver noggranna analyser. Utöver energi måste det också finnas tillräcklig med effekt (att produktion och användning möts i varje given stund). Sverige är indelat i fyra elområden och förutsättningarna inom dessa områden varierar kraftigt.

Enligt undersökningar av Sydsvenska Handelskammaren finns samma effektbehov i SE4 som i övriga landet^[5]. Elområde 4 är dock kraftigt underbalanserat vad gäller tillgång till effekt i förhållande till behov. Det saknas egentligen kapacitet på samtliga kraftslag, inte minst baskraft. Den enskilt största kraftkällan i SE4 är vind, se tabell 1, men här finns en utmaning genom att parken i SE4 hör till de äldsta i landet, se graf 2.

[†] Med anledning av så många osäkerhetsfaktorer som vi ser idag är de valda scenarierna tänka att spegla denna osäkerhet men ändå kunna peka mot den övergripande trenden hos användarsidan.

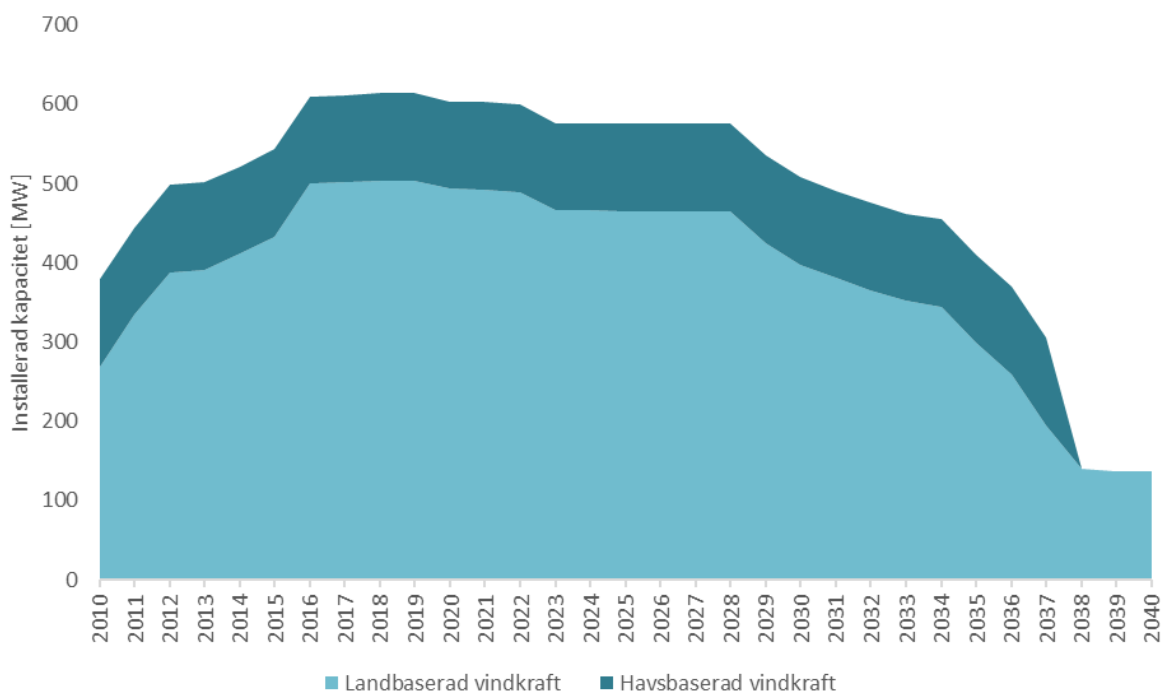
entos-e winter outlook 2025/26 (GW och GWh/h)

	SE01	SE02	SE03	SE04
Supply				
Batteries	0,20	0,20	0,20	0,20
DSR	0,49	0,73	2,12	0,60
Electrolyser	0,25		0,02	
Gas	0,10		0,25	0,44
Hydro	5,44	7,65	2,29	0,24
Nuclear			6,98	
Oil			0,14	
OtherRES	0,19	0,77	2,41	0,74
Solar	0,02	0,20	2,45	1,05
Wind	3,30	7,50	4,18	2,37
	10,00	17,04	21,04	5,63
On demand supply				
Batteries	0,20	0,20	0,20	0,20
DSR	0,49	0,73	2,12	0,60
Gas	0,10		0,25	0,44
Hydro	5,44	7,65	2,29	0,24
Oil			0,14	
summa	6,23	8,58	5,00	1,47
Max demand	2,53	2,90	17,31	4,78
Effektbalans	2,46	2,96	0,29	0,31

(on demand supply/ max demand)

Tabell 1: Tabellen är hämtat från entos-e vintersammanställningen 2025 och beskriver effekttillgången i Sveriges elområden^[6].

Utan åtgärder för att förlänga livstiden för vindkraftverken i Skåne väntas en utfasning av vindkraftsbeståndet börja runt år 2030. Snittåldern är 19 år. Många av de befintliga verken som byggdes under början av 2000-talet närmar sig slutet på sin designade tekniska livslängd på cirka 20–25 år. Med livstidsförlängande åtgärder skulle den tekniska livslängden kunna förlängas med 10-15 år.



Graf 2: Grafen visar hur mycket installerad kapacitet av både havsbaserad och landbaserad vindkraft det finns idag i SE4 samt den prognosticerade avvecklingen fram mot 2040 efter att verken nått sin tekniska livslängd^[7].

