

....

Grøn elbalance i fremtiden

Februar 2024



Indhold



Executive summary	5
Del 1 Effektilstrækkelighed i fremtiden	9
Del 2 Anbefalinger	15
Samfundsøkonomisk analyse som forudsætning for planlægningsmål	16
Der bliver behov for en kapacitetsmekanisme	18
Systemydelsesmarkedets begrænsninger	22
Internationalt samarbejde	23
Rammevilkår skal generelt forbedres	24
En samlet løsning	30



Hvad er effekttilstrækkelighed?

Effekttilstrækkelighed er en del af den overordnede elforsynings-sikkerhed, der er kendetegnet ved, at der altid skal være balance mellem produktion og forbrug.

Effekt fra kraftvarmeværker, vindmøller, solceller og andre produktionsenheder kan mangle på grund af vejrforhold, der betyder, at forbrug overstiger produktion.

Hvad er en kapacitetsmekanisme?

En kapacitetsmekanisme er et regulatorisk redskab, der bruges til at balancere og stabilisere mængden af strøm, hvor der på forkant købes kapacitet til at understøtte effekten i systemet.

Generelt findes der to typer kapacitetsmekanismer; en strategisk reserve eller et kapacitetsmarked. En strategisk reserve må ikke være aktiv på de øvrige markeder og må kun aktiveres til allersidst, hvis der ikke er effekt nok i den driftstid, hvor der ellers ville have været afbrud. Typisk er en strategisk reserve et kraftvarmeværk.

På et kapacitetsmarked må aktørerne gerne være aktive på andre markeder, men man indgår som udgangspunkt lange kontrakter, hvor aktørerne forpligter sig til at være tilgængelige i markedet i bestemte driftssituationer. Kapacitetsmarkeder er en bredere betegnelse og vil typisk involvere et større antal aktører.



Executive summary

Grøn elbalance i fremtiden – sådan sikrer vi strøm i stikkontakten

99,99 %. Så høj er den nuværende danske elforsynings-sikkerhed. Det betyder ganske enkelt, at danskerne har strøm i stikkontakten i 99,99 % af tiden. I dag skyldes afbrud nærmest kun uheld, som er svære at undgå. Selvom det nok er noget, de fleste danskere tager for givet, så er det faktisk i international topklasse¹. Men som denne analyse vil vise, er det ikke noget, vi kan tage for givet om ganske få år. Det kræver handling nu, hvis vi skal undgå, at danskerne mangler strøm i stikkontakten.

Som samfund har vi behov for, at forbrugerne – både virksomheder og husstande – skal kunne stole på, at vi har strøm i kontakten. Den folkelige opbakning til den grønne omstilling gennem en øget elektrificering kan komme i fare, hvis vi ikke sikrer en stabil strømforsyning. Situationen er dog den, at tager vi ikke politisk handling nu, vil danskerne allerede i 2030 skulle vænne sig til flere timer uden strøm i stikkontakten. Udfordringen er kompleks og kræver en flerstrengt tilgang. Der er ikke noget enkeltstående tiltag eller nogen enkeltstående energiteknologi, der kan løse udfordringen, og hvis udfordringen skal håndteres, skal vi handle nu.

Udfordringen er, paradoksalt nok, positiv. Green Power Denmarks beregninger viser nemlig, at elforbruget i Danmark på få år vil tredobles, i takt med at danskerne skifter fossilbiler ud med elbiler, gas- og oliefyr ud med individuelle varmepumper og store varmepumper i kollektive fjernvarmesystemer, og i takt med at vores produktion af brint via Power-to-X kommer op i stor skala. Samtidig bliver vores elproduktion stadig grønnere takket være den massive udbygning af særligt solceller og vindmøller, vi står over for. Det er godt for både klimaet, miljøet og økonomien.

Samtidig giver det både nye muligheder og udfordringer ift. intelligent styring og udnyttelse af al den grønne strøm, vi kommer til at producere i fremtiden. For hvordan udnytter vi bedst overskudsstrømmen, når det blæser i Nordsøen, og solen skinner midt på dagen? Og hvordan sikrer vi omvendt, at der også er strøm i stik-

kontakten de få timer om året, hvor der ikke er strøm nok til at dække hele behovet? Det vil vi gennemgå i nærværende publikation. Det handler om at sikre balance i fremtidens elsystem. At forbrug og produktion matcher hinanden. Derfor taler vi om *elbalance*.

I Green Power Denmark har vi udarbejdet en række anbefalinger, der skal sikre elbalance i fremtiden. Grundlæggende handler det om, at vi skal tage stilling til, hvilken rolle de vejruafhængige produktionskapaciteter skal spille i fremtiden og sikre forbedrede rammevilkår for denne produktionskapacitet, ellagringsteknologier, der kan lagre strøm fra vind og sol og styrke forbrugsfleksibiliteten i virksomheder og husholdninger. Lige så vigtig er det, at vi får en kapacitetsmekanisme, så der står kapacitet klar til de ekstrem-situationer, hvor systemet er ekstraordinært presset.

Hvor er udfordringen?

I dag er der ikke udfordringer med at skabe elbalance. Men Green Power Denmarks simuleringer viser, at der i fremtiden kan opstå ekstrem-situationer, hvor en kombination af højt elforbrug og dage med meget lidt vind og sol kan føre til mangel på strøm i flere timer².

I vores modelberegninger kan vi fx simulere en biden-de kold vinteruge i 2030, hvor man må skrue ekstra op for varmen. Det betyder et større forbrug af elektricitet både i de enkelte husstande, som fx har individuelle varmepumper, og i fjernvarmen, der i stigende grad går over til store varmepumper. Simulerer vi, at der så samtidig er vindstille i Nordeuropa og tager udgangspunkt i nogle timer på dagen, hvor solen ikke skinner, så opstår problemet. I dette tilfælde risikerer vi, at der i en periode på et antal timer ikke er nok produktion af strøm til at møde efterspørgslen. Der er altså ikke længere elbalance, og det betyder, at man må afkoble forbrugere. Vi ser allerede store problemer i 2030, hvor vores simuleringer viser, at vi potentielt kan mangle strøm i 53 timer, og i den værste time vil vi mangle 2,6 GW strøm i Danmark. Denne udvikling bliver værre frem mod 2040 – medmindre vi i god tid får de nødvendige modforanstaltninger på plads.

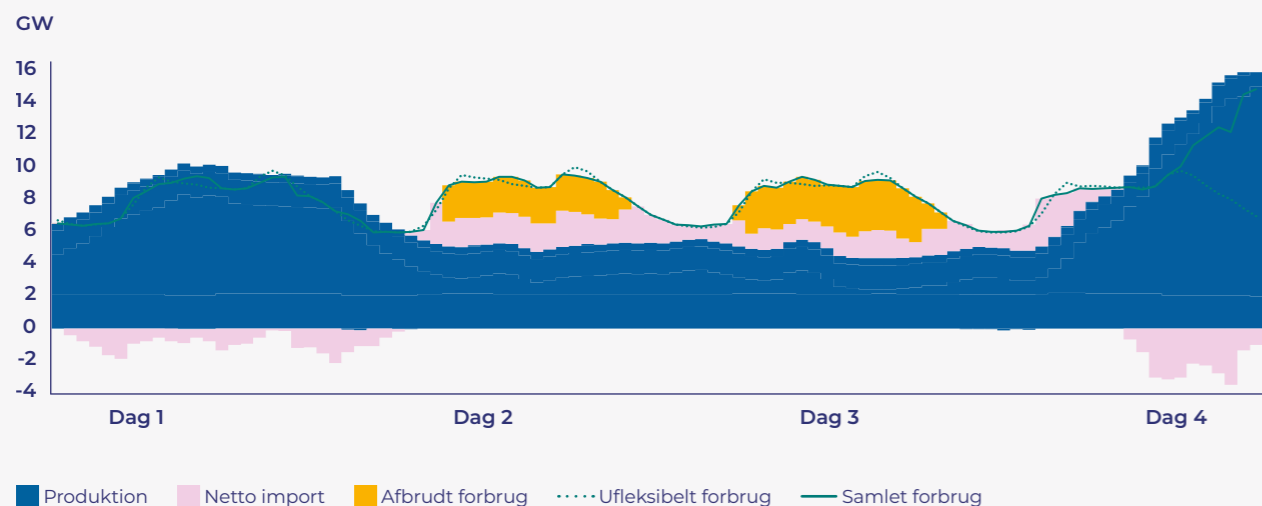
¹ Energistyrelsen. Klimaafteleanalyse 1: Elforsynings-sikkerhed frem mod og efter 2030, s. 7, januar 2022.

² (i) Ea Energianalyse, Baggrundsrapport: Analyse af elforsynings-sikkerhed for Green Power Denmark.



Figur 1: 4 vinterdage i 2030

Uge 50 i 2030 baseret på data fra Energistyrelsen og ENTSO-E. Vi mangler 2,6 GW i den værste time, og over 2 dage må vi afbryde forbrugere i Danmark.



Analyser fra Energinet, Energistyrelsen, ENTSO-E, Klimarådet og nu også Green Power Denmark peger alle på, at kombinationen af et markant øget elforbrug, en højere andel vejrbaseeret energiproduktion og en reduktion af elproduktionskapaciteten fra kraftvarmeværker kan føre til, at vi i ekstraordinære vejrscenarier ikke har den nødvendige effektilstrækkelighed (elbalance). Dvs. at i en normalsituation (99% af tiden) vil de eksisterende teknologier og markedsmekanismer sikre strømmen i stikkontakten, men på en kold, overskyet og vindstille dag, hvor elforbruget er højt (1% af tiden) vil vejret udfordre systemet meget – og det er her vi får behov for en kapacitetsmekanisme der sikrer, at der står kapacitet klar til at producere el.

Hvis ikke vi indenfor kort tid får truffet de nødvendige beslutninger, vil det ultimativt betyde, at vi i nogle situationer er nødt til at slukke for strømmen hos en meget stor andel af forbrugerne. Beslutningerne skal træffes sådan, at vi løser udfordringen på samfundsøkonomisk bedste vis, og med øje for, at vi fortsat sikrer, at elforbrugere – både husholdninger og industri – oplever meget få afbrudsminutter om året. I dag oplever danske forbrugere i gennemsnit mindre end 5 minutters afbrud om året som resultat af mangel på strøm.

Illustrationen viser, hvordan det i et presset vejrscenarie kan se ud. Vi forestiller os en kold vinter med lave vind- og sol ressourcer. Simuleringen kommer frem

til, at der vil være 2 dage i uge 50, hvor der vil være ubalance mellem produktion og forbrug, hvis ikke der bliver taget de nødvendige skridt for at imødekomme det³. Ubalance betyder ganske enkelt, at vi må afbryde elkunder i tusindvis i flere timer ad gangen.

Hvis vi skal sikre en elforsyningsikkerhed, der er sammenlignelig med den vi har i dag, er der behov for handling nu. Alle analyserne peger på, at udfordringen står lige for døren, og vi kan ikke lade stå til meget længere.

