

# Sikker elforsyning med sol og vind

## Mulige løsninger for et fremtidigt elsystem under pres

### Analysen fortalt på 2 minutter

Er det muligt at sikre elforsyningssikkerheden i en fremtid, hvor størstedelen af vores strøm kommer fra sol- og vindenergi, og hvor vores elforbrug er langt højere end i dag? Det korte svar er heldigvis ja – hvis vi tager hånd om udfordringerne i tide.

Både Danmark og resten af Europa står over for en storstilet elektrificering af samfundet. Biler, fabrikker og mange andre dele af samfundet skal drives af strøm, og den skal komme fra vedvarende energikilder, der ikke udleder drivhusgasser. Derfor vil Europa i fremtiden blive forsynet af strøm fra flere vedvarende energianlæg, samtidig med at de traditionelle, fossile kraftværker udfases.

Klimarådet har undersøgt, om Danmark vil kunne producere nok strøm, selv i ekstreme situationer hvor vinden ikke blæser, hvor solen ikke skinner i længere perioder, og hvor import af strøm ikke er mulig, fordi landene omkring os har samme vejrmæssige udfordringer som os selv. Analysen fokuserer altså på det, der teknisk kaldes *effekttilstrækkeligheden*.

Hvis der ikke handles politisk, kan der opstå store og langvarige strømafbrydelser i Danmark. Afbrydelserne vil kunne komme hyppigere og vare i længere tid, jo længere ud i fremtiden vi kigger. For at afdække dette har Klimarådet set på en række scenarier for den europæiske elsektor i årene 2030, 2035 og 2040.

Klimarådets analyse viser, at elforsyningssikkerheden kan styrkes med en række løsninger:

- Regulerbar elkapacitet, fx gasturbiner, der kan producere strøm af blandt andet brint. Turbinerne vil kunne træde til i de få timer om året, hvor der er meget lav produktion fra sol og vind.
- Ellagring, fx store termiske ellagre.
- Fleksibelt forbrug, fx øget fleksibilitet i elforbruget blandt industrivirksomheder.

Ellagring og fleksibelt forbrug er ikke tilstrækkelige løsninger, hvis man skulle have et politisk ønske om at forhindre ethvert potentielt strømafbud, som er forårsaget af effektmangel. En total dækning vil derimod kræve, at der investeres i regulerbar elkapacitet, fx gasturbiner, og at det sikres, at denne elkapacitet er klar til at træde til i de særligt pressede situationer, selv om det kun er i få timer. Dette kan sikres ved at etablere en *kapacitetsmekanisme*. Kapacitetsmekanisme er en betegnelse for en række løsninger, der har til formål at sikre elforsyningssikkerheden, og hvor myndighederne tilbyder betaling til de aktører, som kan levere strøm eller nedregulere deres forbrug, når myndighederne kræver det i pressede perioder.

Prisen for at opstille de nødvendige gasturbiner eller lignende elkapacitet afhænger af hvilke scenarier for fremtiden man tager udgangspunkt i, men den kunne fx være i størrelsesordenen 3 mia. kr. årligt svarende til 100 kr. årligt for en gennemsnitsfamilie.

Der er dog EU-regler, som begrænser brugen af de såkaldte kapacitetsmekanismer. Ifølge reglerne skal behovet for yderligere kapacitet kunne dokumenteres af det land, som ønsker at indføre en kapacitetsmekanisme. Samtidig skal udfordringer med at sikre nok strøm først være forsøgt løst med markedsbaserede løsninger. Samlet set betyder det, at det er en tidskrævende proces at sikre muligheden for at etablere en kapacitetsmekanisme under EU's regler. Klimarådet opfordrer derfor regeringen og energimyndighederne til at sætte yderligere fokus på opgaven allerede nu.