En möjlighet i Skåne är stamnätet för gas som kan förse hushåll och företag med biogas. Det pågår många projekt för att öka produktionen av biogas.

BIOGAS

Kommande anläggningar

Ägare	Anläggning	Storlek (GWh)	Planerad idrifttagning	Kommentar
St1 biokraft	Skånes Fagerhult	130	2026	Alla tillstånd klara
ST1 biokraft	Perstorp	130–200	2027	Detaljplan klar, tillståndprocess pågår.
Gasum	Hörby	120	2026	Detaljplan överklagad.
Gasum	Sjöbo	120	2027–2029	Tillstånd klart, arbete med detaljplan pågår.
Redo bio-solutions	Anderslöv	50–60	2027	Ansökan om miljötillstånd inskickad. Bygglov utreds.
Redo bio-solutions	Tollarp	120–130	2028	Utredning om köpavtal av mark pågår.



Detta talar för att det kan finnas tillgång för att driva gasturbiner med lokalt producerad biogas.

2. FörNUbart

2024 publicerade Siemens Energy, OX2 och Svensk Vindenergi, som numera heter Green Power Sweden, en rapport om ett nytt koncept som heter FörNUbart 24/7^[8]. Idén föddes ur att alla aktörer såg utmaningen med en kraftigt ökad elanvändning som inte såg ut att kunna mötas fram till 2030-talet. Konceptet utvecklades genom att försöka se vad samtliga tekniker som våra olika organisationer och företag representerade (vindkraft, solkraft, batterier och gasturbiner) kunde medföra om vi i stället för att diskutera dem separat fogade samman dem i ett system.

Rapporten valde att fokusera på hur elanvändningen kunde mötas i mellersta och södra Sverige (SE3 och 4), där behovet av både ny effekt och energi snabbt förväntades öka.

Resultatet blev en systemanalys som kunde visa att med hjälp av utbyggnaden av ovanstående kraftslag så kunde ett kraftigt ökat behov mötas med beprövad förnybar kommersiell teknik. Konceptet designades dessutom för att vara skalbart så att en succesiv utbyggnad kunde ske i takt med efterfrågan. Rapporten visade på att systemkostnaden skulle bli låg[†] och att kunde möta en total förbrukningsökning om 40 procent (jämfört med 2024) till början av 2030-talet.

Rapporten innehöll begränsningar i modelleringen. Bland annat så analyserades inte behovet av nätutbyggnad eftersom det ökade elbehovet nationellt och behoven av reinvesteringar av befintligt nät skulle medföra en kraftig utbyggnad oavsett. Det är inte heller sannolikt att lokal produktion i SE3 och SE4 skulle innebära större kostnader än alternativet med centraliserad elproduktion och ökad överföringskapacitet mellan de olika elområdena. Snarare så kan det modulära systemet möjliggöra utnyttjande av det befintliga nätet mer effektivt.

Utöver en mer noggrann nätanalys så modellerades inte heller efterfrågefleksibilitet, sektorskoppling med värmekonsumenter eller import av el från utlandet. Rapporten lyfte däremot fram att driftsäkerhet och nätstabilitet borde förbättras avsevärt med den här typen av sammansättning av kraftslag men en djupare analys genomfördes inte.

2026 påbörjades en uppdatering av rapporten och där Sydsvenska handelskammaren och Mia Bodin, fristående konsult och PPA expert, anslöt sig till arbetet. Denna delrapport är det första resultatet av arbetet där vi fördjupat oss i två delar som den tidigare rapporten inte analyserat.

Vi har nu närmare analyserat vilka konkreta nätstödjtjänster och förmågor som FörNUbart konceptet kan leverera för stärkt driftsäkerhet och god elkvalitet. Vi har även undersökt hur ett koncept skulle kunna finansieras genom att skala ned till en 100 MW

[†] System LCOE på 0,54 SEK / kWh och system CAPEX på 431,5 MDR SEK

anläggning med en PPA lösning^s. I och med att förutsättningarna förändrats kraftigt för havsbaserad vindkraft så är den tekniken exkluderad. Mer om ingångsvärdena och principer för modellering går att läsa i del 2.3. Nedanstående avsnitt handlar om behovet av nätstöd tjänster och vilka som är möjliga att uppnå genom FörNUbart konceptet.

2.1 Nätstöd tjänster

I del ett av denna rapport undersöker vi närmare vilka nätstöd tjänster FörNUbart kan erbjuda. Elektrifieringen av samhället innebär ett kraftigt ökat behov av både elproduktion och utbyggd nätkapacitet. Samtidigt förändras kraftsystemets karaktär i grunden när en växande andel väderberoende och kraftelektronikbaserad produktion (vind och sol) byggs ut snabbare och i högre andel än traditionell synkron produktion.

Detta skapar ett tydligt gap: det räcker inte längre att bara producera tillräckligt med billig energi, elsystemet måste också i högre grad kunna styras av behov och efterfrågan. Dagens förnybara system producerar mycket energi men inte nödvändigtvis effekt när man behöver den. Det innebär att det måste ske investeringar i förmågor som kan garantera effektillräcklighet och nätets funktionalitet på ett annat sätt än tidigare.