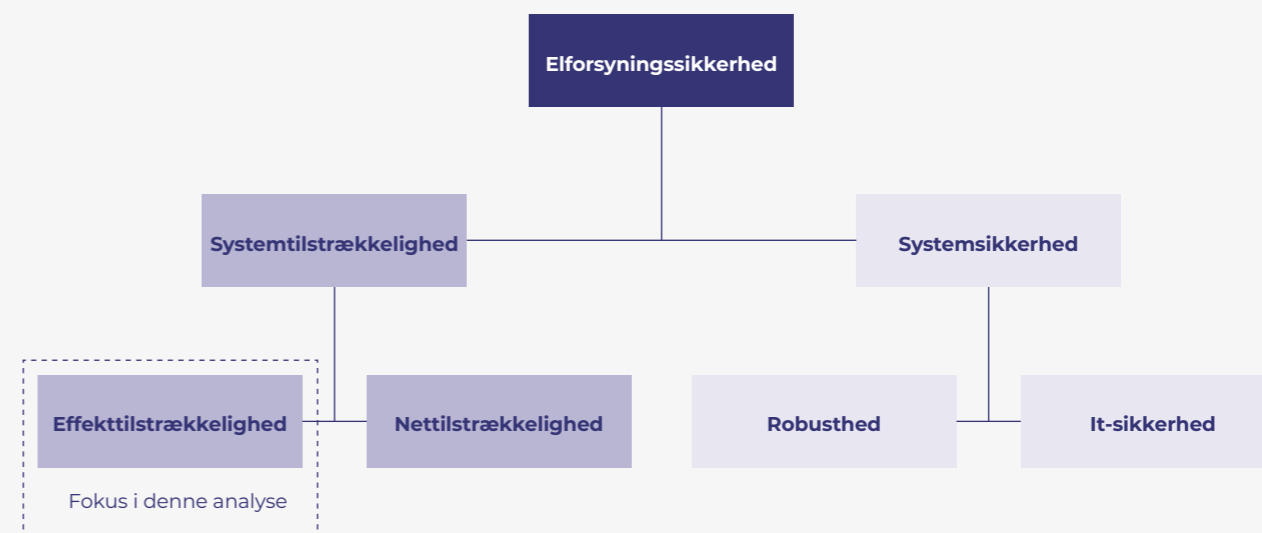
Løsningerne

Der er mange løsninger, der skal i spil, og der er behov for en flerstrengt løsning. Green Power Denmark anbefaler, at myndighederne forbereder en kapacitetsmekanisme, der kan træde i kraft, hvis der ikke er strøm nok i systemet. Herunder både muligheden for et kapacitetsmarked og/eller en strategisk reserve.

En kapacitetsmekanisme er det redskab, som sikrer, at den nødvendige kapacitet enten i form af produktion eller fleksibelt forbrug er til stede i de ekstremesituationer, hvor vejret og forbruget udfordrer markedet i sådan en grad, at der ikke er strøm nok til alle. Der findes mange typer teknologier, der besidder de tekniske egenskaber, der gør dem i stand til at levere effekt i ekstremesituationerne, og alle disse kan blive relevante aktører, der kan benyttes via en kapacitetsmekanisme. Det gælder



Figur 2: Elforsyningsikkerhed



fx kraftvarmeværker, ellagre og sågar forbrugsfleksible enheder, der lavpraktisk kan byde ind med "manglende" forbrug, ved at pause eller flytte forbrug i tid. Analyserne peger på, at i 99% af tiden skal vi ikke benytte en kapacitetsmekanisme. Her sikrer elmarkederne elforsyningsikkerheden. I den sidste 1% af tiden vil mekanismen være nødvendig fremadrettet for at sikre strømmen i stikkontakten. Det er vigtigt, at mekanismen er teknologineutral og fungerer i sammenhæng med elmarkedet og ikke forstyrrer markedsmekanismerne, der i 99% af tiden skal gøre arbejdet for os.

Overordnet anbefaler Green Power Denmark også, at vi får skabt de nødvendige rammevilkår for ellagring og forbrugsfleksibilitet. For ellagring gælder det forbedrede rammevilkår for både langtidslagring (brint fra PtX, biogas, termisk lagring osv.) og korttidslagring (litium-ion batterier, Vehicle-to-Grid fra elbiler osv.). Forbedrede rammevilkår for forbrugsfleksibilitet skal hjælpe til at flytte så meget som muligt af det forbrug, der kan flyttes i husholdninger og virksomheder, væk fra spidsbelastningstidspunkterne. Dette kan fx ske ved, at forbruget i højere grad planlægges, og i det omfang det er muligt rykkes frem eller tilbage i tid.

Hvad er effektilstrækkelighed?

I denne analyse undersøger vi begrebet effektilstrækkelighed, som er en del af den overordnede elforsyningsikkerhed. Elforsyningsikkerhed handler om, hvorvidt der er strøm i stikkontakten, når vi har behov for det. Der kan være mange årsager til, at vi oplever en strømafbrydelse. Erfaringsmæssigt er den mest sandsynlige årsag i dag, at nogen er kommet til at grave et kabel over. Men andre årsager kan være, at elnettet er for presset, så strømmen ikke kan nå ud til forbrugeren, eller at der har været et it-nedbrud, der lukker for elforsyningen. Til sidst kan nævnes, og det vi taler om i denne analyse, er strømafbud som et resultat af, at der ikke bliver produceret eller udbudt nok elektricitet til at imødekomme forbruget. Det kaldes også effektilstrækkelighed. Er der tilstrækkelig med effekt (strøm) i systemet og derved balance mellem produktion og forbrug?

Green Power Denmark har ad flere omgange behandlet emnet nettilstrækkelighed⁴ og udfordringen med at udbygge elnettet i et høj nok tempo til at imødekomme det højere elforbrug og den nye produktion fra vind og sol. I denne publikation er effektilstrækkelighed i fokus.

³ Simuleringerne er udført med modelværktøjet Balmoral, og metoden er beskrevet kort i afsnit om "Effektilstrækkelighed i fremtiden" og grundigere i baggrundsrapporten fra Ea Energianalyse, der er tilgængelig på Green Power Danmarks hjemmeside.

⁴ (i) Elnet til meget mere – Investeringer i eldistributionsnettet 2024-2040 og implementering af grønt tillæg, marts 2023, (ii) Elnet til meget mere – 11 anbefalinger, der sikrer, at vi kan udbygge elnettet i tide, marts 2023, (iii) Net til Tiden – 7 initiativer, der skaber hastighed i netudbygningen, juni 2023.



Green Power Denmark anbefaler

Anbefaling 1

Danmarks planlægningsmål for effekttilstrækkelighed skal bestemmes ud fra, hvad der giver størst samfundsøkonomisk værdi for forbrugerne, og at elmarkedet generelt regulerer, hvilke enheder der producerer og forbruger.

Anbefaling 2

Danmark forbereder en kapacitetsmekanisme, der kan sikre strøm i ekstremssituationer. Vi har travlt, hvis vi skal nå det, inden udfordringerne kommer. Vi bør starte meget snart, da mekanismen skal godkendes i EU. Mekanismen bør give adgang for, at flere teknologier kan levere effekt. Det bør også overvejes, om flere typer mekanismer skal tages i anvendelse. Arbejdet skal ledes af de ansvarlige myndigheder i tæt dialog med branchen.

Anbefaling 3

Der skal tages stilling til, hvilken rolle de vejruafhængige produktionskapaciteter skal spille i fremtiden.

Anbefaling 4

At systemydelsesmarkedet kun benyttes til at løse balanceudfordringer.

Anbefaling 5

Energinet og de øvrige TSO'er i vores nabolande arbejder for, at så meget kapacitet på udlandsforbindelserne som muligt bliver gjort tilgængeligt for markedet til både import og eksport, og at de danske myndigheder generelt italesætter den fælles grænseoverskridende udfordring med effekttilstrækkelighed.

Anbefaling 6

Der politisk sættes minimumsmål for etablering af ellagring, ligesom vi har politiske mål for vind- og solenergi. Samtidig skal rammevilkårene på plads, og reguleringen opdateres. Dette skal sikre, at aktørerne har stabile rammevilkår at investere indenfor. Endelig bør Energinet og netselskaberne generelt undersøge, om tariferingsstrukturen i forhold til ellagring er tidssvarende eller skal opdateres.

Anbefaling 7

Energinet skal give mulighed for at tilbyde et fleksibelt tilslutningsbidrag, der bl.a. giver ellagringsanlæg bedre mulighed for at blive tilsluttet elnettet.

Anbefaling 8

Forbrugsfleksibilitet ift. elmarkedet indtænkes i den intelligente energistyring af bygninger, som i forvejen skal implementeres via EU's nye bygningsdirektiv. Energinet bør også implementere og give adgang for uafhængige aggregatorer til energitunge systemydelser (aktører, der puljer forbrug eller produktion), så den ekstra fleksibilitet kan udløses.

Del 1

Effekttilstrækkelighed i fremtiden





Effekttilstrækkelighed i fremtiden

Green Power Denmark har i samarbejde med Ea Energianalyse undersøgt, hvordan vores effekttilstrækkelighed bliver påvirket, hvis systemet bliver presset i et scenarie, hvor Danmark er lykkedes med at opfylde vores forventninger til elektrificeringen af vores samlede energiforbrug og udbygget markant med vind- og solenergi. I analysen vil vi vise udviklingen i Danmarks elforbrug, figur 3, og elproduktion, figur 4, med udgangspunkt i data fra Energistyrelsens analyseforudsætninger 2022, ENTSO-E's "Global Ambition" scenarie og med brug af modelværktøjet Balmoral.

Udviklingen i Danmarks elsystem minder meget om udviklingen i Danmarks elsystem minder meget om den overordnede udvikling i resten af Europa. Også i Danmark gør elektrificeringen, at elforbruget forventes at stige kraftigt, hovedsageligt grundet brintproduktion med elektrolyseanlæg og forædling af brint til andre brændsler via synteseanlæg (overordnet set PtX).

PtX forventes at spille en meget stor rolle i det danske elsystem, da det store potentiale for navnlig havvind gør Danmark til et attraktivt sted at opføre elektrolyseanlæg. I 2040 er det forventningen, at en stor del af Danmarks elforbrug til at producere og forædle PtX-brændstoffer. Det gør, at Danmark kan producere omkring 2,7 mio. tons brint/årligt, som kan bruges nationalt eller eksporteres til fx Tyskland. Derudover stiger elforbruget til datacentre, fjernvarmeproduktion, industri og individuel opvarmning.

Forventningen til udviklingen i Danmark er baseret på Energistyrelsens Analyseforudsætninger 2022 og reflekterer ambitionen i en lang række politiske aftaler indenfor fremme af PtX-sektoren, udfasning af individuelle gasfyr, virkemidler for omstilling til elbaseret transport osv.

Frem mod 2030 og 2040 forventes der en kraftig vækst i produktionskapaciteten fra vind- og solenergianlæg i det danske elsystem. Det er nødvendigt for at tilfredsstille det øgede elforbrug. Udviklingen er drevet af både teknologiudvikling, som gør vind- og solenergi billigere, og en stigende kvotepris for CO₂-udledning, som gør fossile alternativer dyrere. Vind- og solenergiteknologi

bliver dermed fundamentalt vigtigt for at kunne levere billig strøm til elektrificeringen af Danmark. I 2030 forventes produktion fra vind- og solenergi at udgøre langt størstedelen af den samlede elproduktion, og kun en meget lille del af elsystemet vil være baseret på fossile brændsler. Efter 2030 fortsætter udbygningen med vind- og solenergi for at levere billig energi til den fortsatte elektrificering.

Modelværktøjet Balmoral

Balmoralmodellen, som er anvendt i de bagvedliggende analyser, foretager investeringer i produktionskapacitet, således at forbruget kan opfyldes billigst muligt under hensyntagen til de øvrige forudsætninger for udviklingen af det europæiske elsystem, bl.a. nationale mål-sætninger om udbygning med vind- og solenergi.

