

RAPPORT OM AFBRUDSSTATISTIK 2019

# ELFORSYNINGSSIKKERHED 2019

# INDHOLD

1. Opsummering.....	3
2. Historisk elforsyningsikkerhed .....	4
2.1 Sammenligning med andre europæiske lande .....	6
2.2 Afbrud i eldistributionsnettene .....	7
3. Forsyningsikkerheden i eltransmissionsnettet i 2019 .....	8
3.1 Afbrud i eltransmissionsnettet .....	8
3.2 Hændelser i eltransmissionsnettet .....	10
3.2.1 Væsentlige hændelser i eltransmissionsnettet (ingen afbrud) .....	12
3.2.2 Beredskabshændelser .....	14
3.3 Rådighed for danske udlandsforbindelser .....	14
4. Energinets omkostninger til sikring af elforsyningsikkerhed .....	15
4.1 Omkostninger til systemydelse .....	16
4.1.1 Beordringer.....	18
4.1.2 Håndtering af revisionsansøgninger og afvikling af værker .....	18

## 1. Opsummering

Nærværende rapport om elforsynings sikkerheden i Danmark 2019 beskriver dels den historiske elforsynings sikkerhed frem til og med 2019 og dels specifikt hændelser i eltransmissionsnettet i 2019. Endelig belyses Energinets omkostninger til sikring af elforsynings sikkerheden. Rapporten er udarbejdet i sammenhæng med Energinets Redegørelse for elforsynings sikkerhed 2020.

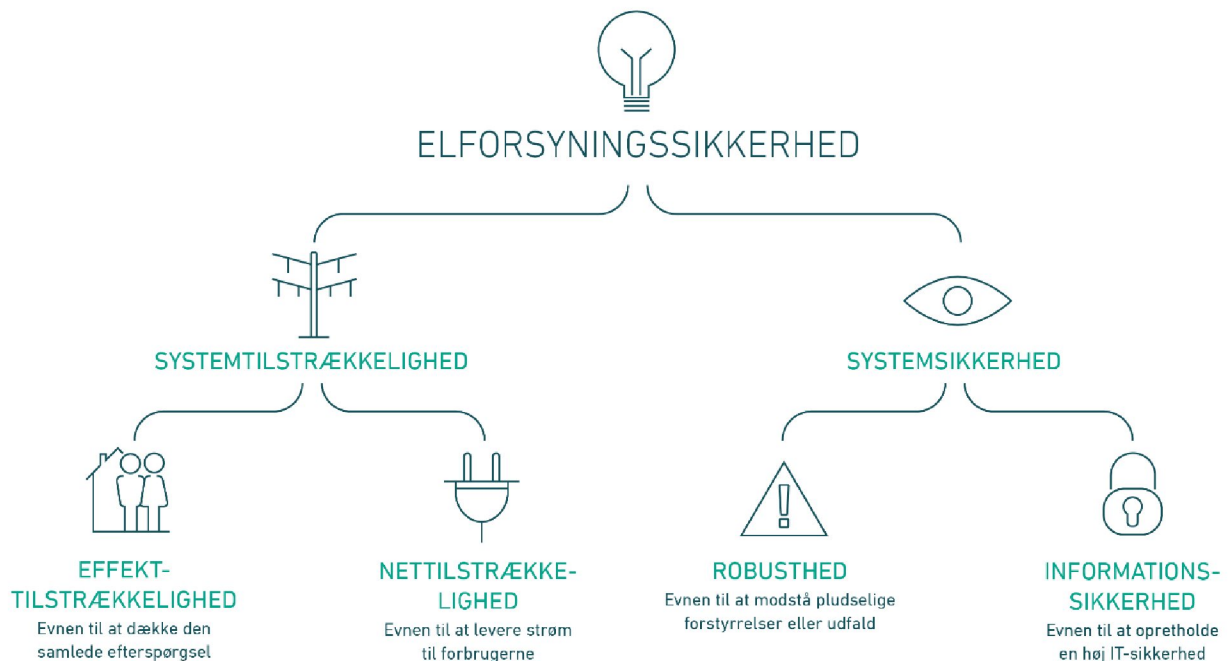
De danske elforbrugere har i mange år haft en meget høj sikkerhed for levering af el. Det var også gældende for 2019. I gennemsnit oplevede elforbrugerne i gennemsnit godt 20 minutters afbrud af elforsyningen, svarende til en elforsynings sikkerhed på 99,996 pct. Dette fordeler sig med godt 20 minutter fra eldistributionsnettene og 15 sekunder fra eltransmissionsnettet.