Det är här behovet av nätstödsfunktioner uppstår. För att uppnå hög leveranssäkerhet krävs inte bara tillräcklighet (produktion och nät), utan också:

- Frekvensstabilitet
- Spänningsstabilitet
- Tillräcklig kortslutningseffekt och tröghet
- Förmåga att hantera störningar och återstarta systemet

Traditionellt har dessa egenskaper naturligt "kommit på köpet" från stora synkrona kraftverk. I ett mer förnybart system måste de i stället tillföras aktivt och explicit.

Här positionerar sig FörNUbart konceptet. Genom relativt små tillägg till en i grunden kostnadseffektiv produktionslösning skapas ett system som inte bara levererar energi – utan även de kritiska stöd tjänster som krävs för ett robust elsystem.

2.1.1 Leveranssäkerhet – samspelet mellan tillräcklighet och driftsäkerhet

Sveriges har ett leveranssäkerhetsmål** som definierar elsystemets uppgift som att leverera el där den behövs, när den behövs och i tillräcklig mängd på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt.

^s Denna konstruktion avser inte enskilda anläggningar utan en kombination av flera produktionsanläggningar för att möta ett industribehov om 100 MW.

** Sveriges leveranssäkerhetsmål beslutades i samband med planeringsmålet i prop. 2023/2024:105

Leveranssäkerhet vilar på två ben nämligen **tillräcklighet**, i form av produktionskapacitet och nätkapacitet, samt **driftsäkerhet**, förmågan att hantera störningar i nätet och bibehålla en stabil drift.

Dessa två är starkt sammanlänkade. Ett system med god tillräcklighet kan falla utan driftsäkerhet och omvänt kan bristande driftsäkerhet kräva överinvesteringar i kapacitet.

Leveranssäkerhet uppnås därför sammanfattningsvis genom tillräcklighet i nät- och produktionskapacitet samt genom en tillräcklig driftsäkerhet.

I Sverige har vi även en väldigt hög förväntan på hur vårt elsystem ska fungera (en av de tuffaste kravställningarna i Europa). Vi har sagt att nätet ska i 99,9 procent av tiden fungera utan störningar och att avvikelser ska vara mycket sällsynta och samhällsekonomiskt motiverade^[9].

2.1.2 Driftsäkerhet i praktiken – funktioner och verktyg

Idag har Sverige en hög grad av tillgänglig produktion och nät för den befintliga konsumtionen. Med en utökad efterfråga av el kommer detta behöva byggas ut. Dessutom är det så att många anläggningar, och en hel del elnät i Sverige, inom en överskådlig tid kommer att nå sin tekniska livslängd. Detta kan mötas genom ”traditionella investeringar” i ny kapacitet.

Driftsäkerheten i kraftsystemet behöver däremot hanteras ur ett flertal aspekter men kan förenklat beskrivas genom tre fundamentala stabilitetsdimensioner:

- Frekvensstabilitet – balans mellan produktion och konsumtion
- Spänningsstabilitet – lokal och regional kontroll av reaktiv effekt
- Vinkelstabilitet – synkron drift mellan generatorer

För att upprätthålla detta används idag en kombination av marknadsbaserade stödtjänster och tekniska systemlösningar som med tiden har utvecklats i och med att elsystemets karaktär har förändrats. De olika metoderna används också för att hantera olika utmaningar i nätet med syfte att kunna föra tillbaka nätet till normal drift vid en störning eller allvarligt fel.

De viktigaste stödtjänsterna för frekvenshållning upphandlas idag av Svenska kraftnät på balansmarknaden^[10]. I tabell 2 nedan så illustreras förmågorna att bidra till dessa reserver.

Kraftslag	FFR	FCR-N	FCR-D	aFRR	mFRR
Vindkraft		x	x	x	X
Batterier	X	X	x	x	x
Gasturbin	x	x ^{††}	x	x	X
Solkraft			x		x

^{††} För att gasturbinen ska kunna bidra med FCR-N och D samt aFRR krävs att den är fasat mot nätet.

Tabell 2: "X" symboliserar förmågan till att kunna leverera dessa stödtjänster. Gällande FCR, aFRR och mFRR innefattas FCR-N och D samt både upp och nedregleringsförmåga för samtliga produkter.

I ett system med låg rotationsenergi (lite "svängmassa") blir särskilt FFR och snabb respons avgörande. Adderas ett batteri till en sol eller vindpark så utökas också förmågan att agera på de olika marknaderna.

2.1.3 Spänningsstabilitet och reaktiv effekt

Spänningsproblem är en av de vanligaste orsakerna till stora störningar.

Här krävs:

- Lokal tillgång till reaktiv effekt
- Snabb och kontinuerlig reglering
- Komponenter som kan arbeta steglöst^{##}

När traditionella kraftverk försvinner måste nya resurser ta över denna roll. Framför allt gasturbiner och batterier kan hantera många av de här förmågorna men även vindkraft^[11] har många viktiga förmågor till spänningsstabilitet.

2.1.4 Ö-drift och återuppbyggnad

De förmågor som beskrivs ovan hanterar elnätet under det som kallas för "normaldrift" och inom n-1. Alltså att det dimensionerande felet i det nordiska synkronområdet. Vid allvarigare händelser och större avbrott krävs ytterligare förmåga att:

- Starta från dött nät (dödnätsstart)
- Bygga upp lokala "ö-nät"
- Successivt återansluta systemet

Detta ställer höga krav på både teknik och organisation. Lokal, reglerbar produktion är en absolut förutsättning med rätt förmågor.