## Klimarådets anbefalinger

- **Udbygningen med sol- og vindenergi bør ikke bremses af bekymringer for elforsyningssikkerheden, men udfordringer bør håndteres rettidigt.**

Der er gode muligheder for, at vi kan understøtte elsystemet, så vi begrænser effektmanglen i fremtiden eller helt undgår at mangle strøm i udfordrende perioder. Implementering af flere af løsningerne kan tage mange år, og regeringen og energimyndighederne bør derfor være opmærksomme på at håndtere udfordringer med elforsyningssikkerheden rettidigt.
- **Energimyndighederne bør undersøge og planlægge tiltag for at øge fleksibiliteten i elsystemet, ud over hvad elmarkedet selv bidrager med.**

For at opretholde et givent politisk ønsket niveau af elforsyningssikkerhed kan der fremadrettet blive behov for yderligere fleksibilitet i elsystemet, ud over hvad elmarkedet leverer på egen hånd. Flexibiliteten kan, ud over transmission til udlandet, sikres via fx ellagre, fleksibelt elforbrug og regulerbar elproduktionskapacitet og kan fx tilvejebringes via forskellige tiltag, herunder kapacitetsmekanismer. Energimyndighederne bør i den forbindelse afklare, om den elproduktionskapacitet, der står til at lukke, kan og bør anvendes i sådanne mekanismer. Mulighederne for at etablere en kapacitetsmekanisme er stramt reguleret af EU, hvorfor energimyndighederne bør undersøge og planlægge for mulige tiltag, der kan tillades under nuværende EU-regler eller alternativt arbejde for at tilpasse disse regler.
- **Regeringen bør sikre incitamentet til ellagring og forbrugsfleksibilitet.**

Ellagring og fleksibelt elforbrug kan bidrage til elforsyningssikkerheden på en klimavenlig og omkostningseffektiv måde, og regeringen bør derfor sikre, at der er incitament til, at potentialet for både lagring og forbrugsfleksibilitet bliver udnyttet. Endvidere bør regeringen have fokus på at støtte generel teknologiuudvikling inden for disse områder.
- **Regeringen bør arbejde for at reducere risikoen forbundet med import.**

Danmark bliver frem mod 2040 i stigende grad afhængig af import af strøm i perioder med lav elproduktion fra sol og vind. Denne udvikling afspejler en omkostningseffektiv integration af elmarkeder, men den gør Danmark afhængig af udenlandsk strøm. Regeringen bør arbejde for at reducere risikoen forbundet med importafhængighed. Det kan fx være gennem øget samarbejde om eltransmission i Norden eller gennem en aktiv indsats for at styrke eltransmissionen på tværs af EU – også i situationer hvor elsystemet er presset og elpriserne er høje.
- **Energimyndighederne bør indregne risikoen for ekstreme hændelser i fremtiden.**

Myndighederne i Danmark er i gang med at fastlægge en samfundsøkonomisk optimal målsætning for elforsyningssikkerhed. Når Energinet vurderer, om vi lever op til denne målsætning, bør myndighederne i højere grad end i dag indregne risikoen for ekstreme hændelser, fx sjældne, men mulige vejrænomener og længerevarende afbrud af essentielle transmissionsforbindelser.
- **Energimyndighederne bør inddrage scenarier med store mængder sol- og vindenergi.**

De danske myndigheder har i dag fokus på elforsyningssikkerhed og foretager analyser, der både inddrager risikoen for forskellige tekniske nedbrud på anlæg samt kritiske, historiske vejrår. Klimarådet anbefaler, at disse analyser også inddrager udlandsscenarioer, som er konsistente med Parisaftalen og som indebærer store mængder sol- og vindenergi og et højt elforbrug. Disse scenarier bør inddrages, når myndighederne vurderer, om vi overholder målsætningen for elforsyningssikkerhed.
- **Elforsyningen bør sikres uden et højt forbrug af biomasse.**