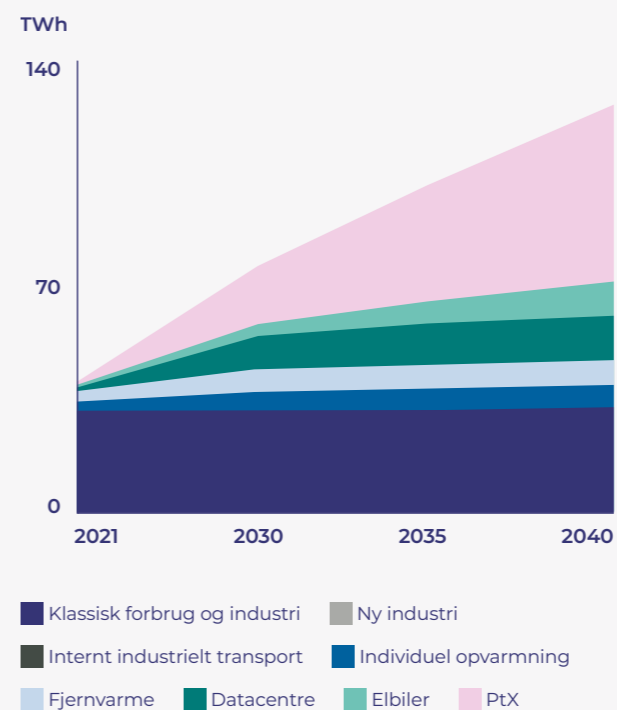
I beregningerne opstår en market-clearing (elpris) for hver enkelt time i hver budszone i modellen. Aktører i markedet antages at byde til deres kortsigtede marginalomkostninger. Hvis det økonomisk kan betale sig og er teknisk tilladt, vil modellen investere i ny produktionskapacitet, indtil der opstår en ligevægt af omkostningerne i modellen.

Det er også muligt at fjerne elproduktionskapacitet, som ikke længere kan betale sig. Det sker for en del kulkraftværker, som ikke er rentable i et elsystem med meget vedvarende energi og høje CO₂-kvotepriser, og de vil derfor udfases hurtigt.



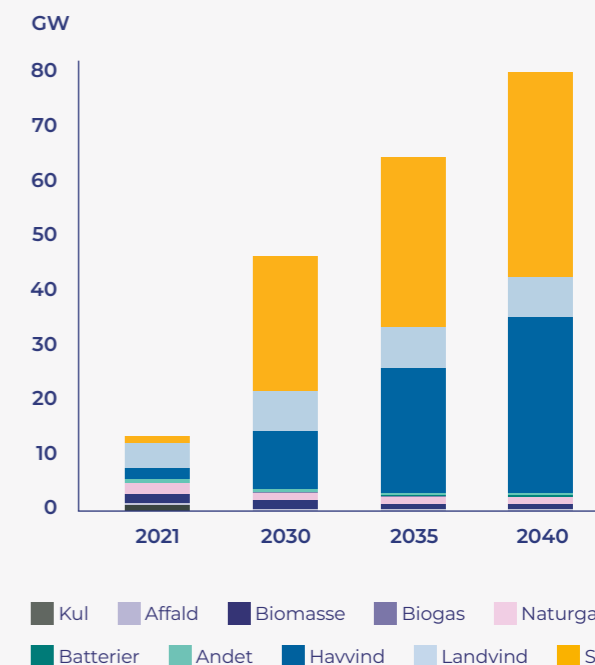
Figur 3: Den grønne omstilling betyder højere elforbrug

Beregninger fra Green Power Denmark viser, at Danmarks elforbrug forventes at blive mere end tredoblet på under 20 år.



Figur 4: Vi får mere vind- og solenergi

Frem mod 2040 bliver Danmarks elproduktion stadig grønnere og grønnere. Grafen viser kapaciteten for forskellige produktionsformer.





Vejret vil presse systemet

Det er ingen tvivl om, at vejen til at nå vores klimamål går gennem en elektrificering af alt vores fossile forbrug, og at den strøm primært skal komme fra vejrbaseerede energikilder såsom sol og vind. Det er en omfattende omstilling af hele energisystemet, som er nødvendig for at opfylde vores klimamål og for at nå i mål med den grønne omstilling. Kombinationen af en fluktuerende energiproduktion, som er baseret på vejret og et markant øget elforbrug, betyder også, at vi i særligt pressede vejrscenarier kan få udfordringer med at sikre strøm til alle.

På elforbrugssiden kan meget koldt vejr betyde, at elforbruget i perioder bliver meget højt. Det skyldes, at en stor del af vores varmeforsyning bliver elektrificeret – i form af individuelle og kollektive varmepumper.

På elproduktionssiden kan vind- og solfattigt vejr betyde, at elproduktionen fra sol- og vindenergianlæg vil blive meget lav i længere perioder. Vores nabolande rammes oftest også af samme vejrforhold, og idet de ligeledes omstiller til mere sol- og vindenergi, kan der ikke importeres strøm fra dem.

Kombinationen af kulde, der øger elforbruget, og manglende vind og sol, der mindsker elproduktionen,

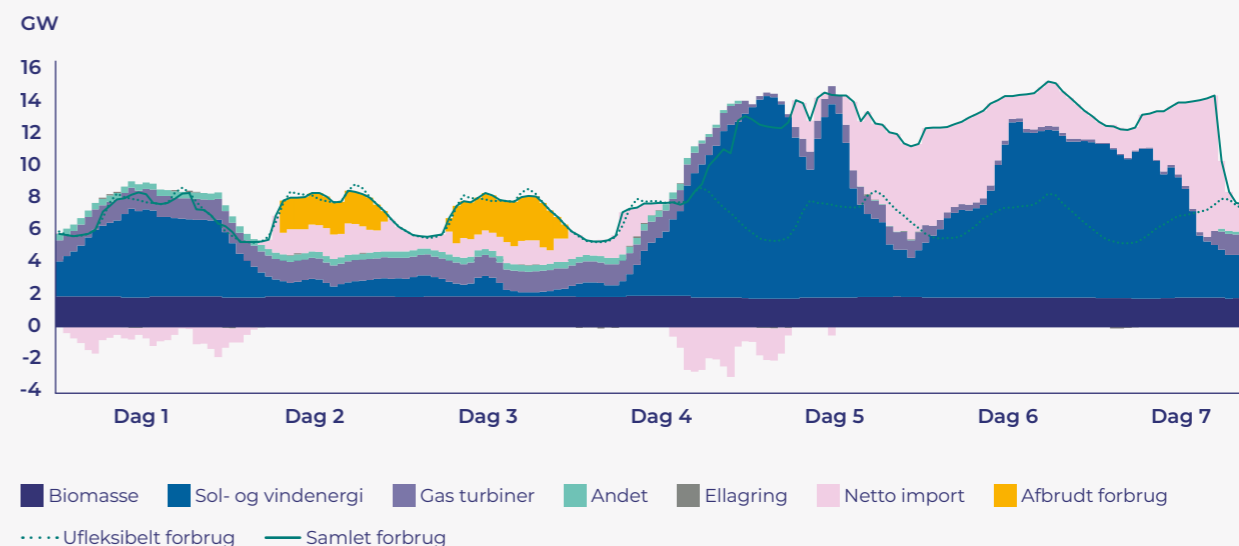
betyder, at vi vil få udfordringer med at sikre strømmen i stikkontakten i disse perioder. Forbruget vil overstige produktionen, og nogle danskere må derfor kobles midlertidigt af nettet og dermed undvære strøm i perioder på flere timer.

Det er vigtigt at understrege, at der her er tale om ekstremssituationer. I en normalsituation og på langt de fleste dage vil vi ikke have udfordringer med at sikre strøm i stikkontakten. Selvom det er overskyet og vindstille i Danmark vil vi oftest have mulighed for at importere strøm. Danmark vil også være nettoeksportør af grøn energi set over et normalt år, netop takket være omstillingen til grøn energi. Men i særlige situationer vil markedet ikke være i stand til at understøtte effekttilstrækkeligheden, jf. figur 5.



Figur 5: En vinteruge i 2030

Grafen viser fremskrivningen for uge 50 i 2030, som er den mest udfordrende uge iflg. modellen. Det orange viser den manglende strøm.



En vinteruge i 2030

I samarbejde med Ea Energianalyse har vi analyseret konsekvenserne af sammenfald mellem en række risikofaktorer og betydningen for effekttilstrækkeligheden i Danmark. Vi har udvalgt vejrdata fra klimaåret 1996, hvor danskerne oplevede en kold vinter kombineret med lave sol- og vindressourcer. Dernæst har vi brugt data fra ENTSO-E⁵, som indeholder fremskrivninger om elforbrug og produktion i Europa baseret på landenes målsætninger. Her er brugt data for 2030, 2035 og 2040. For at vise effekten af vejrmæssig 100-års hændelse har vi skuet yderligere 25 % ned for sol- og vindressourcerne. Samtidig presser vi også systemet ved at skruer yderligere 10 % ned for den styrbare kraftvarmeværkskapacitet i Europa, da vi vurderer, at ENTSO-E overestimerer tilstedeværelsen af en stor andel af den termiske kapacitet i Europa. Det bunder i, at ENTSO-E lader sig basere på indberetninger fra

Energinet og herunder Energistyrelsen som følge af udarbejdelsen af de årlige "Analyseforudsætninger til Energinet". Heri beskrives det, at man antager at elproduktionskapaciteten fra kraftvarmeværker, der står til at blive udfaset, fortsætter med at være i systemet⁶. Vi nedjusterer derfor med 10% for at imødekomme noget af denne metodiske udfordring.

I vores simulering kan man se, at der er vind- og solenergi nok til at sikre strøm i stikkontakten på dag 1, hvor der er dansk elproduktion nok til at dække både vores indenlandske behov og til at eksportere strøm til udlandet. På dag 2 og 3 i simuleringen falder produktionen fra vindmøller og solceller på grund af fx vindstille og overskyet vejr. Produktionen fra vind- og solenergi er derfor minimal og kan nu ikke dække det indenlandske behov i disse timer. I simuleringen importerer vi nu strøm fra vores nabolande, men fordi de oplever samme

⁵ ENTSO-E / ENTSO-G, TYNDP2022 "Global Ambition", april 2022

⁶ Energistyrelsen, Analyseforudsætninger til Energinet 2023, Baggrundsnotat – Termisk kapacitet m.m. s. 8



Tabel 1: Udvikling i timer og størrelse af strømafbrydelser

	2030	2035	2040
Antal timer med strømafbrydelser i et presset vejrår	53 timer	93 timer	121 timer
Effektmangel i den værste time i et presset vejrår	2,6 GW	4,8 GW	6,2 GW

vejrforhold som Danmark med lav elproduktion fra sol- og vind, er det begrænset, hvor meget vi kan importere herfra – og altså ikke nok til at dække vores behov.

Konsekvensen vil i simuleringen være, at Energinet må operere med såkaldte "Brown-outs" i næsten 2 dage. Et "Brown-out" er en kontrolleret og nødvendig afkobling af forbrugere i 2 timer ad gangen for at skabe balance i systemet. Jo større effektmangel, desto flere forbrugere må man afkoble. Green Power Denmarks simulering viser, at når det er allerværst i 2030, er der tale om 2,6 GW forbrug, der skal afkobles, hvilket svarer til knap en tredjedel af Danmarks elforbrug. I 2035 er det 4,8 GW i den værste time, og i 2040 er det 6,2 GW.

Flere strømafbrydelser frem mod 2040

Green Power Denmarks simulering viser dermed, at vi på årsbasis vil få flere strømafbrydelser som resultat af manglende effekt. Det fremgår af tabel 1. Dermed vil antallet af timer om året, hvor man er nødt til at afkoble nogle forbrugere fra elnettet, stige frem mod 2040. Simuleringerne viser også, at der vil være markant flere timer, hvor systemet mangler meget store mængder energi. Det betyder, at i de værste timer vil en stor andel af danskerne stå uden strøm.

Ifølge vores simuleringer vil vi i 2030 opleve, at der i 53 timer er mindst et sted i elsystemet, der mangler strøm⁷. Det stiger til 93 timer i 2035 og 121 timer i 2040. Til sammenligning vurderer Energinet i deres analyse "Redegørelse for Elforsyningssikkerhed 2023", at markedet ikke er i stand til at levere den nødvendige effekt i henholdsvis 209 timer og 173 timer i DK1 og DK2 allerede i 2033⁸. Det er meget langt fra den effekttilstrækkelighed, vi er vant til i dag, hvor vi oplever strømafbrydelser mellem 0 og 1 time.

⁷ Også kaldet LOLE (Loss-Of-Load-Expectation)

⁸ Energinet, Redegørelse for elforsyningssikkerhed 2023, Bilag 2 s. 34-35.