2.2 Hur konceptet möter behoven

Genom att använda de kombinerade egenskaperna från produktion (vind och sol) med lagring (batterier och gasturbin) kan FörNUbart konceptet inte bara optimera energiproduktion utifrån användarnas behov utan också leverera systemnytta till förmån för driftsäkerheten. Kort sagt så bidrar FörNUbart till att uppnå leveranssäkerhetsmålet.

Det som gör konceptet intressant är att de nödvändiga nätstödsförmågorna kan uppnås med relativt begränsade tillägg:

^{##} Arbeta steglöst innebär att det går att justera komponenterna mjukt och kontinuerligt i realtid i stället för fasta steg eller lägen som medför bättre kontroll och mindre slitage.

- Vindkraft kan reglera sin produktion, både ned och i vissa sammanhang upp^{ss} och bidra med spänningsreglering i form av reaktiv effekt.
- Batterier ger en extremt snabb effektrespons (<100 ms)
- Gasturbinen ger robust reglerbar effekt och dödnätsstart
 - Generatorer kan användas som synkoronkompensatorer (med SSS-koppling)
 - Möjlighet att addera svängmassa (tröghet)
 - Bidra till kortslutningsström

Sammantaget innebär det att konceptet kan hantera och leverera alla de förmågor som beskrivs ovan. Kombinationen av teknikslag ger därför ett system där:

- Batterier hanterar de snabbaste förloppen
- Gasturbiner tar över vid längre obalanser
- Förnybart bidrar med energi och vissa systemnyttor

Dessutom kan gasturbinerna drivas med förnybara bränslen, vilket gör lösningen kompatibel med långsiktig klimatneutralitet. Särskilt viktigt är dock den utökade möjligheten till lokal resiliens. Gasturbinen möjliggör bland annat dödnätstart utan externt beroende, stabil drift i svaga nät och ”grid-forming^{***}” funktion för vind och sol. Detta gör det möjligt att etablera lokala ö-nät, försörja samhällskritiska funktioner vid kris samt bygga upp system stegvis efter ett avbrott. I ett säkrare omvärldsläge är detta inte längre en perifer egenskap utan en central systemfunktion.

2.3 Sammanfattning nätstödjtjänster

FörNUbart representerar inte bara en produktionslösning, utan en systemlösning som genom de egenskaper och förmågor de olika kraftslagen och lagringsteknikerna har bidrar starkt till att möta leveranssäkerhetsmålet. Det unika med konceptet bygger på en kombination av:

- Full uppsättning nätstödsförmågor
- Hög flexibilitet och snabb respons
- Möjlighet till ö-drift och återstart
- Kompatibilitet med förnybara bränslen

Traditionellt har dessa egenskaper krävt stora, kapitalintensiva och centraliserade anläggningar. FörNUbart visar att man i stället kan bygga modulärt, distribuerade och multifunktionella anläggningar som både producerar el och stabiliserar systemet. Dessa funktioner och egenskaper behöver inte heller utvecklas utan är redan kommersiell

^{ss} För att kunna leverera uppreglering kräves att turbinerna inte kör på full effekt och att vindförhållandena medger ökad produktion.

^{***} Grid forming är en förmåga för att skapa och hålla elnätets frekvens och spänning stabila i stället för att bara ”följa” nätet.

teknik som finns på marknaden som dessutom produceras inom Norden. Värdekedjorna och fabrikerna finns redan på plats.

Konceptet blir särskilt intressant i ett elsystem som får en allt högre andel förnybar elproduktion, ökade krav på flexibilitet och behöver stärkt robusthet och beredskap. FörNUbart möter därför inte enbart framtidens krav, det erbjuder ett sätt att göra systemet snabbare, flexiblere och mer robust än traditionella alternativ.

2.4 PPA för grön baskraft

Del två i den här rapporten är en modellering där vi skalat ned konceptet till att omfatta en 100 MW PPA och beaktat situationen i SE4, mer precist Sydsvenska Handelskammarens medlemsområde, då det här råder brist på elproduktion, risk för ytterligare nedtrappning av installerad effekt (se graf 2, sida 8) samt industrier som ser konsekvenser i sin produktion på grund av rådande elkvalitet samt en generellt högre prisbild än övriga prisområden^[12].

2.4.1 Principer och ingångsvärden för modellering

Under detta avsnitt redovisas de principer och avgränsningar som har gjorts för att ta fram den optimerade sammansättningen och kostnadsuppskattningen för modellen.

Följande kriterier har identifierats och använts som ramverk för kravställning och analys i rapporten:

- Bidra till att överbrygga och lösa effekt- och energiutmaningen i SE4 till mitten av 2030-talet.
- Den tillkommande energiproduktionen ska vara fossilfri och beslutas utifrån teknikneutralitet.
- Möjliggöra för en stegvis utbyggnad av energisystemet utifrån gradvis anslutning av industri via PPA-upplägg.
- Kostnaden ska vara så låg och konkurrenskraftig som möjligt för ett nyproducerat system.