For at begrænse forbruget af biomasse bør eventuel bevaring af termisk kapacitet i forbindelse med en kapacitetsmekanisme kun have til formål at sikre elforsyningssikkerheden i særligt pressede situationer. Eventuel bevaring af termisk kapacitet bør altså ikke anvendes til generel el- og varmeproduktion og bør ikke forsinke en aftrapning af biomasseforbruget. Klimarådet har tidligere anbefalet, at regeringen udarbejder en samlet, langsigtet strategi for, hvordan Danmarks forbrug af biomasse bedst aftrappes til et globalt bæredygtigt niveau. I denne forbindelse har rådet også anbefalet, at der sikres retvisende incitament, så afbrænding af biomasse ikke fremmes mere, end hvad klimapåvirkningen tilsiger. Disse anbefalinger bør gøres gældende, også selvom Danmarks elforsyningssikkerhed fremadrettet presses mere end i dag.

## Analysen fortalt på 10 minutter

### Danmarks høje elforsyningssikkerhed kan blive udfordret i fremtiden

Det er sjældent, at der ikke er strøm i stikkontakten i Danmark. Konkret har danske forbrugere i gennemsnit over de seneste mange år oplevet elafbrud i cirka 20 minutter om året. Elafbrud er situationer uden strøm i stikkontakten i hjemmet eller virksomheden. Det er et lavt niveau i sammenligning med andre europæiske lande.

Klimaforandringerne kræver, at vi omstiller samfundet til et elektrificeret og klimapositivt samfund. Det indebærer også en omstilling af energisystemet og af elforsyningen, som i stigende grad skal komme fra vedvarende energikilder som sol og vind og i meget mindre grad fra termiske kraftværker, som ofte har været baseret på fossile brændsler eller på biomasse. Samme udvikling er i gang i hele Europa.

Men er det overhovedet muligt at basere sin elforsyning på vind og sol i en fremtid, der også vil kræve store ekstra mængder strøm? Og hvad gør vi, når solen ikke skinner, og vinden ikke blæser?

### Klimarådets analyse peger mod løsninger i et langt tidsperspektiv

Omstillingen af energisektoren fra termiske kraftværker til sol- og vindenergi er en stor opgave, som har været i gang længe, og som også vil forløbe over de næste årtier. Det er derfor nødvendigt at se langt ud i fremtiden, når det skal undersøges, om der vil opstå udfordringer med elforsyningssikkerheden. I denne analyse har vi valgt at undersøge udviklingen frem til 2040.

Selv om omstillingen til vind og sol forløber over en lang årrække, er der to gode grunde til at forholde sig til den potentielle problemstilling omkring forsyningssikkerheden allerede nu.

- **Vished.** Det er vigtigt at få vished om, at den igangværende omstilling af energisektoren til vind- og solenergi ikke vil skabe problemer for elforsyningen, som vi ikke er i stand til at håndtere.
- **Rettidig implementering.** Det kan tage lang tid at planlægge og implementere nogle af de initiativer og løsninger, der er nødvendige for at håndtere problemerne med fremtidens elforsyning.

### Klimarådet fokuserer på elproduktionen og ikke på elnettet

Denne analyse beskæftiger sig ikke med alle de forskellige forhold, der kan føre til manglende strøm i kontakten. Analysen forholder sig til den del af elforsyningssikkerheden, som handler om, hvorvidt der til alle tider vil være nok strøm i et dansk energisystem, som næsten udelukkende er baseret på vind og sol. Det kaldes også effekttilstrækkelighed.

Manglende strøm i kontakten kan også skyldes andre forhold, fx at den producerede strøm ikke kan nå frem til forbrugeren på grund af pludselige nedbrud eller manglende kapacitet i elnettet. Disse forhold beskæftiger analysen sig imidlertid ikke med.

### Elforsyningssikkerheden vil blive udfordret uden nye tiltag

Når ovenstående spørgsmål besvares, er det vigtigt at skelne mellem situationen, hvor der ikke findes løsninger på problemstillingen omkring elforsyningssikkerhed, og situationen, hvor markedet og myndighederne agerer for at løse problemstillingen. Først ser vi på situationen, hvor der ikke implementeres nye løsninger, ud over en udvidelse af transmissionsforbindelser til udlandet.