Ovennævnte afbrudsminutter/-sekunder er opgjort pr. elforbruger (indikatoren SAIDI<sup>1</sup>). Energinet opgør også afbrudsminutter relateret til eltransmissionsnettet på basis af, hvor meget energi, der ikke kunne leveres pga. afbruddene. Den samlede mængde ikkeleverede energi sættes i forhold til årets elforbrug, hvormed et alternativt mål for afbrudsminutter (forbrugsvægtede) i eltransmissionsnettet kan beregnes. De forbrugsvægtede afbrudssekunder opgøres for 2019 til 13 sekunder pga. afbrud i eltransmissionsnettet. Afbruddene i eltransmissionsnettet i 2019 var forårsaget af seks driftsforstyrrelser.

Der har i 2019 været væsentlige hændelser i eltransmissionsnettet, som dog ikke har ledt til afbrud af elforbrugere. Den væsentligste af disse var et afbryderhavari på Sjælland, som resulterede i udfald af en 400 kV-linje, HVDC-forbindelsen Kontek, en kraftværksblok på Avedøreværket samt en stor del af Rødsand 2 havvindmøllepark. Dette gav samlet set et udfald af ca. 1.100 MW elproduktionskapacitet, som blev trukket fra Sverige via Øresundsforbindelserne. Denne hændelse pressede det svenske eltransmissionsnet i høj grad og ville have ledt til afbrudte elforbrugere i Danmark, hvis Svenska kraftnät havde anmodet om det.

Energinet havde i 2019 omkostninger på ca. 665 mio. kr. til indkøb af systemydelser. Det er et fald på 141 mio. kr. i forhold til 2018, hvilket primært skyldes, at beordringen af Amagerværket blok 3 ophørte i starten af 2019. Omkostningerne til indkøb af spændingsregulering blev fastholdt på et lavt niveau, men steg fra 0 til 15 mio. kr. i 2019.

<sup>1</sup> SAIDI = System Average Interruption Duration Index.



Figur 1 Illustration af elforsyningsikkerhed, som består af systemtilstrækkelighed og systemsikkerhed. De forskellige elementer beskrives nærmere i Energinets Redegørelse for elforsyningsikkerhed.