⁹ Ea Energianalyse, Baggrundsrapport: Analyse af elforsyningssikkerhed for Green Power Denmark, Danmarks importafhængighed.

Europas lande bliver stadig mere afhængige af hinanden

Danmark er som bekendt en lille, åben økonomi, der er afhængig af at handle med og eksportere til andre lande. Sådant er det ift. vores almindelige vare- og tjenesteydelseshandel, og det samme princip gør sig gældende for vores elsystem. Her er det afgørende, at vi kan eksportere og importere strøm på et åbent europæisk elmarked. Derfor er det også afgørende, at den løsning vi vælger i Danmark, viser vejen for resten af Europa på en måde, der fortsat giver Danmark gode eksportmuligheder.

I fremtiden vil Danmark få stor værdi af at kunne eksportere al den grønne strøm, der er politisk aftalt bl.a. ifm. de store havvindsudbud og de kommende energiparker på land. Det kan både være i form af direkte eksport, men det kan også være i form af brint eller forædlet brint fra PTX sektoren. Normalsituationen for Danmark vil altså være en betydelig grøn energieksport fra Danmark til resten af Europa.

I kortere perioder med ekstreme vejrscenarier viser Green Power Denmarks simuleringer omvendt, at Danmark fremover vil blive mere afhængig af at importere store mængder strøm fra vores nabolande. Simuleringerne viser, at vi i den sværeste time i 2030 vil være afhængig af at kunne importere strøm svarende til 54 % af vores elforbrug. I 2040 stiger dette til 71 %, hvis ikke vi har udvist rettidig omhu og har iværksat modforanstaltninger⁹.

I sig selv er der ikke noget problem i at importere strøm, men det er usikkert, om det er muligt at importere så store mængder strøm på tidspunkter, hvor vores nabolande også udfordres af lave sol- og vindressourcer.

Del 2

Anbefalinger



Anbefalinger

Løsningerne på vores kommende udfordringer ift. elbalance skal findes i tiltag, der styrker incitamenterne til at investere i regulerbar produktionskapacitet og lagring af strøm fra vind og sol, samt at gøre det attraktivt for husholdninger og virksomheder at være fleksible i deres strømforbrug.

Der skal skabes de rette incitamenter, så aktørerne i markedet kan understøtte et balanceret energisystem med høj effekttilstrækkelighed.

Energikrisen har sat fokus på vores elforsynings sikkerhed, men vi har i flere år kunnet konstatere, hvordan gentagne analyser har peget på risiko for øget effektmangel, og derfor er det på tide, at Danmark hurtigt overvejer nye redskaber til at sikre effekttilstrækkeligheden og træffer de nødvendige beslutninger. Derfor foreslår Green Power Denmark, at danske politikere for det første tager aktivt stilling til opretholdelsen af vores elforsynings sikkerhed og herunder opfyldelsen af planlægningsmålet for effekttilstrækkelighed. Til det har Green Power Denmark en række anbefalinger, som fremføres nedenfor.

Samfundsøkonomisk analyse som forudsætning for planlægningsmål

I Danmark fastsætter Klima-, Energi- og Forsyningsministeren et planlægningsmål for effekttilstrækkeligheden 10 år frem i tiden. Det sker efter indstilling fra Energinet i forbindelse med den årlige Redegørelse for Elforsynings sikkerhed.

Førhen har Energinet ikke medregnet samfundsøkonomi i deres indstilling. Dvs. at der ikke er foretaget en beregning af de samfundsøkonomiske gevinster eller omkostninger ved et givent niveau af effekttilstrækkelighed. Derfor har politikere på området haft ringe mulighed for at foretage en reel afvejning af forskellige planlægningsmål for effekttilstrækkelighed i Danmark ift. de økonomiske omkostninger enkelte mål har.

Det er vigtigt at holde sig for øje, at der er omkostninger forbundet ved både et utilstrækkeligt niveau af effekttilstrækkelighed og ved et overdimensioneret niveau. Ved et utilstrækkeligt niveau af effekttilstrækkelighed vil der være store samfundsøkonomiske omkostninger i form af tabt produktion og førtjeneste hos virksomheder og husstande, som må afkobles fra elnettet. Ved en overdimensioneret effekttilstrækkelighed vil der være samfundsøkonomiske omkostninger forbundet ved at have potentielt ganske stor ikke-anvendt elproduktionskapacitet i reserve. Begge dele har endvidere et potentiale til at hæmme den grønne omstilling gennem manglende investeringer i omstilling af energiforbrug eller manglende folkelig opbakning grundet enten høje elpriser eller afsavn i form af flere strømafbrudelser.

For at undgå unødige samfundsøkonomiske omkostninger, er der derfor brug for en metode til at fastslå, hvornår det bedst kan betale sig for samfundet, at der investeres i yderligere produktions- eller reservekapacitet, og hvornår det bedre kan betale sig at reducere forbruget enten ved hjælp af fleksibilitet (fx at flytte tidspunktet for energiintensiv produktion et par timer) eller i yderste instans at afkoble visse elforbrugere. Med henvisning til retningslinjerne fra ACER om hvordan EU-medlemslandene udarbejder effekttilstrækkelighedsanalyser, bør Energinet benytte estimater for VOLL og CONE i cost-benefit-analyser for forskellige planlægningsmål¹⁰.

Green Power Denmark er enig i, at VOLL med fordel kan anvendes til at fastlægge et passende effekttilstrækkelighedsniveau og derfor bør være retningsgivende for vores planlægningsmål for effekttilstrækkelighed. Energistyrelsen fremkom i foråret 2023 et VOLL-estimat på 174 kr./kWh, men estimatet blev ikke benyttet i indstillingen fra Energinet til et planlægningsmål for Danmark. Der mangler fortsat et estimat for CONE i Danmark. Estimater for VOLL på 174 kr./kWh indikerer, at der er en høj samfundsøkonomisk værdi ved en stærk elforsynings sikkerhed i Danmark.

Dette hænger formentligt sammen med, at danske virksomheder nyder godt af, at vi har et ambitiøst planlægningsmål for effekttilstrækkelighed i Danmark, og det er en tydelig styrke i vores konkurrenceevne.

Virksomheder i Danmark behøver i mindre grad end andre steder at investere i backup- elproduktionskapacitet, fordi de kan forvente høj leverings sikkerhed fra det kollektive elnet. Værdien af dette bør indgå i fastsættelsen af et planlægningsmål for effekttilstrækkelighed.

På de dage, hvor vi vil opleve udfordringer med effekttilstrækkelighed, vil spotprisen på strøm ramme det fastsatte maksimale niveau. Her er det vigtigt, at forbrugerne har let ved at reagere fleksibelt i deres elforbrug. Det kan fx være noget så simpelt som at sikre, at elbiler fortrinsvis kun lader op, og at tøjvasken først går i gang, når der er rigeligt med billig, grøn strøm.

Når al den aktuelle fleksibilitet er udløst, så findes der fortsat det uflexible forbrug i virksomheder og husholdninger, som ikke kan nedsættes yderligere. Værdien af dette elforbrug skal være retningsgivende for, hvad vi som samfund ønsker at betale for, at en udbyder leverer strøm i dette tidsrum. Det kan fx være forbrug til eldrevet opvarmning i vinterperioder eller kritisk vigtig minimumslast til et datacenter eller en produktionsvirksomhed, som man ikke bør slukke for.

Green Power Denmark mener derfor, at et bærende princip for et planlægningsmål for effekttilstrækkelighed bør være det såkaldte VOLL-niveau. Vi bør ikke uden videre sigte efter at have et overdimensioneret højt niveau af effekttilstrækkelighed, hvis ikke forbrugerne efterspørger det og hellere vil undlade at forbruge. Samtidig vil forskellige forbrugere undlade at forbruge ved forskellige prisniveauer.

Ved at inddrage omkostningerne ved uplanlagte afbrudelser i afvejningen af et niveau for dansk effekttilstrækkelighed sikrer vi en mere kvalificeret og oplyst politisk diskussion om, hvilket niveau vi skal lægge os fast på i Danmark.

Derfor anbefaler Green Power Denmark også, at Energinet udvider brugen af samfundsøkonomiske beregninger af omkostninger og gevinster ved forskellige planlægningsmål i Energinets Redegørelse for Elforsynings sikkerhed. Energinet er i et vist omfang i forvejen forpligtet til dette jf. §38 stk. 4 og §43 stk. 1-4 i Bekendtgørelse om systemansvarlig virksomhed og anvendelse af eltransmissionsnettet m.v., men vi ser gerne, at man i højere grad aktivt inddrager estimater såsom VOLL og CONE og estimerer omkostninger og gevinster ved forskellige planlægningsmål for effekttilstrækkelighed i Danmark.

VOLL og CONE

VOLL står for value-of-lost-load og kan beskrives som et estimat for omkostningen for samfundet ved et strømafbrud i kr./kWh. Det kan fx være omkostninger ved tabt produktion i virksomheder eller gener for husholdningerne. Estimater tager udgangspunkt i et strømafbrudsscenario, hvor afbruddet er uvarslet og sker på en hverdag i vintermånederne og varer 1 time. VOLL er således et bud på, hvad en forbruger ville betale for at undgå en strømafbrudelse.

CONE står for cost-of-new-entry og kan beskrives som et estimat for de totale indtægter et aktiv (produktion, lagring eller forbrugsfleksibilitet) er nødt til at indtjene over sin levetid for at dække kapital- og løbende omkostninger. CONE er således et bud på, hvor meget samfundet som minimum skal betale for, at det er rentabelt at få udbudt mere strøm på markedet.

¹⁰ ACER, ACER Decision on the Methodology for calculating the value of lost load, the cost of new entry, and the reliability standard: Annex I, oktober 2020.



Der bliver behov for en kapacitetsmekanisme

De fremtidige udfordringer med effekttilstrækkelighed har været kendt længe, men hidtidige tiltag har ifølge analyserne ikke den tilstrækkelige effekt. I lyset af energikrisen og den generelle usikkerhed om europæisk energisikkerhed, er der behov for nye redskaber til at sikre dansk effekttilstrækkelighed.

Green Power Denmarks simuleringer viser, som tidligere beskrevet, at et presset vejrsystem kan føre til en effektmangel i flere timer fordelt på 2-3 dage i en vinteruge. I den værste time mangler der 2,6 GW (se figur 1 og 5). Effektmangel er ikke kun et dansk problem.

I Energinets "Redegørelse for Elforsyningsikkerhed 2023" henvises der til, at markedet uden brug af balanceringsreserver ikke kan understøtte vores og nabolandenes planlægningsmål for effekttilstrækkelighed. Hele det europæiske elsystem mangler i den analyse 80 GW regulérbar produktionskapacitet.

Den store udfordring er, at anlæg, der skal sikre den tilstrækkelige kapacitet i de ekstraordinært pressede vejrscenarier, vil få et så lavt antal driftstimer, at de i øjeblikket er kommercielt urentable at investere eller reinvestere i. Dette er et samfundsøkonomisk dilemma.

Derfor er der behov for at indføre en mekanisme, der kan sikre, at den nødvendige produktionskapacitet er til rådighed i de få ekstremtilfælde, når ressourcerne fra sol- og vindenergi er lave og forbruget forventes at være højt på fx kolde vinterdage. Som det ses af figur 7, vil en kapacitetsmekanisme med den rette dimensionering kunne afhjælpe effekt manglen helt eller delvis.

Uden en kapacitetsmekanisme risikerer vi afbrud på et niveau, vi ikke har set i Danmark i nyere tid. På europæisk plan bevæger man sig også mod indførelsen af kapacitetsmekanismer, da man her står over for samme udfordringer. I aftaleteksten til EU's elmarkedsreform bliver kapacitetsmekanismer nævnt som strukturelle elementer i det europæiske elmarked.

Hvis vi skal bevare den effekttilstrækkelighed, vi har i dag, samtidigt med at sol- og vindenergi skal udbygges markant, er der behov for at understøtte de løsninger, der kan levere store mængder energi i kritiske perioder.