Elforsyningssikkerheden undersøges i en række scenarier, som er beskrevet i tabel 1. Scenarierne er mere detaljeret beskrevet i den fulde rapport.

Tabel 1 Overblik over scenarier

Scenarie	Beskrivelse
Almindeligt vejrår	Scenariet afspejler et år med normale vind- og solforhold og en normal nedbørsmængde til vandkraft i Norden.
Presset vejrår	Scenariet afspejler et vejrår med dårligere vind- og solforhold end det almindelige vejrår samt lav nedbørsmængde til vandkraft i Norden. Bedømt ud fra historiske data vurderer Klimarådet, at de pressede vejr-situationer, som kendetegner dette vejrår, meget vel kunne opstå én gang hvert årti (og dermed kan betegnes som en tiårshændelse).
Vejrchok	Scenariet afspejler et vejrchok, hvor elsystemet presses yderligere af mindre produktion fra sol og vind. Vejrchokket kan betragtes som noget lignende en 100-årshændelse.
Vejr- og transmissionschok	Scenariet tilføjer et transmissionschok oven i vejrchokket og afspejler dermed en situation, hvor kritisk infrastruktur er ude af drift på kritiske tidspunkter. Konkret lukkes transmissionsforbindelserne til/fra Sverige og Norge i to uger med meget lidt vind og sol.

Kilde: Klimarådet.

Tabel 2 viser den forventede elmangel i et presset vejrår og under forskellige chok i 2030 og 2040 uden nye tiltag. De viste data er fra en model, som kan simulere det europæiske elsystem langt ud i fremtiden. Tabellen viser, at der i simulationen af elsystemet med et presset vejrår i 2040 opstår timer med effektmangel på op til 4,6 GW i Danmark. Dette svarer til, at cirka 50 pct. af det forventede elforbrug i de mest pressede timer ikke vil blive forsynet. I simulationerne, som inkluderer vejrchok og transmissionschok, stiger effektmanglen til op mod 85 pct. af det forventede forbrug i de mest pressede timer. Der er også effektmangel i 2030, men i mindre omfang.

I tabellen er antallet af timer med elmangel også opgjort for de enkelte scenarier. I langt de fleste timer vil det kun være en lille andel af det samlede antal elforbrugere i Danmark, som rammes af elafbruddet, og som dermed ikke har strøm i stikkontakten.

Tabel 2 Maksimal elmangel og antal timer med elmangel i forskellige scenarier uden nye tiltag

Scenarie	2030		2040	
	Maksimal elmangel	Antal timer med elmangel	Maksimal elmangel	Antal timer med elmangel
Almindeligt vejrår	0 GW	0 timer	0 GW	0 timer
Presset vejrår	1,9 GW	59 timer	4,6 GW	83 timer
Vejrchok	2,4 GW	76 timer	5,8 GW	130 timer
Vejr- og transmissionschok	4,2 GW	99 timer	7,9 GW	194 timer

Anm.: Samlet antal timer med elmangel, som ikke nødvendigvis er sammenhængende perioder.

Kilde: Klimarådet.

Resultaterne indikerer et markant fald i forsyningsikkerheden i forhold til i dag, hvis disse scenarier reelt kommer til at udspille sig, og hvis vi ikke gør noget for at håndtere udfordringerne. For eksempel viser data fra simulationen af det pressede vejrår i 2040, at der vil være effektmangel et sted i landet i 83 timer. Dette bør sammenholdes med, at der i Danmark ikke har været elafbrud på grund af effektmangel i de seneste mange år.

## Udfordringerne med elforsyningsikkerhed kan håndteres med en række forskellige løsninger

En høj elforsyningsikkerhed i Danmark kan sikres af en række tekniske løsninger, der både kan bidrage med fleksibilitet i elproduktionen og i forbruget af el.

Klimarådet har undersøgt tre løsninger:

- Regulerbar elkapacitet (fx gasturbiner)
- Ellagre
- Fleksibelt forbrug

Herudover antages der i alle scenarier en udvidelse af transmissionsforbindelser til udlandet.