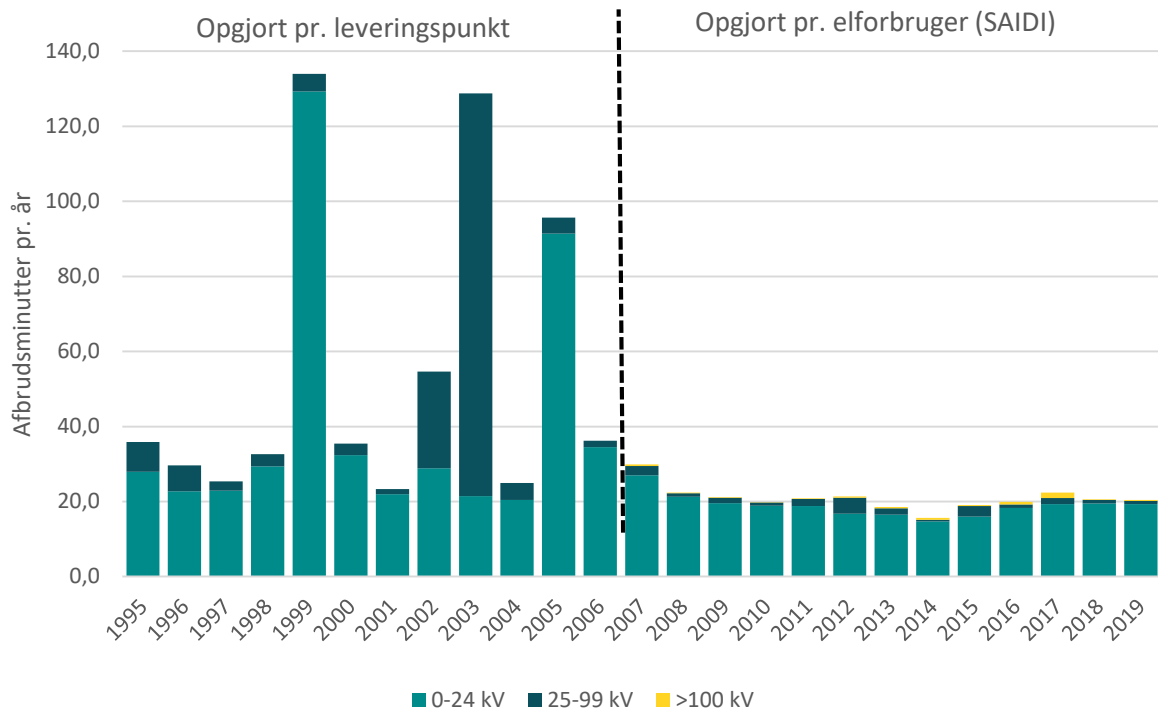
## 2. Historisk elforsyningsikkerhed

I 2019 var der 20 minutters afbrud pr. elforbruger, hvilket svarer til gennemsnittet over de seneste 10 år. Danskerne havde således i gennemsnit el i 99,996 pct. af tiden. 2019 var derfor endnu et år, hvor danske elforbrugere har haft en af Europas højeste sikkerheder for levering af el.

Afbrud i det danske elsystem registreres i Elselskabernes Fejl- og Afbrudsstatistik (ELFAS), som håndteres af Dansk Energi. Dansk Energi udgiver årligt en rapport om leveringssikkerhed i Danmark på baggrund af data fra ELFAS.<sup>2</sup> Afbrudsstatistikken viser, hvor længe og hvor ofte den gennemsnitlige elforbruger har oplevet afbrud. Det betyder, at nogle elforbrugere har oplevet flere afbrud, mens andre ikke har oplevet afbrud.

Figur 2 illustrerer for de seneste 25 år det gennemsnitlige antal minutter pr. år i Danmark, hvor der ikke kunne leveres el. Manglende effekttilstrækkelighed og IT-sikkerhed har historisk set ikke været årsag til afbrud af elforbrugere i Danmark. Historisk skyldes fejl i eldistributionsnettene primært manglende nettilstrækkelighed, mens det for eltransmissionsnettet skyldes manglende robusthed. Det generelle billede er, at langt størstedelen af afbrudsminutterne skyldes hændelser i eldistributionsnettene.

<sup>2</sup> Den seneste rapport fra august 2019 "Leveringssikkerhed i Danmark – Afbrudsstatistik for det danske elnet 2009-2018" findes her: <https://www.danskeenergi.dk/udgivelser/leveringssikkerhed-danmark-afbrudsstatistik-danske-elnet-2009-2018>.