Vi bør indrette mekanismen, så alle teknologier, der i dag og over tid kan levere de nødvendige mængder effekt på en samfundsøkonomisk meningsfuld måde, får mulighed for at byde sin kapacitet ind. Etableringen af en kapacitetsmekanisme vil både sende et investeringsignal, der sikrer eksisterende elproduktionskapacitet og investeringer i nye teknologier, der kan sikre effekttilstrækkeligheden.

Hvad er en kapacitetsmekanisme?

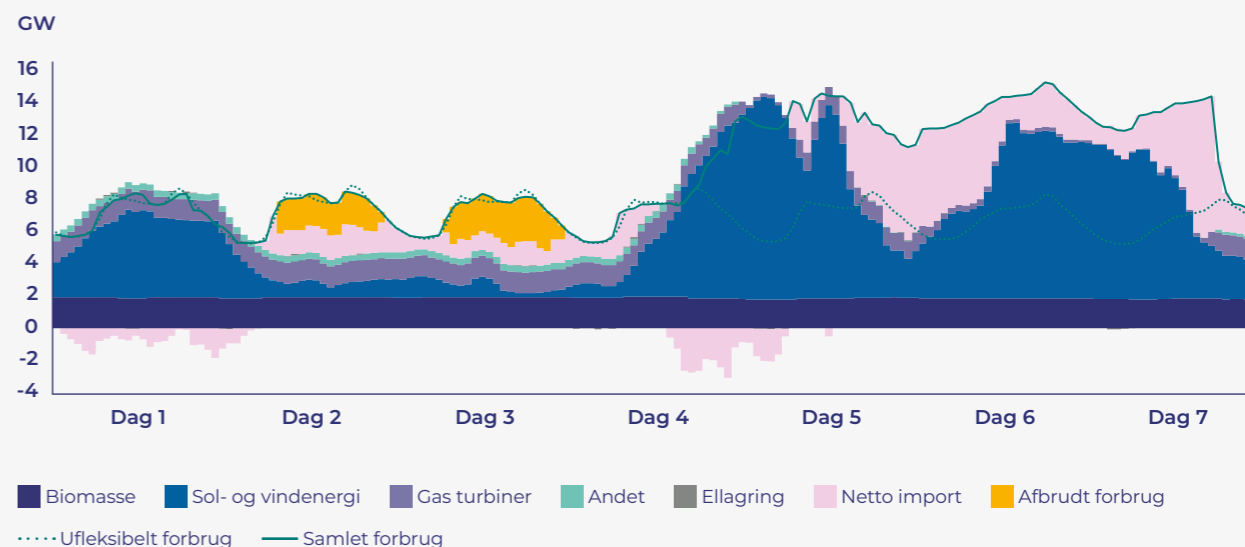
En kapacitetsmekanisme er et regulatorisk redskab, der bruges til at balancere og stabilisere mængden af strøm, hvor der på forkant købes kapacitet til at understøtte effekten i systemet.

Generelt findes der to typer kapacitetsmekanismer; en strategisk reserve eller et kapacitetsmarked. En strategisk reserve må ikke være aktiv på de øvrige markeder og må kun aktiveres til allersidst, hvis der ikke er effekt nok i den driftstimer, hvor der ellers ville have været afbrud. Typisk er en strategisk reserve et kraftvarmeværk.

På et kapacitetsmarked må aktørerne gerne være aktive på andre markeder, men man indgår som udgangspunkt lange kontrakter, hvor aktørerne forpligter sig til at være tilgængelige i markedet i bestemte driftssituationer. Kapacitetsmarkeder er en bredere betegnelse og vil typisk involvere et større antal aktører.



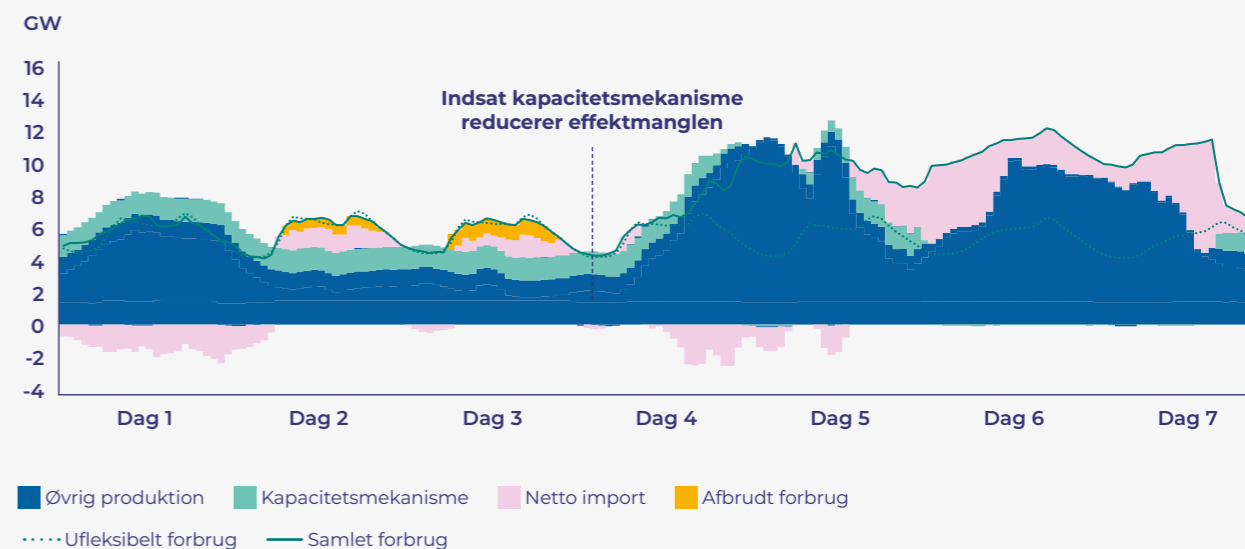
Figur 6: En vinteruge i 2030

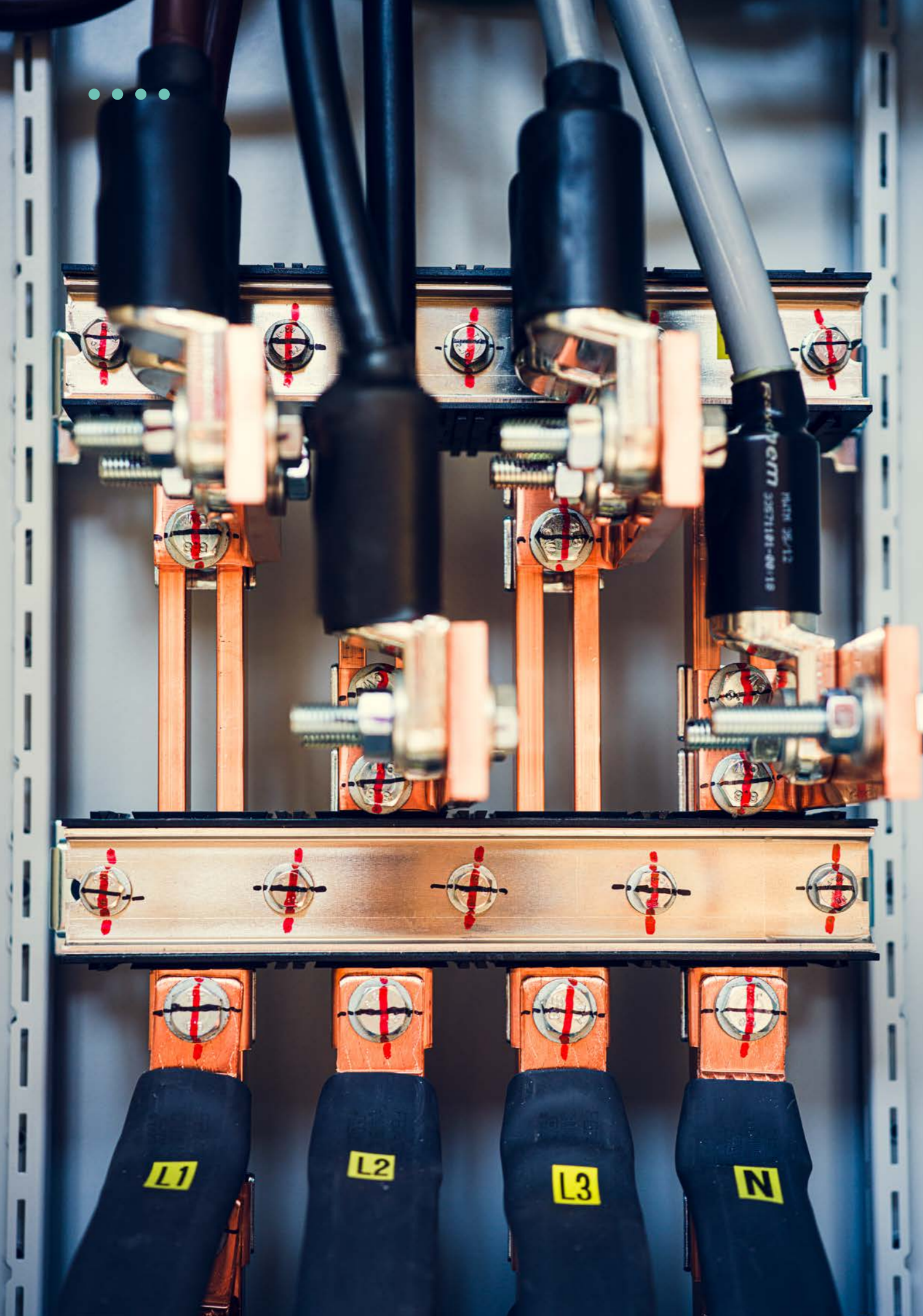


Figur 7: Simulering af en 2GW kapacitetsmekanisme

Hvis man fx indsætter en kapacitetsmekanisme på 2 GW i modellen, kan man se på grafen, at det reducerer effekt manglen betydeligt i den pressede vinteruge i 2030. Her

viser vi effekten af en mekanisme på 2 GW, men i sidste ende skal størrelsen afgøres med udgangspunkt i betalingsvilligheden for vores effekttilstrækkelighed.





Undersøg forskellige typer mekanismer

Green Power Denmark støtter op om, at Energistyrelsen i samarbejde med Energinet undersøger modeller for en kapacitetsmekanisme i Danmark. Green Power Denmark anbefaler generelt, at vi i Danmark skal have forberedt en kapacitetsmekanisme. Den grønne energibranche har indledningsvis behov for en tilbundsgående undersøgelse af forskellige modeller for en kapacitetsmekanisme. Herunder både modeller for et udvidet kapacitetsmarked og en strategisk reserve. Man bør også undersøge en kombination af begge typer. Desuden bør Energinet og Energistyrelsen i deres undersøgelse forholde sig til de kapacitetsmekanismer, der udvikles i vores nabolande, herunder fx Sverige og Tyskland, og hvilken positiv eller negativ indflydelse de har på risikoen for effektmangel i Danmark.

Adgang for flere teknologier

De udviklede kapacitetsmekanismemodeller bør indeholde varianter, der kan inkludere bidrag fra forskellige teknologier, ligesom modellerne bør vurderes i lyset af både kort- og langsigtede udfordringer. Generelt bør mekanismerne udvikles, så der konkurreres imellem og gives adgang for alle de teknologier, der teknisk set har mulighed for at bidrage med vejruafhængig forbrugs- eller produktionskapacitet. Konkurrencen skal sikre, at vi opnår den løsning der giver samfundsøkonomisk bedst mening.

Tempo, simplificering og strømlining

Vejen til at udvikle en model for en kapacitetsmekanisme er lang. Reguleringsmæssigt er der en lang række forhold, der skal afklares, både i Danmark og i EU, og vi skal være sikre på, at modellen sikrer effekttilstrækkeligheden på det ønskede niveau, samtidigt med at den understøtter målsætningen om klimaneutralitet i 2045. I EU tager det 5-8 år at implementere en kapacitetsmekanisme. Hvis aktørerne efterfølgende eller samtidigt skal investere i og installere nye anlæg, er der behov for, at vi kommer i gang så hurtigt som muligt.