## Regulerbar elkapacitet kan producere el, når der er elmangel

Regulerbare termiske kraftværker leverer i dag en betydelig del af den danske elproduktion. Men i et fremtidigt energisystem med stor elproduktion fra sol- og vindenergi vil de regulerbare kraftværker skulle spille en anderledes rolle. I stedet for at levere elektricitet i mange af årets timer vil udvalgte anlæg kunne bidrage til at opretholde elforsyningsikkerheden ved at levere el i de få timer om året, hvor sol- og vindparkernes produktion er meget lav. I denne analyse undersøges det, hvordan nye regulerbare værker, som drives på enten naturgas, brint eller biogas, vil kunne bidrage i denne rolle.

## Ellagre kan gemme vigtig strøm fra perioder med meget sol og vind

Ellagre er meget lidt udbredt i det danske elsystem i dag. I fremtiden kan denne type anlæg komme til at spille en væsentlig større rolle, når der bliver behov for nye teknologier, som kan udligne forskelle mellem elforbruget og den uregulerbare elproduktion fra sol og vind. En oplagt lagringsteknologi i denne sammenhæng er såkaldte termiske lagre, hvor store mængder strøm kan lagres for relativt begrænsede omkostninger. Et termisk lager fungerer ved, at et materiale som fx sten opvarmes til en høj temperatur ved hjælp af elektricitet. Et opvarmet lager vil så på et senere tidspunkt kunne generere elektricitet.

## Forbrugere kan bruge strøm mere fleksibelt

Elforbrugere agerer med en vis fleksibilitet i elsystemet allerede i dag. Mange har fx en app, hvor det er muligt at se, hvornår strømmen er billigst. Både virksomheder og private forbrugere har mulighed for at reducere deres energiomkostninger ved at flytte deres forbrug fra timer med højere elpriser til timer med lavere elpriser. Mulighederne vil blive større i fremtiden.

I denne analyse undersøges effekten på forsyningsikkerheden af, at visse typer virksomheder reducerer deres elforbrug 20-25 pct. i spidsbelastningsperioder, og at op imod 25 pct. af alle elbiler stiller deres batterikapacitet til rådighed for afladning i samme perioder.

## Udlandsforbindelser er ikke altid løsningen ved elmangel

Analysens scenarier viser, at Danmark i et væsentligt antal timer om året vil være afhængig af import fra udlandet for at sikre elforsyningen. Det understreger vigtigheden af udlandsforbindelserne, og af at de er tilgængelige og bidrager til at sikre forsyning, når der er brug for det.

Udlandsforbindelser ind og ud af Danmark er imidlertid ikke altid det ideelle instrument til at sikre elforsyningsikkerheden i perioder med lav elproduktion fra sol og vind. Det skyldes, at de ugunstige sol- og vindforhold i en del tilfælde rammer flere lande samtidigt. Der kan altså både mangle strøm i Danmark og i flere af de lande, vi normalt udveksler strøm med.