Figur 2 Afbrudsstatistik for Danmark, 1995-2019. Perioden 1995-2006 er opgjort pr. leveringspunkt (fiktivt punkt i 10 kV-nettet) og perioden 2007-2019 er opgjort pr. elforbruger (SAIDI – System Average Interruption Duration Index). I gennemsnit er afbrudsminutter opgjort pr. leveringspunkt ca. 2 minutter højere end afbrudsminutterne opgjort pr. elforbruger for perioden 2007-2019. Frem til 2007 er afbrudsstatikken alene opdelt på spændingsniveauerne 0-24 kV og 25-99 kV, hvor afbrud på eltransmissionsnettet indgår i statistikken for 25-99 kV. Fra og med 2007 fremgår afbrud i eltransmissionsnettet selvstændigt i kategorien >100 kV. Kilde: Elselskabernes Fejl- og Afbrudsstatistik, Dansk Energi.

Blandt særlige hændelser, kan nævnes en procedurefejl i det vstdanske eltransmissionsnet i 2002 og en fejl i det svenske elnet i 2003, som førte til blackout af Østdanmark. Selv om Energinet arbejder målrettet for at undgå fejl som disse ved blandt andet at implementere nye arbejdsgange i kontrolcenteret og samarbejde med nabo-TSO'er, vil det grundet det store antal mulige kombinationer af fejl ikke være muligt at udelukke, at lignende afbrud kan ske igen. De bagvedliggende årsager til det høje antal afbrudsminutter i 1999 og 2005 var henholdsvis orkan og storm.

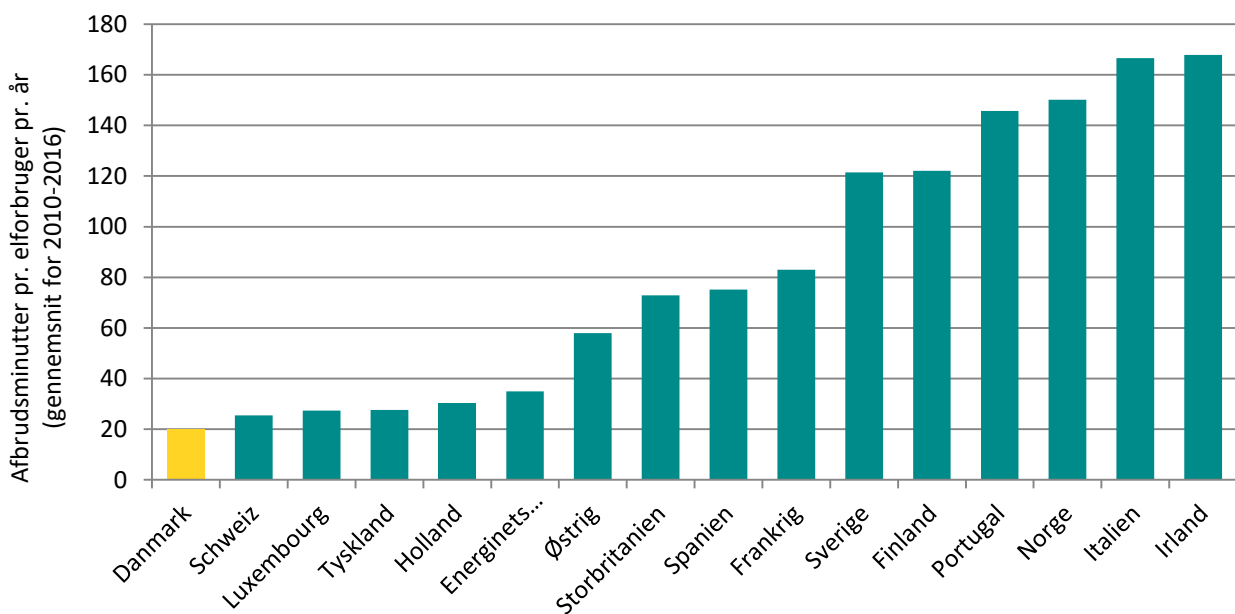
Der har de seneste år været ca. 20 afbrudsminutter pr. år i eldistributionsnettene. Det lavere antal afbrudsminutter, som i dag opleves i forhold til tidligere, skyldes blandt andet kabellægningen af eldistributionsnettene, som har gjort disse mere robuste over for vejrelaterede hændelser.