Green Power Denmark anbefaler derfor, at Energistyrelsen bestræber sig på en effektiv proces og prioriterer tilstrækkeligt med ressourcer til arbejdet. Både ift. at undersøge forskellige modeller, at ansøge om statsstøttegodkendelse og sidenhen også til den faktiske implementering af en kapacitetsmekanisme i Danmark.

Green Power Denmark anbefaler også, at de danske myndigheder arbejder for en simplificering og en strømlining af ansøgningsprocessen for en kapacitetsmekanisme i EU, så sagsbehandlingstiden nedbringes ift. det nuværende gennemsnit. Dette kan ske via effektiv implementering af de nye elementer vedr. kapacitetsmekanismer i elmarkedsreformen.

Systemydelsesmarkedets begrænsninger

Systemydelsesmarkedet eller balancemarkedet er det marked, hvor Energinet indkøber effekt i driftstimen, hvis det ikke er lykkedes at danne balance mellem forbrug og produktion for de balanceansvarlige en time, inden der er aftalt produktion/forbrug (driftstimen). Det kan fx blive aktuelt, hvis en havvindmøllepark producerer mindre end forventet, fordi vejrprognoserne slår fejl. Dermed skabes en ubalance mellem forbrug og produktion, fordi produktionen falder, men forbruget er uændret.

Ejeren af havvindmølleparken har mulighed for selv at handle sig i balance ved at få nogle andre til at levere den lovede mængde strøm. Men hvis det ikke lykkes, så er det Energinets ansvar – på havvindmølleparkens regning – at få en anden aktør til at producere strømmen. Dette kaldes systemydelsesmarkedet, og ydelserne kaldes også balanceringsydelser. Både kraftvarmeværker, solcelle- og vindparker kan risikere at være årsag til ubalancer, og det kan skyldes rigtig mange forskellige ting. Ovenfor er blot et enkelt eksempel.

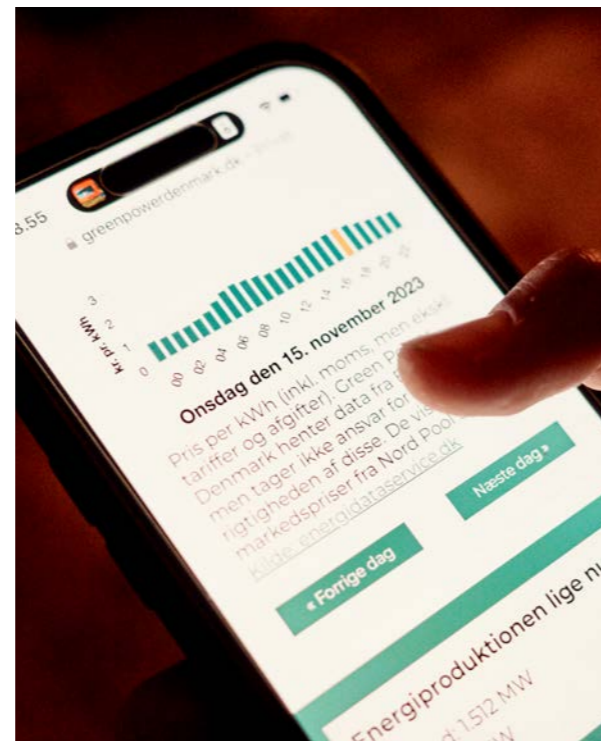
Når man taler om effektilstrækkelighed og tilfælde, hvor der er for lidt produktion til at imødekomme forbruget, så virker balanceringsreserver umiddelbart som et værktøj, der kan modvirke udfordringen. I den seneste udgave af Energinets Redegørelse for Elforsyningssikkerhed beskrev Energinet, hvordan balanceringsreserver kan benyttes til at sikre effektilstrækkeligheden i driftsdøgnet. I princippet er det korrekt, at reserverne kan benyttes til dette, fordi det er ekstra produktionskapacitet, men markedet er ikke beregnet til det. Markedet er beregnet til at løse uventede balanceringsudfordringer, som eksemplet med havvindmølleparken, og ikke systemiske udfordringer vi kan se lang tid i forvejen.

Hvis man i et presset vejrscenarie har benyttet balanceringsreserverne til at understøtte effektilstrækkeligheden, kan man ikke også bruge de samme reserver til at håndtere eventuelle ubalancer. Den samme produktionskapacitet kan ikke både sikre effektilstrækkeligheden og håndtere ubalancer, som fx er resultatet af en fejlslagen vejrprognose.

Systemydelsesmarkedet med sin nuværende funktion er velegnet til at sikre balancen og den stabilitet, der også skal til for at undgå strømafbrydelser, men har for så vidt mindre relevans når vi taler om effektilstrækkelighed, fordi markedet har et andet afgrænset formål.

Det er Green Power Denmarks forståelse, at Energistyrelsen og Energinet har samme opfattelse af systemydelsesmarkedet, og italesættelsen skal forstås som en tydeliggørelse af de forskellige markeders funktion.

Green Power Denmark anbefaler derfor, at systemydelsesmarkedet i meget begrænset omfang benyttes som løsning på udfordringer med effektilstrækkelighed. Green Power Denmark erkender, at Energinet i den yderste konsekvens kan være tvunget til at benytte reserverne som følge af systemansvaret men opfordrer til, at balanceringsreserver kun anvendes i den yderste konsekvens.



Internationalt samarbejde

I et sammenkoblet europæisk elmarked krydser udfordringerne grænser. Hvis der er mangel på effekt i én budzone, vil effekten automatisk strømme til fra en anden budzone. Et stærkt transmissionsnet reducerer således konsekvenserne ved effektmangel i en budzone. Er der derimod ikke stærke nok forbindelser eller tilstrækkelig kapacitet til rådighed for markedet på udlandsforbindelserne, kan effektoverskud ikke overføres til en budzone med effektunderskud. Man kan således ikke betragte effektilstrækkelighed som et isoleret nationalt problem, men derimod et paneuropæisk problem, hvor der skal løftes i flok. Samarbejde sikrer, at vi i endnu højere grad end i dag kan overføre kapacitet mellem budzoner, når det er nødvendigt. Det giver både lave elpriser, men også en stabil elforsyning.

I dag er det et krav, at 70 % af kapaciteten på udlandsforbindelserne gøres tilgængelig for markedet. Det krav opfyldes i lille grad i dag på tværs af EU og Green Power Denmark anbefaler, at reglerne i højere grad efterleves af de enkelte transmissionsnetsoperatører. 70 % tilgængelighed bør dog ikke være en målsætning i sig selv. Green Power Denmark anbefaler, at en endnu højere andel af kapaciteten gøres tilgængelig for markedet.

Der vil være perioder, hvor flere budzoner oplever udfordringer med effektmangel på samme tid. I lyset af, at vi med stor sandsynlighed vil opleve mangel på strøm på samme tidspunkt som i vores nabolande, bør vi reducere afhængigheden af import og i højere grad være i stand til at sikre vores egen effektilstrækkelighed.

Vi kan se eksempler på, at landene lukker sig om sig selv, når energisystemet presses. Transmissionsnetsoperatørerne i de enkelte lande er i sidste ende ansvarlige for effektilstrækkeligheden i deres eget land. Derfor er der risiko for, at hvis der opleves knaphed på tværs af vores nabolande, så vil de enkelte lande være tilbøjelige til at minimere eksporten af strøm.

Vi ser bl.a. i Norge, at der har været opbakning til at indføre eksportbegrænsninger, hvis vandstanden i de norske vandkraftværkers reservoirs er tilstrækkelig lav. I sidste ende går sådanne tiltag ud over alle forbrugerne

samlet set i et integreret elmarked, fordi prisen dermed bliver holdt unaturligt lav i én priszone og unaturligt høj i en tilstødende priszone, hvis ikke strømmen kan flyde frit. Eksportbegrænsninger minimerer muligheden for at lade strømmen flyde derhen, hvor der er størst behov for den.

Begrænsninger i det interne elnet i vores nabolande kan også i nogle tilfælde være en udfordring for dansk effektilstrækkelighed. Interne flaskehalse kan fx forhindre, at effekt kan flytte til og fra Danmark på tidspunkter med risiko for effektmangel. Derfor anbefaler Green Power Denmark, at danske myndigheder italesætter, at landes interne flaskehalse i elnettet er et fællesanliggende landene imellem, og at landene enkeltvis bør bidrage til, at deres elnet er af en sådan kapacitet, der ikke underminerer det fælleseuropæiske marked for handel med el.

Green Power Denmark anbefaler også, at danske politikere løfter udfordringen med effektilstrækkelighed med vores nordiske naboer og i EU-regi. Det gælder også hos myndighederne i samarbejdet med ACER og ENTSO-E. Regeringen bør arbejde for tiltag i EU og i Norden, der kan understøtte effektilstrækkeligheden på tværs af grænserne.

Rammevilkår skal generelt forbedres

Hvis vi skal have et elmarked i Danmark, hvor flere teknologier er med til at forbedre effektivitet og pålideligheden, skal vi forbedre rammevilkårene på en række områder, hvis vi skal skabe lige mulighed for, at virksomhederne kan byde sin kapacitet ind. Aktører med nye teknologier indenfor ellagring eller forbrugsfleksibilitet har behov for rammevilkår for at kunne gøre sig gældende i Danmark.

Rammevilkår for ellagring

Ellagring kan være med til at levere de ydelser, som energisystemet får brug for i fremtiden, men ellagring fylder i dag meget lidt. Det på trods af, at vi har verdens højeste andel af sol- og vindenergi i vores energisystem, og at vi derfor i nogle perioder producerer strøm i mængder og til priser, der gør det attraktivt at gemme til senere. Ved at udbygge og udvikle ellagring i Danmark kan vi udnytte strømmen fra sol- og vindenergi endnu bedre, end vi gør i dag. Dog er Danmark langt bagud med at udbygge med ellagring ift. fx Tyskland og Storbritannien.

Mange forskellige teknologier vil kunne byde ind med både korttids- og langtidslagringsløsninger, men hvis vi skal have ellagring til at blive en integreret del af energisystemet, så skal reguleringen følge med, og vi skal have nogle klare målsætninger. Med ordentlige og transparente rammevilkår for ellagring vurderer Green Power Denmark, at vi vil få mere ellagring i Danmark. Der er imidlertid stor forskel på, hvor stor effekt en ellagringsløsning vil have som bidrag til løsning af effektivitet og pålidelighedsudfordringen, afhængigt af om man tager udgangspunkt i et korttidslager på 2 timer eller et langtidslager på 20 timer.

Som det fremgår af modelberegningerne (se figur 9 og 10), vil det særligt være langtidslagringsløsninger, som har relevans ift. effektivitet, mens korttidslagringsløsningens egenskaber primært har andre systembærende egenskaber. Korttidslager er fx velegnet til at minimere balanceringsudfordringer på systemydelsesmarkedet.



Målsætning om ellagring

Green Power Denmark anbefaler, at vi fastsætter en målsætning for udviklingen af ellagringskapacitet i Danmark mod 2030 og 2035. Der bør opstilles delmål for henholdsvis korttids- og langtidslagre. Ligesom der er en målsætning om firedobling af sol- og vindkapaciteten på land, er det naturligt at Danmark som det Europæiske land med størst andel vind og sol også har en målsætning for ellagring. En målsætning, der kan være med til at drive, at vi får rammevilkårene på plads, vil samtidig sikre at ellagring kan bidrage til at løse effektivitet og pålidelighedsudfordringen.

Vejledninger til kommuner om ellagring

Ligesom der findes vejledninger henvendt til kommunerne om processen for etablering af et sol- eller vindenergianlæg bør der også udstedes vejledninger for etablering af ellagre. Det sikrer for det første, at kommunerne kan behandle ansøgninger om etablering af et ellager hurtigere, men også at ansøgningen behandles ens på tværs af kommunegrænser.