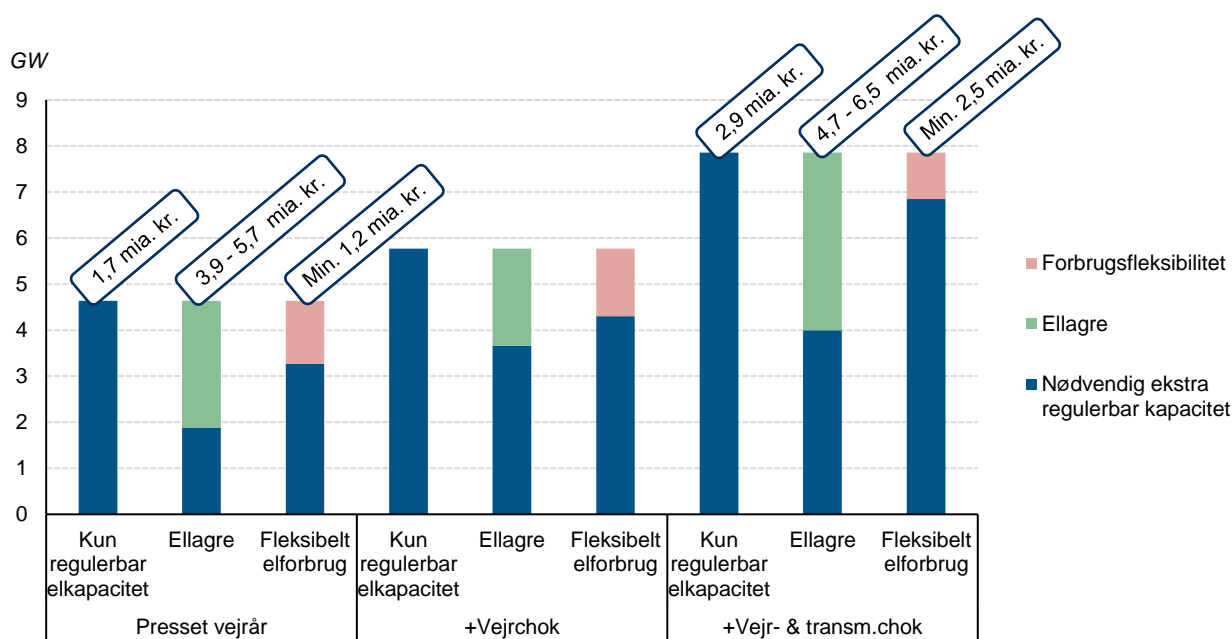
### Løsningerne kan implementeres relativt billigt

Omkostningerne ved de undersøgte løsninger er overkommelige sammenlignet med øvrige udgifter til elsystemets drift. De øvrige udgifter indbefatter omkostninger til produktion, transmission og distribution af elektricitet. Klimarådets estimater af omkostningerne ved at etablere de undersøgte løsninger fremgår nedenfor af figur 1.

For løsningen med regulerbar elkapacitet er omkostningen beregnet til cirka 1,7 mia. kr. årligt, hvis der skal etableres tilstrækkelig regulerbar termisk kapacitet til at sikre elforsyningen i et presset vejrår. I dette scenarie etableres der cirka 4,5 GW kapacitet, og det er tilstrækkeligt til at håndtere udfordringen i alle de simulerede år frem til 2040. I scenariet med vejr- og transmissionschok øges omkostningen til 2,9 mia. kr. årligt, og der etableres knap 8 GW kapacitet.

I scenariet hvor den regulerbare elkapacitet kombineres med lagerkapacitet, estimeres omkostningerne til 3,9-5,6 mia. kr. i et presset vejrår. Løsningen er dermed dyrere, end når der udelukkende anvendes regulerbar elkapacitet. Der er dog stor usikkerhed om omkostningerne ved de typer af ellagringsteknologier, der er relevante i denne størrelsesorden.

I scenariet hvor den regulerbare kapacitet kombineres med mere fleksibilitet på forbrugssiden, er omkostningen estimeret til minimum 1,2 mia. kr. for det pressede vejrår og minimum 2,5 mia. kr. for scenariet med vejr- og transmissionschok. Minimumsomkostningen afspejler alene omkostningen relateret til den regulerbare elkapacitet, da der er stor usikkerhed om, hvad omkostningerne relateret til den ekstra fleksibilitet på forbrugssiden vil være.



Figur 1 Nødvendig ekstra regulerbar kapacitet og årlig omkostning til at afværge elafbrud

Anm.: Prisen over søjlerne repræsenterer et groft omkostningsskøn. Det er derfor vanskeligt at sammenligne omkostninger på tværs af scenarier. Bemærk, at omkostningsskønnet kun er udarbejdet for et presset vejrår og "Vejr- og transmissionschok. Alle omkostninger er anført i 2022-priser.

Kilde: Klimarådet.