Gennemsnitligt antal afbrudsminutter over:					
	5 år	10 år	15 år	20 år	25 år
0-24 kV	18	18	25	25	29
25-99 kV	1	2	2	8	8
>100 kV	0,6	0,4	-	-	-
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	<b>37</b>

Tabel 1 Gennemsnitligt antal afbrudsminutter over de seneste 5, 10, 15, 20 og 25 år. Frem til 2007 indgår afbrud i eltransmissionsnettet i statistikken for 25-99 kV, hvorfor tal for spændingsniveauet >100 kV ikke indgår med 15, 20 og 25 års gennemsnit. Kilde: Elselskabernes Fejl- og Afbrudsstatistik, Dansk Energi.

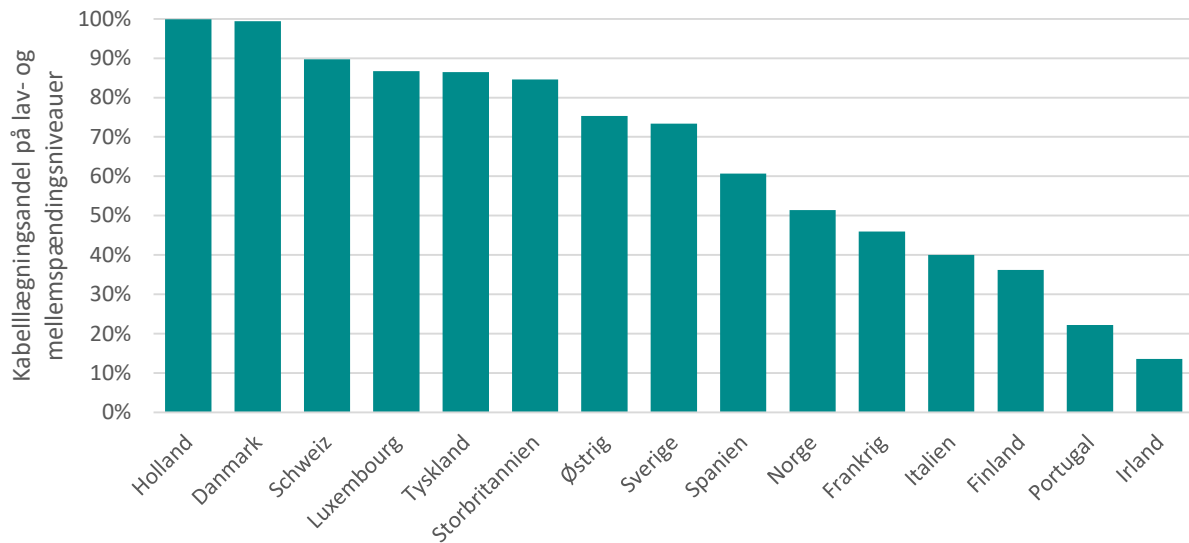
## 2.1 Sammenligning med andre europæiske lande

I europæisk kontekst er den danske elforsyningsikkerhed i dag meget høj. Baseret på den seneste europæiske opgørelse på tværs af lande fra CEER (Council of European Energy Regulators) har Danmark over perioden 2010-2016 det laveste antal afbrudsminutter pr. elforbruger pr. år (SAIDI).



Figur 3 Gennemsnitlige afbrudsminutter pr. elforbruger pr. år (SAIDI) over perioden 2010-2016 i udvalgte europæiske lande med færrest afbrudsminutter i perioden. Kilde: CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity and Gas Supply, juli 2018.

Et særligt kendetegn ved Danmark og de fire andre lande med det laveste antal afbrudsminutter i Figur 3 er, at en stor andel af elnettet på lav- og mellemspændingsniveau (typisk  $\leq 36$  kV, men ikke entydigt) er kabellagt. Baseret på CEER rapportens tal for 2016 er kabellægningsandelen på lav- og mellemspændingsniveau i de fem lande minimum 86 pct. (Danmark 99 pct.), mens lande som fx Norge (51 pct.) og Irland (14 pct.) har væsentlig lavere andele.