De identifierade kraven har beaktats dels genom modellering för kostnadsoptimering och dimensionering av styrmedel, dels genom val av inkluderad teknik. Den teknik som använts finns idag tillgänglig på marknaden och kan anskaffas via konventionella upphandlingsmodeller.

Likt den föregående rapporten (som beskrivs i kapitel 2) ingår inte eventuella behov för utbyggnad av elnätet utifrån ett antagande att det generella elbehovet kommer att öka och därmed medföra en allmän utbyggnad av elnäten nationellt. Rapporten bedömer vidare att det inte är sannolikt att en ökad lokal produktion i SE4 medför högre kostnader än andra alternativ som centraliserad elproduktion och/eller ökad överföringskapacitet mellan andra elområden. Bedömningen har varit att ett modulariserat system snarare bidrar till att ett befintligt elnät kan utnyttjas mer effektivt alternativt reducera behov av att bygga ut ny överföringskapacitet.

I syfte att bibehålla ett konservativt angreppssätt i rapporten har vissa funktioner som antas bidra positivt till en låg och konkurrenskraftig kostnad inte modellerats utan beaktas vidare i rapportens slutsatser och reflektioner.

- Efterfrågefleksibilitet
- Nätstödttjänster
- Sektorkoppling till värme- och kylkonsumenter
- Import av el från andra elområden (inklusive utlandet)

Systemet som ritades ut med dessa antaganden och begränsningar redovisas nedan i bild 1:

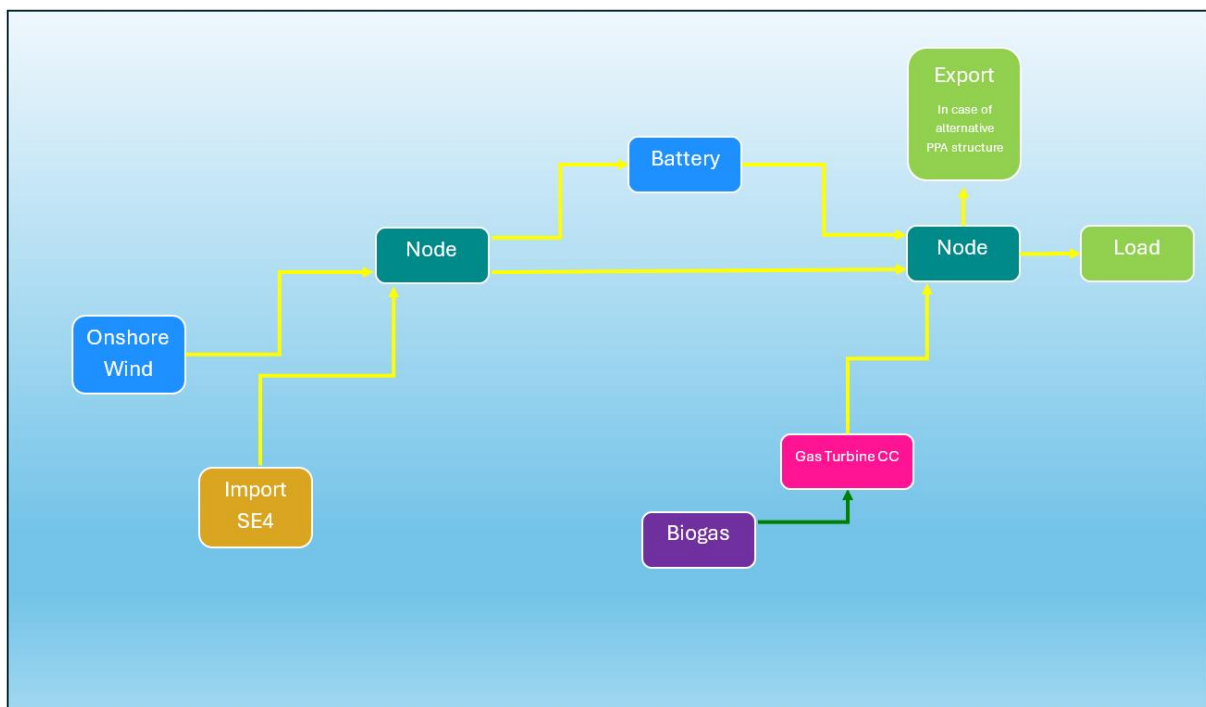


Bild 1: Grafisk systembeskrivning som visar på energiflödena i systemet. Blå rutor är produktion och lagring av vindkraft som är producerad inom systemets gränser (100 MW). Orangea rutor symboliserar den elektricitet som är import från SE4. De gröna rutorna till höger i bilden visar slutanvändarna i form av export från systemet och den last som systemet är dimensionerat för. Biogas är en lila ruta. Den rosa rutan symboliserar fossilfria gasturbiner för kombicykel.

Det har antagits att biogas är tillgängligt inom SE4, där bland annat projekt redovisades under avsnitt 1, men även andra fossilfria bränslen skulle kunna vara ett alternativ beroende på tillgänglighet.

2.4.2 Analys och resultat

Under detta avsnitt redovisas de resultat som framkommit i optimeringen. Tabellerna visar sammanställningen av de kraftslag / energilager som modellen har använt sig av samt olika nyckeltal för systemet.

Skillnaden mot föregående rapport där analysen baserades på hela SE3 och SE4 är att optimeringen nu ska begränsas till att kunna leverera 100 MW effekt och 876 GWh över året.