Fleksibelt tilslutningsbidrag hos Energinet

Derudover er Energinets tilslutningsbidrag i dag ikke indrettet til fremtidens aktører på fleksibilitetsmarkedet. Udfordringen er, at alle aktører, der skal føde ind på nettet, skal betale fuldt tilslutningsbidrag til Energinet, da de endnu ikke kan tilbyde et fleksibilitetsprodukt. Hvis en aktør evner at være fleksibel, og dermed afhjælpe systemet, når der er brug for det, kan tilslutning af et ellagringsanlæg både gøres billigere, og der kan spares på udbygning af nettet.

En sådan løsning er ved at blive introduceret hos distributionsselskaberne, men mangler i transmissionsnettet. Green Power Denmark anbefaler derfor, at Energinet udvikler en fleksibel tilslutningsløsning for anlæg, der føder ind i nettet, så fx ellagringsløsninger kan få en lavere tilslutningsbetaling mod at være fleksible, når transmissionsnettet er presset.

Undersøgelse af rammevilkår og virkemidler for ellagring i Danmark

Reguleringen ift. ellagring (direkte og indirekte) er generelt utilstrækkelig i Danmark, når sol og vind skal lagres. Det gør det svært for virksomheder med aktiviteter indenfor ellagring at igangsætte projekter, fordi reguleringen på området er ugenomsigtig og utilstrækkelig. Investeringsbeslutningerne for ellagringsprojekter skal træffes indenfor den nærmeste fremtid, og derfor er det afgørende, at rammebetingelserne kommer på plads. Den administrative byrde forbundet med at tilpasse projekter til krav, der i sin tid blev skabt til helt andre typer teknologier, udgør en barriere for udviklingen af markedet for ellagring i Danmark. Green Power Denmark anbefaler derfor, at Energistyrelsen igangsætter en undersøgelse af rammevilkårene for ellagring i Danmark med fokus på at identificere konkrete virkemidler, der kan understøtte udviklingen.

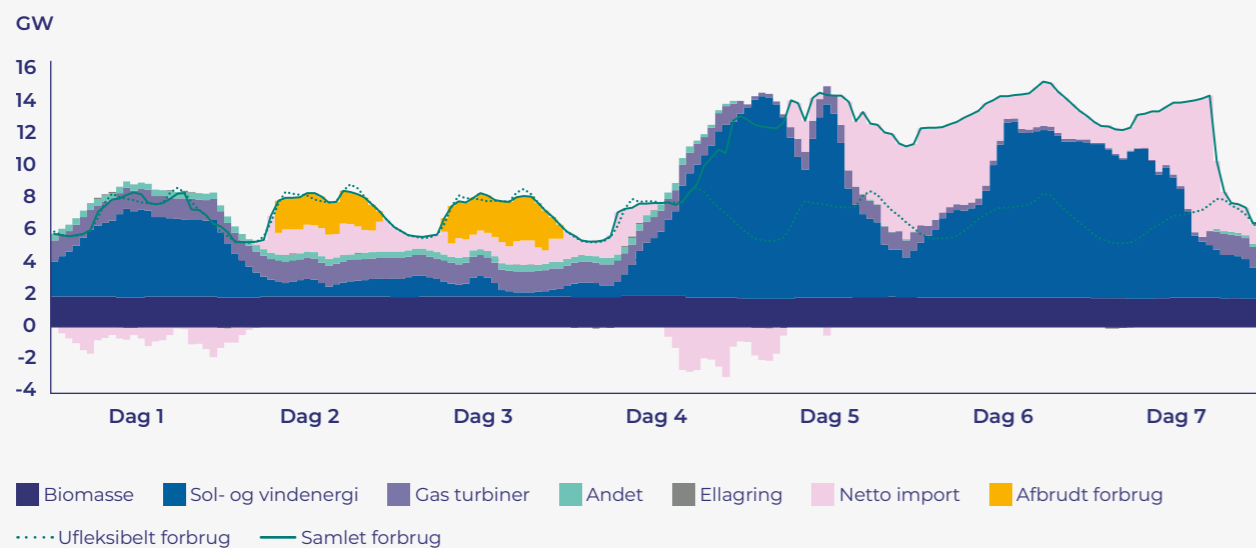
Indledningsvist er der behov for undersøgelse af og herefter formalisering af forskellige kategorier af ellagre og deres stilling ift. elafgiftsbetaling. Der er også behov for at undersøge tekniske aspekter af ellagringsagens i elsystemet, blandt andet med henblik på at klarlægge ellagringsens belastningsprofil, og herunder om der er særegne egenskaber, der gør sig gældende for ellagring. Resultaterne fra sidstnævnte undersøgelse kan bl.a. benyttes som input i udviklingen af Energinets fremtidige fleksible tilslutningsprodukt samt give et pejlemærke for, om tarifstrukturen kan styrkes i forhold til at nyttiggøre de egenskaber ellagringsanlæg har.

Ellagring kan ske i direkte form, hvor input/output er strøm eller indirekte ved at omdanne strømmen til et andet medie og herefter benytte det til at producere strøm. Her er Power-to-X og produktionen af brint via strøm fra vind og sol relevant. Brinten kan lagres og bruges til at drive spidslastanlæg, som netop kan understøtte effektivitet og pålideligheden i Danmark.

I fremtiden kommer vi også til at producere mere biogas i Danmark, som ligeledes kan benyttes til at drive spidslastanlæg. Fælles for biogas og brint fra PtX-anlæg er, at det fortrænger forbruget af fossil gas og fx forbruget af russisk gas i Danmark. Desværre gælder det også,



Figur 8: En vinteruge I 2030



at rammevilkårene for indirekte ellagring med biogas og brint er utilstrækkelige i øjeblikket, og skal disse teknologier kunne anvendes fra 2030, er det afgørende, at rammevilkårene kommer på plads.

For brintproduktionen mangler der fortsat en plan for finansiering og etablering af en dansk brintinfrastruktur. Det samme gælder en afklaring af vilkårene for adgangen til brintinfrastrukturen. Her er det Energinet og Evida, der skal sikre afklaring. Ligeledes bør tarifmodellerne i elsystemet for lagring gennem PtX produceret gennem en direkte linje (bag-måleren) for de statsligt udpegede energiparker også fastlægges af Energinet.

For biogas gælder det, at tarifstrukturen ikke afspejler de omkostninger, produktionen giver anledning til. Green Power Denmark anbefaler derfor, at der hurtigt tages beslutning om finansiering af en dansk brintinfrastruktur, og at Evida undersøger omkostningsægtigheden i tariferingen af biogas. I øjeblikket kan biogasproducenter se frem til øgede omkostninger som resultat af en ny tarifmodel, der til dels fungerer som en barriere for at udfase russisk gas i Danmark. Med en besluttet brintinfrastruktur og en hensigtsmæssig tarifering af biogas styrker det investerings-signalet i spidslastanlæg drevet af brint og biogas.

Inkluder flere ellagringstyper i analyseforudsætninger

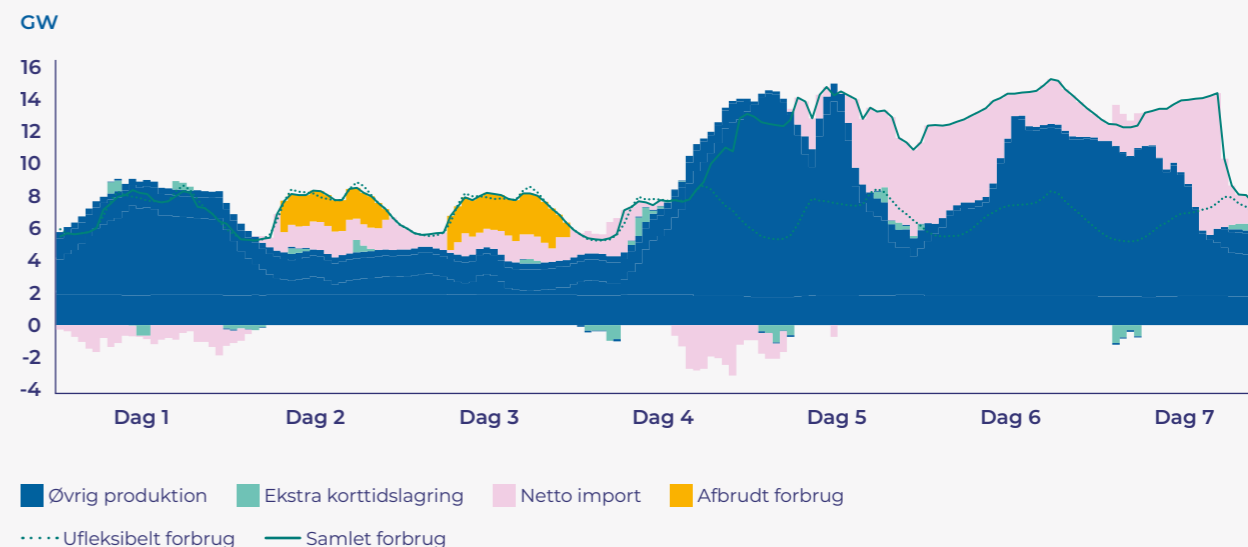
I analyseforudsætningerne til Energinet udarbejdet af Energistyrelsen er Green Power Denmark glade for, at ellagring er inkluderet. Dog står der, at forudsætningen kun indeholder kapaciteten for litium-ion-batterier og ikke andre typer ellagring. Green Power Denmark anbefaler, at Energistyrelsen fremadrettet operer teknologineutralt og dermed også inkluderer andre ellagringstyper i sine forudsætninger. Såsom fx termisk ellagring.



Figur 9: Ekstra korttidslagring

Effekten på effekttilstrækkeligheden i en presset vinteruge i 2030 af, at man indsætter 2,8 GW korttidslagring i Danmark, hvor ellageret kun kan yde effekt i to timer. 2,8 GW svarer til at oversætte forventningen

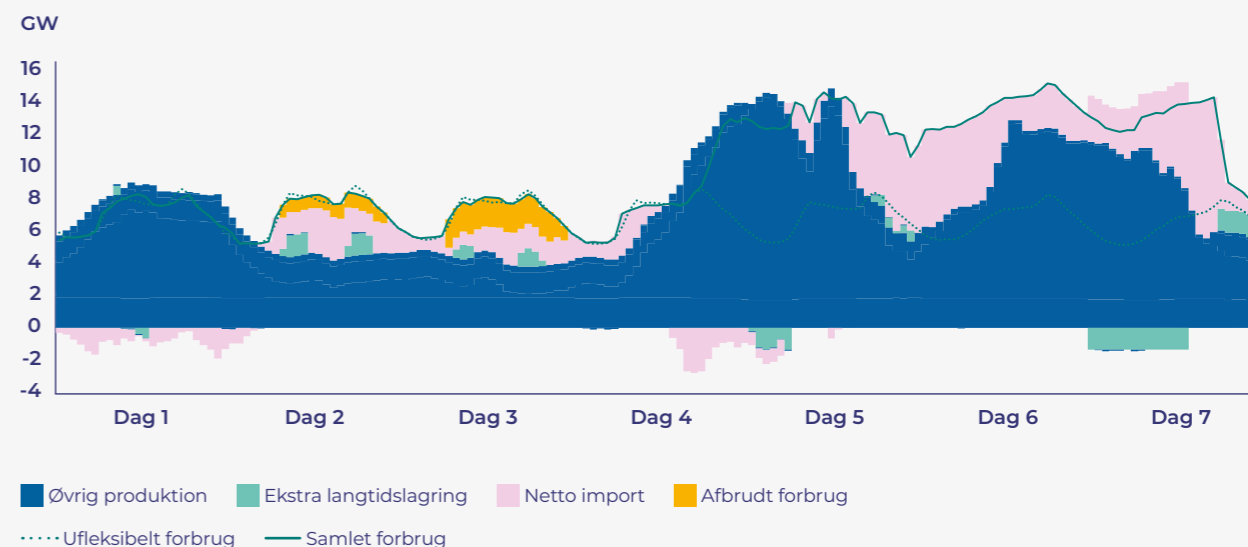
til ellagring i Tyskland til danske forhold. Grafen viser, at effekt manglen er minimeret på dag 2 ift. figur 8, men effekten er mindre på dag 3.