Figur 4 Andel af kabellægning af elnettene på lav- og mellemspændingsniveauer (typisk  $\leq 36\text{ kV}$ ) i udvalgte europæiske lande i 2016. Kilde: CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity and Gas Supply, juli 2018.

## 2.2 Afbrud i eldistributionsnettene<sup>3</sup>

Afbrudsminutter i eldistributionsnettene er primært relateret til hændelser på spændingsniveauerne 0-24 kV, hvilket også fremgår af Figur 2. Generelt er det 1-24 kV-området, som bidrager med flest afbrudsminutter i eldistributionsnettene. Der er sjældent afbrud af elforbrugere som følge af fejlhændelser på spændingsniveauerne 25-99 kV. Det skyldes ikke, at der ikke sker fejlhændelser på disse spændingsniveauer. Elnettet er på dette spændingsniveau designet således, at det sjældent fører til afbrud af elforbrugere.

Specifikt på spændingsniveauet 1-24 kV har afbrudsminutterne været voksende siden 2014. Dansk Energis analyser viser, at der tale om en stigning i antallet af **ikkevarslede** afbrud. Konkret skyldes stigningen i afbrudsminutter især fejl på 10 kV olie-papirisolerede kabler. Disse kabler er nu af ældre dato, hvilket betyder, at fejlfrekvensen er stigende. Ældning af kablerne betyder, at de er mindre robuste over for mekaniske påvirkninger. Dette kan være gravearbejde, tryk-påvirkninger fra trafik og spunsning, jordforskydninger, kortslutningsstrømme og lignende. Ligeledes er kablerne mindre robuste over for elektriske påvirkninger såsom drifts- og overspændinger. En anden udfordring er de overgangsmuffer, som bruges til at samle de gamle olie-papirisolerede kabler med de nyere PEX-isolerede kabler. Dansk Energi udgiver årligt en rapport om leveringssikkerhed i Danmark, hvor der blandt andet er særligt fokus på spændingsniveauerne 1-24 kV.

Den høje elforsyningsikkerhed skyldes blandt andet kabellægning af en stor del af eldistributionsnettene og den kraftige udbygning af elnettet fra 1960-1980, som fandt sted i takt med den kraftige udbygning af den danske boligmasse. Dette har betydet, at en stor del af elnettet i en periode har været nyt og ikke har udvist mange fejl. Store dele af elnettet er dog nu nået en alder, hvor der kommer en større mængde afbrud på grund af aldersrelaterede fejl.

<sup>3</sup> Afsnittet er baseret på input fra Dansk Energi på vegne af netvirksomhederne i forbindelse med udarbejdelsen af Redegørelse for elforsyningsikkerhed 2020.

Der er stor variation i antallet af afbrudsminutter hos de enkelte netvirksomheder. Det hænger i høj grad sammen med, hvornår den historiske udbygning af eldistributionsnettene har fundet sted. Elektrificeringen af Danmark er således geografisk sket i forskellige tempi, hvorfor eldistributionsnettene er på forskellige stadier i deres livscyklus. Det betyder, at nogle områder har ældre elnet end andre; og har flere olie-papirisolerede kabler end andre. Ud over elnettens alder er der flere andre rammevilkår, som kan påvirke elnettets performance. Fx har tung trafik og gravearbejde, kundetæthed og nærhed til kyst også en betydning for variationen i afbrudsminutter mellem de enkelte netvirksomheder. Netvirksomhedernes størrelse kan ligeledes have indflydelse på antallet af afbrudsminutter i et normalt år. I en lille netvirksomhed kan en fejl på grund af fejlenes stokastiske natur føre til relativt store udsving i antallet af afbrudsminutter fra år til år. Disse udsving er helt naturligt mindre markante for større netvirksomheder.