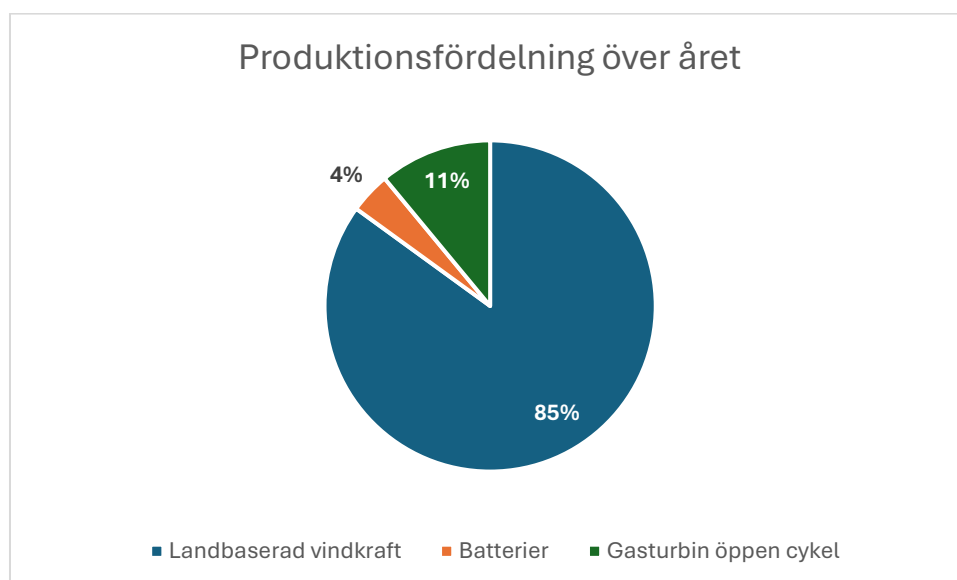
System LCOE	82 EUR/MWh ^{†††}
System CAPEX	1 2035 MEUR
Last	100 MW
Export	944 GWh (export utanför PPA 30 EUR/MWh)
Import	246 GWh (huvudsak biogas, 80 EUR/MWh)
Curtailment	68 GWh
Förluster	153 GWh (i energilager och gasturbindrift)
CO2 utsläpp (scope 1 + 2)	0,0 kton

Tabell 4: Utkomsten efter optimering av en 100 MW PPA med FörNUbart konceptet.

Kraftslag:	MW	GWh ^{†††}	Lagring	Kap.faktor	Investeringskostnad
Landbaserad vindkraft	646	1 796		32 %	1 035
Batterier	32	38	0,211		124
Gasturbin	61	94		0,18	76

Tabell 5: Installerad effekt och produktion per kraftslag

Modellen har antagit att samtliga tillgångar är nybyggnation och att livslängden för den samlade hybriden sträcker sig 40 år. Den energi som importerats är biogas till en kostnad om 80 EUR/MWh.



Graf 3: Visar produktionsfördelningen för 100 MW. 85 procent vind är för att klara kontinuerlig produktion, även om det produceras mer på helåret.

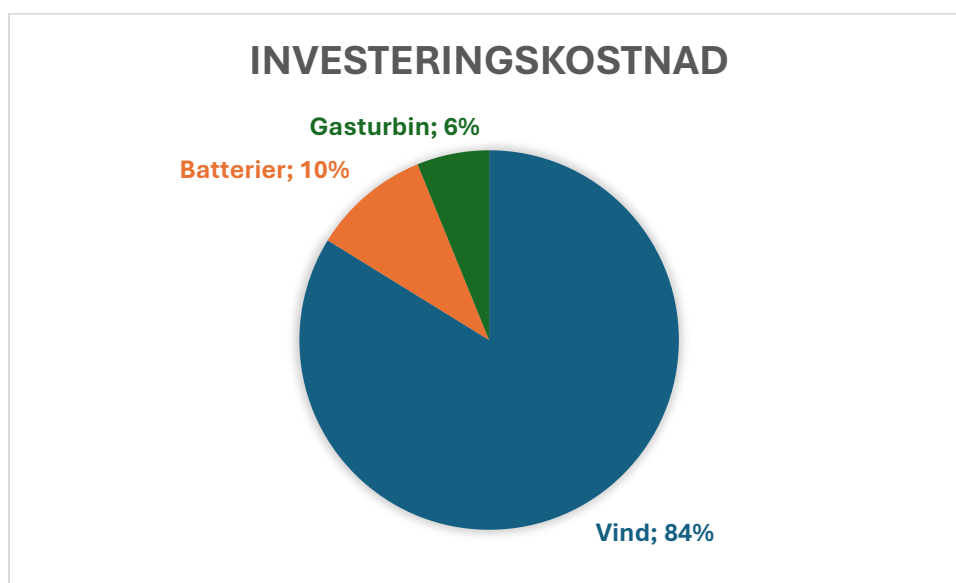
^{†††} Över 40 år

^{†††} Beräknad produktion över ett år

Andelen som gasturbin och batterier bidrar med krävs för att skapa baslastegenskaper och säkerställer 100 procent tillgänglighet. Övrig andel vind kan exporteras till öppna marknader.