Det er svært at sige, hvilket af de tre præsenterede løsningsscenarier, der vil være det bedste. Dette skyldes primært usikkerhederne om omkostninger og teknologiudvikling. Det er dog sandsynligt, at den samfundsøkonomisk billigste løsning vil basere sig på en kombination af regulerbar elkapacitet, lagerkapacitet og fleksibilitetstiltag.

Analysen fokuserer på, *hvordan* vi kan sikre elforsyningen i ekstreme situationer med forskellige løsninger, og dermed ikke om vi *bør* sikre elforsyningen i alle disse situationer. I et samfundsøkonomisk perspektiv er det formentlig

uforholdsmæssigt dyrt at sikre, at elsystemet er robust nok til at undgå elafbrud i enhver tænkelig situation, som omkostningerne i figur 1 er udtryk for. Det er formentlig samfundsøkonomisk billigere at acceptere en vis risiko for elafbrud, som vi også gør i dag, end at investere i tekniske løsninger, der kan sikre os i alle situationer.

### **Finansieringen øger elregningen i størrelsesordenen 100 kr. om året for en gennemsnitsfamilie**

Omkostningerne til at sikre forsyningssikkerheden er ret begrænsede, når de sættes i relation til de samlede elomkostninger. For eksempel er omkostningerne ved løsningen baseret på regulerbar elkapacitet angivet til op til 2,9 mia. kr. årligt. Hvis man holder denne værdi op imod det forventede elforbrug i det danske elsystem i 2040, svarer det omtrent til 3 øre pr. kWh. Til sammenligning svarer dette beløb cirka til halvdelen af den nuværende systemtarif, der betales til Energinet for at sikre systembalancen (6,7 øre pr. kWh i 2023).

For en almindelig husholdning, som i 2021 betalte 236 øre pr. kWh for strøm (den samlede elpris inklusive skatter, afgifter og tariffer), udgør den nævnte omkostning en stigning i den samlede elpris på cirka 1 pct. Det svarer til en stigning i elregningen på cirka 100 kr. om året for en gennemsnitsfamilie med to voksne og to børn.

### **Elmangel medfører højere elpriser**

Elpriserne bliver høje i perioder med elmangel. Konkret viser denne analyse, at med de nuværende regler i elmarkedet vil den årlige gennemsnitspris i et presset vejrår i 2030 blive forøget med 121 pct. relativt til et almindeligt vejrår. Et kombineret vejr- og transmissionschok fører til en forøgelse på 162 pct. Det er her værd at notere sig, at de historiske vejrdata indikerer, at det ikke vil være særligt hyppigt, at vi vil opleve år med de udfordringer, som er indikeret i det pressede vejrår, og at noget lig scenariet med det kombinerede vejr- og transmissionschok vil være et meget lidt sandsynligt scenarie. Men år med perioder med udfordrende vejr vil forekomme, og dette er en reel udfordring ved omstillingen til et energisystem med meget sol- og vindenergi.

Scenarierne i denne analyse illustrerer, at den gennemsnitlige elregning kan forventes at blive væsentligt højere i de år, hvor der opstår perioder med elmangel. Det gør det relevant at overveje, hvad der kan gøres for at undgå, at dette medfører væsentligt højere elregninger for forbrugerne. Det vil kunne bidrage til at sikre den sociale sammenhængskraft og den generelle opbakning til den grønne omstilling. Det er et politisk spørgsmål, hvordan og i hvilket omfang man ønsker at håndtere denne problematik.

### **Det tager tid at etablere en kapacitetsmekanisme**

Denne analyse har peget på regulerbar elkapacitet, fx gasturbiner eller andre kraftværker, som et centralt redskab til at opretholde elforsyningssikkerheden i fremtiden. Disse kraftværker vil kunne stå til rådighed og træde til i de forventeligt ganske få timer om året, hvor der er meget lav produktion fra sol og vind. Planlægningen skal imidlertid starte i god tid, hvis der skal være sikkerhed for, at kraftværkerne står klar, når der er brug for dem.