### 3. Forsyningssikkerheden i eltransmissionsnettet i 2019

#### 3.1 Afbrud i eltransmissionsnettet

Ud af de ca. 20 minutters samlede afbrud i elforsyningen i 2019 var Energinet ansvarlig for ca. 13 forbrugsvægtede afbrudssekunder afbrud grundet seks driftsforstyrrelser i eltransmissionsnettet. De 13 forbrugsvægtede afbrudssekunder svarer til en sikkerhed for levering af el på 99,99996 pct.

Afbruddene skyldes overvejende procedurefejl og fejl i station.

Dato	Antal forbrugere [stk.]	Afbrudt tid [minutter]	Fejltype	Forbrugsvægtet afbrudstid [sekunder]
5. jan.	~ 15.000 (Nors)	19	Fejl i station	4,1
1. mar.	~ 14.000 (Roslev)	2	Fejlindstilling	0,3
5. apr.	~ 16.000 (Thyregod)	46	Fejl i station	4,2
17. jun.	~ 28.700 (Hejninge)	7	Komponentfejl	2,4
22. jul.	~ 9 (Vigerslev)	18	Procedurefejl	2
30. nov.	~ 6.400 (Karlstrup)	1	Procedurefejl	0,1
<b>Total</b>				~13

Tabel 2 Opgørelse over afbrud i 2019, som Energinet er ansvarlig for, angivet med fejltype og forbrugsvægtet påvirkning.

#### 5. januar: Afbrud i Nordvestjylland

Der forekom overslag på en transformer på 150 kV-stationen Nors nord for Thisted som følge af saltaflejringer på isoleringsmaterialet. Saltaflejringerne gør, at isoleringsmaterialet bliver ledende. Salten kommer som følge af det kraftige blæsevejr, og da stationen ligger relativt tæt på Vesterhavet.

#### 1. marts: Afbrud i Midtjylland

En påkørsel af en 60 kV-mast resulterede i en utilsigtet udkobling af en 150/60 kV-transformer i station Roslev på Salling nord for Skive. Påkørslen gav en fejl i eldistributionsnettet, hvor netvirksomhedens beskyttelsesudstyr detekterede fejlen korrekt. En forkert indstilling af Energinets beskyttelsesudstyr udsklede dog fejlen først, hvilket afstedkom afbrydelsen.

#### 5. april: Afbrud i Syddjylland



En 150/60 kV-transformer udkoblede på station Thyregod i Sydjylland. Årsagen til fejlen var en defekt i en transformerkomponent, og transformerkomponenten er udskiftet.

17. juni: Afbrud på Vestsjælland

Et relæsvigt i station Hejninge medførte en utilsigtet udkobling af hele 132 kV-stationen. Udkoblingen skete på grund af en fejl på linjen mellem station Hejninge og station Stignæsværket. Fejlen burde have været selektivt udkoblet af linjens beskyttelsesudstyr, men pga. relæsvigt blev den fejlramte linje ikke udkoblet korrekt. Dette medførte, at begge 132 kV-linjer mod station Hejninge blev udkoblet i nabostationerne, og at station Hejninge dermed blev afbrudt totalt. Årsagen til relæsvigtet var manglende genaktivering af en relæfunktion efter test.

22. juli: Afbrud i København

En betjeningsfejl i station Vigerslev Koblingsstation medførte udkobling af 132 kV-stationen. Samtidig med udkoblingen skete to følgefejl i Energinets og i Radius' net, som afkoblede elforsyningen til elforbrugere under Radius' station Ørestad og Energinets station Kastrup Koblingsstation. Følgefejlen i station Kastrup Koblingsstation udkoblede den ene transformer. Dette resulterende i afbrydelse af stationen, da den anden transformer i stationen var udkoblet i forbindelse med planlagt arbejde. Årsagen til følgefejlen var en indstillingsfejl af beskyttelsesfunktionen på transformeren.