Skuldsättning	70 % med en antagen ränta om 6 %
Eget kapital	30 % med en antagen avkastning på eget kapital (ROE) på 10 %
WACC (Nominell)	7,2 %
Inflation	2 %

Tabell 5: Visar de finansiella antaganden som har gjorts.



Graf 4: Fördelning av investeringskostnader på systemnivå för de olika produktionsteknikerna.

Den tekniska optimeringen för 100 MW last och de finansiella antaganden som redovisas ovan visar en fördelning som liknar det som presenterades i den första rapporten. Vind står för den övervägande andelen av produktion medan batterier och gasturbin bär en relativt liten andel av både kostnader och aktivering över årets timmar. Även om systemkostnaden för en mindre anläggning som redovisas i denna rapport är högre än om hela elområdet 3 +4 inkluderas så inkluderas inte möjliga försäljningsintäkter av allt vindöverskott, värmesektorskoppling, intjäning på balansmarknaden. Inte heller kalkyleras riskavdrag för tillgänglighet och förutsägbarhet hos köparen jämfört med volatiliteten på spotmarknaden eller förmågan att hantera obalanskostnader.

Anledningen till att vi inte valt att modellera ovan undantagna möjliga intäktströmmar beror på att vi vill bibehålla de konservativa antaganden som tidigare rapport bygger på samt att det är utmanande att ge en generisk överblick av dessa möjliga intäktströmmar. Det beror väldigt mycket på marknaden och hur den utvecklas över tid.

2.4.3 PPA konceptet

Grundtanken med att få med effektkrävande industri i området genom ett PPA-koncept baserar sig på att säkerställa en utbyggnad som går i takt med behovet, samt en långsiktig riskhantering för båda sidorna som möjliggör elektrifieringsprojekt respektive utbyggnad av ny elproduktion. Konceptet är en (eller flera) aggregerade och standardiserade PPA:er där anslutna industrier betalar ett överenskommet pris för 24/7 leverans av el från anslutna elproduktionsanläggningar. Priset ska i genomsnitt motsvara systemkostnaden för att tillhandahålla elleveransen och effekttillräckligheten. En mer detaljerad utformning av PPA-konceptet är ännu ej framtagen, men elpriset som den anslutna industrin betalar kommer troligen att inkludera motsvarande:

- Fastpris för andel av producerad el från vindpark (vi har antagit 50%)
- Fastpris för att täcka andel av kostnad för att hålla gaskraftverk tillgänglig
- Rörligt pris för de timmar som gaskraftverk måste köras
- Avgift för att täcka andel av kostnad för installation av batterilagring

Vår analys visar, som vi tidigare beskrivit, en total systemkostnad på ca 80 öre/kWh. Den slutliga modellen, och prisnivån, kommer dock även att påverkas av slutlig volym i konceptet, andel från respektive produktionslag hos ansluten produktion, om havsbaserad vindkraft behöver komplettera utbyggnad av landbaserad, möjlighet till extern finansiering, samt eventuella stödsystem.

Slutsatser och reflektioner

I detta avslutande kapitel redovisar slutsatserna från ovan beskrivet arbete samt gör några vidare reflektioner som bör uppmärksammas.

Det går att konstatera att modellen fortsatt erbjuder en kostnadseffektiv lösning för grön fossilfri elproduktion med 100 procent tillgänglighet över tiden. Adderat till denna rapport var även att nätstödttjänster för frekvens, spänning och återstart inkluderats om än inte modellerats i kostnadsprofilen. Det pris på 82 öre/kWh som modellen beräknande bygger på konservativa antaganden och ligger förmodligen i överkant i och med att den inte tagit hänsyn till eventuella intäkter från balansmarknaden eller behovet av nätutbyggnad och nätförstärkningar. Inte heller förmågan att hantera obalanser eller en ökad grad av elektrifierad sektorskoppling mot värmesidan har antagits.

Inom de antagna ramarna för att säkerställa 100 procent leverans så krävs att vindkraften byggs ut kraftigt och genererar en hög överproduktion (944 GWh). Denna produktion har vi till del inkluderat (ca 50 procent) i intäktsramen, resterande kan säljas till marknaden och generera ytterligare intäktsmöjligheter.

Det går att notera att även om SE4 idag har de i genomsnitt högsta spotpriserna i Sverige uppfattar vi att det saknas intresse för industrin att vara med och finansiera ny kraftproduktion för att säkra sina långsiktiga kostnader. Även om spotpriset för el idag är ett av de lägsta i EU (även för SE4) så kan en kraftig utbyggnad av ny konsumtion innebära en permanent priskoppling mot kontinenten om SE4 har ett underskott på egen produktion. Vintern/våren 2025/2026 visade vad det kan få för konsekvenser.

Genomgången och konstaterandet att konceptet medför viktiga nätstödttjänster för både frekvens, spänning och återstart/uppbyggnad är svåra att kvantifiera ekonomiskt för helåret men bidrar till både ökad elkvalitet och säker elförsörjning. Det är svårt att sätta ett pris på resiliens och beredskap men samhällsnyttan av oberoendet import kan ändå uppskattas som ”högt” med anledning av omvärldssituationen och riskpremien för att handla in all sin konsumtion på en volatil spotmarknad säkerställer att långsiktiga investeringar inom industri kan genomföras.