I øjeblikket er der tilstrækkeligt med regulerbar elkapacitet i det danske elsystem til at opretholde elforsyningssikkerheden på et højt niveau. Imidlertid forventes det, at de eksisterende regulerbare centrale og decentrale kraftværker løbende vil blive udfaset over de kommende årtier. Dette sker, fordi de stigende mængder sol og vindenergi i elsystemet reducerer indtjeningspotentialer for de regulerbare termiske kraftværker, som så bliver urentable og udfases. Værkerne lukkes typisk, når de står over for større levetidsforlængelser.

Hvis elforsyningssikkerheden skal understøttes med regulerbar elkapacitet i fremtiden, skal disse anlæg sikres et potentiale for indtjening, som ligger uden for det almindelige elmarked. Det vil betyde, at der skal etableres en såkaldt kapacitetsmekanisme, som kan give ejere af den regulerbare elkapacitet klarhed om aflønningen af kraftværkets ydelser. Konkret kan det for eksempel ske ved, at ejeren af et kraftværk bliver garanteret en fast, årlig indtægt i en periode, mod at værket står til rådighed og kan levere el, når elsystemet er under pres.

I EU er der fastlagt regler for, hvordan og hvornår medlemsstater må understøtte elforsyningssikkerheden. Reglerne sætter eksempelvis en ramme for, hvornår der må gribes ind i elmarkedet med en kapacitetsmekanisme. Ifølge reglerne skal udfordringer med effekttilstrækkelighed først være forsøgt løst med markedsbaserede løsninger. Derudover skal det land, der ønsker at opnå tilladelse til at etablere en kapacitetsmekanisme, dokumentere, at det samfundsøkonomisk optimale niveau for elforsyningssikkerhed forventes overskredet i fremtiden, hvis mekanismen ikke etableres. I dag

regnes der i den forbindelse ikke på mere ekstreme vejrår, end hvad der findes i en historisk referenceperiode på 30 år, og det gør det vanskeligere at få tilladelse til at etablere en kapacitetsmekanisme.

## **Atomkraft er ikke nødvendigt i Danmark for at sikre en høj elforsyningssikkerhed**

Denne analyse viser, at elforsyningssikkerheden i Danmark kan sikres via klimavenlige tiltag uden brug af dansk atomkraft. Dette gælder også i en fremtid, hvor elforbruget og andelen af sol- og vindenergi i det danske og det europæiske elsystem stiger markant, samtidig med at regulerbar kapacitet mindskes markant især i Danmark. Selv i pressede situationer med meget dårlige vejrforhold, findes der flere alternativer til atomkraft, som kan sikre en høj elforsyningssikkerhed i Danmark til en relativ lav omkostning og uden væsentlige drivhusgasudledninger.

De nyeste analyser fra blandt andre det Internationale Energiagentur, IEA, estimerer, at de fremadrettede omkostninger forbundet med at producere el fra nyetablerede atomkraftværker i Europa er væsentligt højere end for andre teknologier, herunder sol og vind. Atomkraftværker står også mindre fordelagtigt i sammenligningen med sol og vind, selv om der tages højde for de systemmæssige fordele, der følger af, at atomkraftværker er en regulerbar energikilde.

Endelig er det væsentligt, at etablering af atomkraft i Danmark risikerer at tage meget lang tid. Dermed er der en betydelig risiko for, at atomkraft ikke kan nå at bidrage til elforsyningssikkerheden inden for perioden frem mod 2040, selv hvis beslutningen om etablering af atomkraft blev taget i dag.

Samlet set vurderer Klimarådet ikke, at atomkraft er en nødvendig eller en økonomisk attraktiv løsning til at sikre elforsyningssikkerheden og omstille den danske elforsyning. Nye reaktortyper kan potentielt ændre billedet, men disse er endnu kun i de tidlige udviklingsstadier og kan derfor endnu ikke bruges som argument for et dansk sats på atomkraft på nuværende tidspunkt.