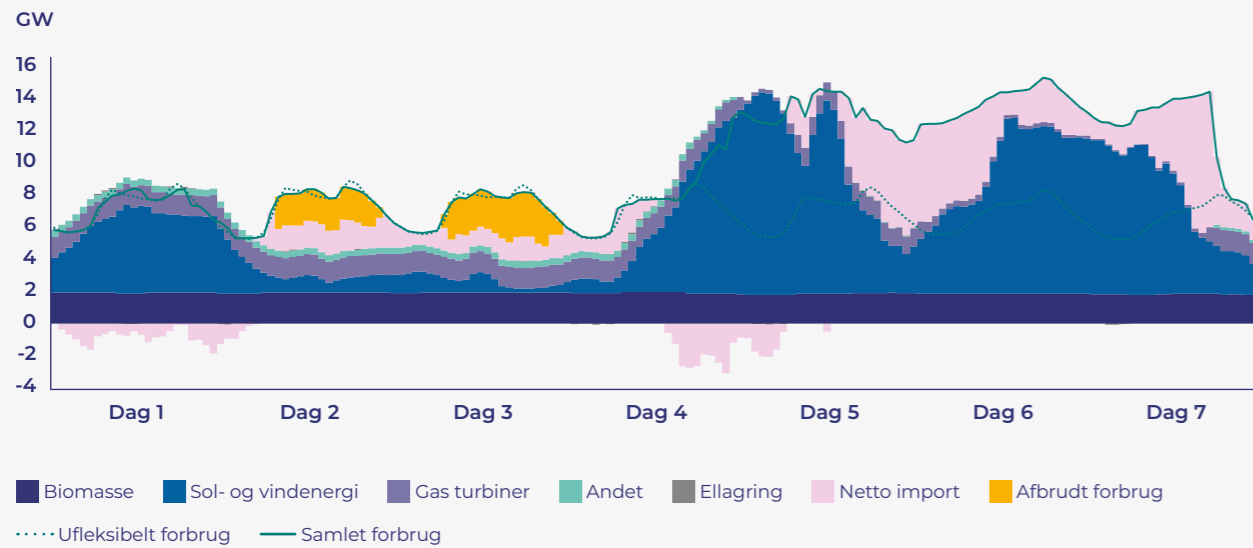
Figur 10: Ekstra langtidslagring

Hvis man i stedet laver den samme ellagring på 2,8 GW om til langtidslagring på 20 timer fremfor to timer, har det en større virkning på effekttilstrækkeligheden, og vi

kan se, at effekt manglen minimeres og mere end tilfældet var med korttidslagrene. På dag 3 ser vi, at en del af langtidslageret er udtømt.



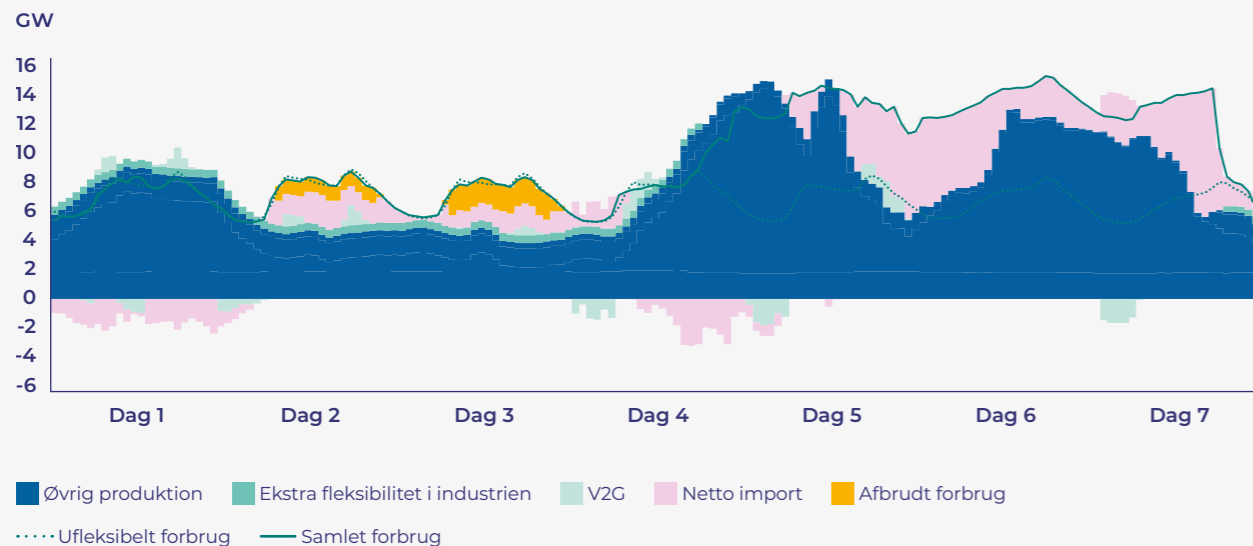
Figur 11: En vinteruge I 2030



Figur 12: Ekstra fleksibilitet og V2G

Hvis vi får ordentlige og transparente rammevilkår for forbrugsfleksibilitet på plads, kan det også minimere udfordringen med effekttilstrækkelighed. Grafen viser effekten af, at 25 % af elforbruget på datacentre og 20 % af elforbruget hos fremstillingsvirksomheder kan mini-

meres i kritiske timer, og at 21 % af alle elbiler i Danmark benytter V2G, hvor op til 50 % af batteriet benyttes. Vi ser, at aktivering af yderligere fleksibilitet minimerer effektmanglen.



Rammevilkår for forbrugsfleksibilitet

Forbrugsfleksibilitet handler grundlæggende om, at vi i højere grad, end vi gør i dag, bliver bedre til tidsmæssigt at flytte vores forbrug af strøm eller at skrue op og ned for vores forbrug af strøm afhængigt af både elpriser og behovet i elsystemet. Vores samfund er i dag meget mere digitalt end hidtil, og flere og flere af vores elenheder i husholdninger og i virksomheder er intelligente og kan styres smart.

Det er også blevet meget nemmere for forbrugerne at få information om priserne på strøm. I takt med at vi får et fluktuerende produktionsudbud fra vind og sol, vil forbrugsfleksibiliteten få en meget vigtig rolle i vores energisystem og kan derfor også være med til at forbedre effekttilstrækkeligheden. Som det fremgår af simuleringerne (se figur 12), vil yderligere forbrugsfleksibilitet i datacentre, fremstillingsvirksomheder samt Vehicle-to-Grid-løsninger i elbiler kunne minimere effektmanglen betydeligt.

Uafhængige aggregatorer

Forbrugerne kan være med til at balancere systemet i driftstimen. I dag er der allerede storforbrugere, der er med til at levere systemydelser, men vi kan gøre mere for at få aktiveret virksomheder og husholdninger i driftstimen. Her gælder det fx om at få implementeret de nye uafhængige aggregatorer på markedet, herunder også for de energitunge systemydelser. En uafhængig aggregator er en aktør, der så at sige "puler" forbruget eller produktionen fra flere små enheder uafhængigt af elleverandørerne. På den måde kan vi få flere enheder i spil ift. forbrugsfleksibilitet end det ellers ville være tilfældet. Det kan potentielt frigive yderligere fleksibilitet, som kan være med til at sikre balancen i driftsøjeblikket og udløse den allersidste fleksibilitet.

Ifølge implementeringen af uafhængige aggregatorer gælder det om, at Energinet skal prioritere flere ressourcer til at inddrage de balanceansvarlige aktører i arbejdet med implementeringen, og at Energinet i det hele taget skal prioritere ressourcer til at udvikle en korrektions- og kompensationsmodel, der forholder sig til indhentningseffekter og baselineforbrug og sikrer øget transparens for de øvrige energihandlere på markedet i påvirkninger fra de uafhængige aggregatorer.

Når det er sagt, ser Green Power Denmark positivt på de muligheder uafhængige aggregatorer giver ift. at udløse yderligere fleksibilitet, samt at flere mindre enheder bliver aktive på markedet for fleksibilitet.

Intelligent styring af bygninger

I forbindelse med vedtagelsen af EU's bygningsdirektiv kommer der snart nye krav til styrbarheden af energiforbruget i bygningsmassen hos virksomheder og i det offentlige. I dag står bygninger for 40 % af energiforbruget, så forbrugsfleksibilitet herfra får en væsentlig betydning. Hensigten med det nye direktiv er bl.a. øget energieffektivitet og nedsættelse af unødvendigt energiforbrug til opvarmning, ventilation osv., fx på tidspunkter, hvor bygningerne ikke benyttes. Det medfører en indførelse af intelligent bygningsstyring, som med fordel kan benyttes til balancering af elsystemet, og vi bør i implementeringen af disse nye systemer tænke systemydelser med i optimeringen af bygningernes elforbrug.

Green Power Denmark anbefaler derfor, at myndighederne sætter fokus på dette i implementeringen af reglementet i Danmark og nedsætter relevante arbejdsgrupper, der kan bistå til at udnytte synergiene mellem energieffektivisering af bygningsmassen og det fleksibilitetsbehov i elforbruget, vi får i fremtiden.



En samlet løsning

Energikrisen har vist os, at det er vigtigt ikke at være afhængig af en bestemt type energikilde (fx russisk gas), og at det er nødvendigt at satse på flere løsninger. Sådan er det også med risikoen for manglende effekt i elsystemet, altså risikoen for at lyset slukker, hvis der ikke er strøm nok time for time. Her skal der også flere redskaber og regulatoriske indsatser til.

Analyser fra myndigheder, og nu Green Power Denmarks egen viser, at der fra 2030 og fremover er risiko for manglende effekt. Det skal tages alvorligt, og det er allerede i dag løsningerne på udfordringen med effektmangel i Danmark skal findes. I 99% af tiden forventes det nuværende energimarked at kunne sikre effekttilstrækkeligheden. Men i situationer med lav elproduktion og et højt elforbrug vil elsystemet blive udfordret. Her vil vi have behov for at kigge på en flerstrengt løsning, hvor forskellige teknologier kan spille hver sin rolle. Her vil forbedrede rammevilkår for ellagring og forbrugsfleksibilitet kunne bidrage, men der er også behov for, at vi i Danmark, som øvrige lande i EU, ser på

behovet for en egentlig kapacitetsmekanisme. En kapacitetsmekanisme, der kan sikre, at der står kapacitet til rådighed de dage, der måtte være behov herfor.




Der vil på sigt være flere muligheder og teknologier i spil til at sikre den nødvendige effekt. I den forbindelse skal der også findes svar på, hvilken rolle den nuværende vejruafhængige produktionskapacitet skal spille. Alt sammen for at sikre, at der i de kommende år træffes de rigtige investeringsbeslutninger i energisystemet.

Forskellige teknologier har forskellige styrkepositioner, og de kan gøre sig gældende i forskellige situationer og tidsrum. Kraftvarmeverker, ellagring og fleksible forbrugsenheder kan og skal bidrage med hver sit, og energisystemer skal indrettes, så de alle kan gøre sig gældende. Gør vi det, så kan vi sikre effekttilstrækkeligheden for danske husholdninger og virksomheder med god samfundsøkonomi. Men arbejdet med at sikre, at der altid er strøm i stikkontakten, skal i gang nu.





Green Power Denmark
+45 35 30 04 00
info@greenpowerdenmark.dk

-  @GreenPowerDK
-  Green Power Denmark
-  greenpowerdenmark

© Green Power Denmark 2023