Utvecklingen av datacenter för AI medför dessutom en ökad risk för den traditionella industrin som har långa investeringshorisonter och ledtider för omställningen. Ett datacenter har hög betalningsvilja för elen och relativt korta byggtider. Svenska kraftnäts statistik för anslutningar^[13] visar att 4,6 GW datacenter söker etablering i Sverige. Denna utveckling behöver tas med i beaktning.

I takt med utbyggnaden av ny konsumtion tillkommer kan konceptet skalas upp och utgångsvärdena för modelleringen justeras efter önskat behov. Konceptet bygger dessutom på en redan befintlig nordisk värdekedja med idag kommersiell tillgänglig teknik.

De stora övergripande frågorna handlar inte om vilken typ av kraftproduktion som ska byggas utan hur vi bibehåller vår konkurrenskraft globalt för våra stora exportföretag samtidigt som vi säkerställer att vanliga svenska hushåll kan ta del av de nyttor som uppstår genom elektrifiering. Det är viktigt att vi säkerställer omställningen av våra industrier men lika viktigt att elektrifieringen tar fart på allvar. Elektrifiering är inte enbart bra för klimatet, det säkerställer också ett minskat importberoende av fossila energikällor som minskar vår sårbarhet och är en betydligt effektivare energibärare som medför minskade kostnader för såväl företag som för hushåll^[14].

Ur en konkurrenssynpunkt går det att notera att länderna runt ekvatorn har mellan 2 – 4 gånger så många soltimmar per år jämfört med oss i Norden. I en ny rapport från IRENA^[15] konstaterar de att genomsnittliga kostnaderna för el från solkraft i kombination med lagring ligger mellan 54 och 82 US-dollar per megawattimme (MWh) i regioner med hög solinstrålning jämfört med 70–85 US-dollar per MWh för ny kolkraft i Kina och över 100 US-dollar per MWh för ny gaskraft globalt. Länder med hög solinstrålning och utbyggd lagringskapacitet kommer framöver att stärka sina konkurrenspositioner.

Vad det innebär är att det finns en möjlighet för många länder i världen med tillgång till billig energi att attrahera nyinvesteringar som annars kanske hade förlagts i norra Europa och USA.

Det är värt att notera att dagens spotprismarknad bygger på ett tidigare välutvecklat system som är avskrivet. Ska vi bygga nytt för att klara våra förväntade effektbehov så behöver vi acceptera att kostnaden för energi kommer att öka. Är differensen upp till 80 öre/kWh rimlig för svensk konkurrenskraft jämfört med vad vi ser i andra länder eller behöver vi söka andra lösningar som ytterligare sänker förväntad kostnad för ny energi? Vi noterar att vid en storskalig utbyggnad i SE3 och SE4 så får vi ett generellt elpris om 54 öre/kWh (FörNUbart 24/7, 2024) vilket givet den senaste tidens spotpriser är fullt rimligt.

Källhänvisning

1. Dagens Industri: Industrins uppmaning: Håll kursen i klimatpolitiken
[Industrins uppmaning: Håll kursen i klimatpolitiken](#)
2. IEA, rapport: Global energy outlook 2026
[Electricity 2026 – Analysis - IEA](#)
3. Prop. 2023/2024:105 Energipolitikens långsiktiga inriktning
[Energipolitikens nya inriktning - Regeringen.se](#)
4. SKGS, rapport: Industrins elbehov fortsatt omfattande – trots osäkerhetsfaktorer
[Rapport - Industrins elbehov fortsatt omfattande – trots osäkerhetsfaktorer - SKGS](#)
5. Sydsvenska handelskammaren, rapport: Marknaden som alla behöver men ingen känner till
<https://handelskammaren.com/wp-content/uploads/2024/06/Rapport-Marknaden-som-alla-behoover-men-ingen-kanner-till.pdf>
6. Entso-e Winter Outlook 2025/26, appendix
[Winter Outlook 2025-2026](#)
7. Källa: Skånes effektkommission
8. Rapport: FörNUbart 24/7
[FörNUbart 24/7 \(juni 2024\) - Green Power Sweden](#)
9. Energimarknadsinspektionen: Uppdaterad beräkning av tillförlitlighetsnormen
[Ei har uppdaterat beräkningen av tillförlitlighetsnormen för Sverige - Energimarknadsinspektionen](#)
10. Svenska kraftnät: Handel och prissättning
[Handel och prissättning | Svenska kraftnät](#)
11. Energiforsk och Green Power Sweden, rapport: Vindkraftens bidrag till spänningsstabilitet
[Vindkraftens bidrag till spänningsstabilitet | Energiforsk](#)
12. Energimarknadsbyrån: Elprisets utveckling mellan elområden
[Månadspriser på elbörsen](#)

13. Svenska kraftnäts: Anslutningsansökningar (hämtad 2026-05-18)
[Information om pågående anslutningsärenden | Svenska kraftnät](#)

14. Ember: The Electrotech Revolution
[The Electrotech Revolution | Ember](#)

15. IRENA: 24/7 Renewables Outcompete Fossil Fuels on Costs
[24/7 Renewables Outcompete Fossil Fuels on Costs](#)



FörNUbart 24/7

Green Power Sweden
OX2
Siemens Energy
Sydsvenska Handelskammaren
Mia Bodin, fristående PPA expert