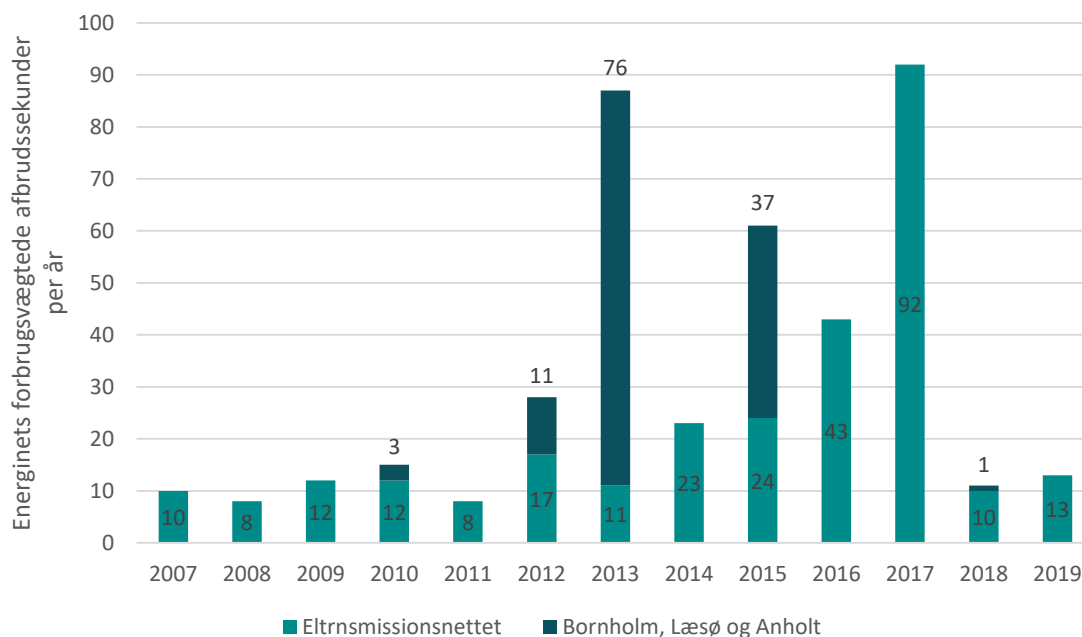
30. november: Afbrydelse på Østsjælland

En procedurefejl i station Karlstrup på Østsjælland medførte, at en 132/50 kV-transformer blev udkoblet. Ved forberedelse af arbejde på en 132 kV-afbryder blev denne udkoblet. Der var ikke opmærksomhed på, at denne afbryder, ud over at have funktion som linjeafbryder, ligeledes fungerede som koblingsafbryder.

### 2019 sammenlignet med tidligere år

Energinet havde ca. 13 forbrugsvægtede afbrudssekunder i 2019 sammenlignet med 11 forbrugsvægtede afbrudssekunder i 2018 (se Figur 5). En væsentlig årsag til det lave antal afbrudssekunder er Energinets fokus på at forebygge procedurefejl fra 2017, samt at afbruddene i 2018 og 2019 generelt har påvirket få elforbrugere i forhold til afbruddene i 2017.

Der er stor forskel på, om der afbrydes områder med stort eller lille elforbrug. Fx var hele Anholt uden strøm i sammenlagt 155 minutter i 2018 pga. tre separate afbrud, hvilket forbrugsvægtet gav ca. et halvt afbrudssekund. Omvendt medførte et enkelt afbrud i København i 2017 med en varighed på 25 minutter ca. 34 afbrudssekunder.



Figur 5 Energinets forbrugsvægtede afbrudssekunder siden 2007. Afbrud på Bornholm, Læsø og Anholt indgår, da Energinet har reserveforsyningspligt til øerne (dog kun ved afbrud som ikke skyldes lokalt distributionsnet).

### Driftsforstyrrelser, nærvæd-hændelser og afbrud

Udtrykket *hændelser* dækker over driftsforstyrrelser, nærvæd-hændelser og afbrud.

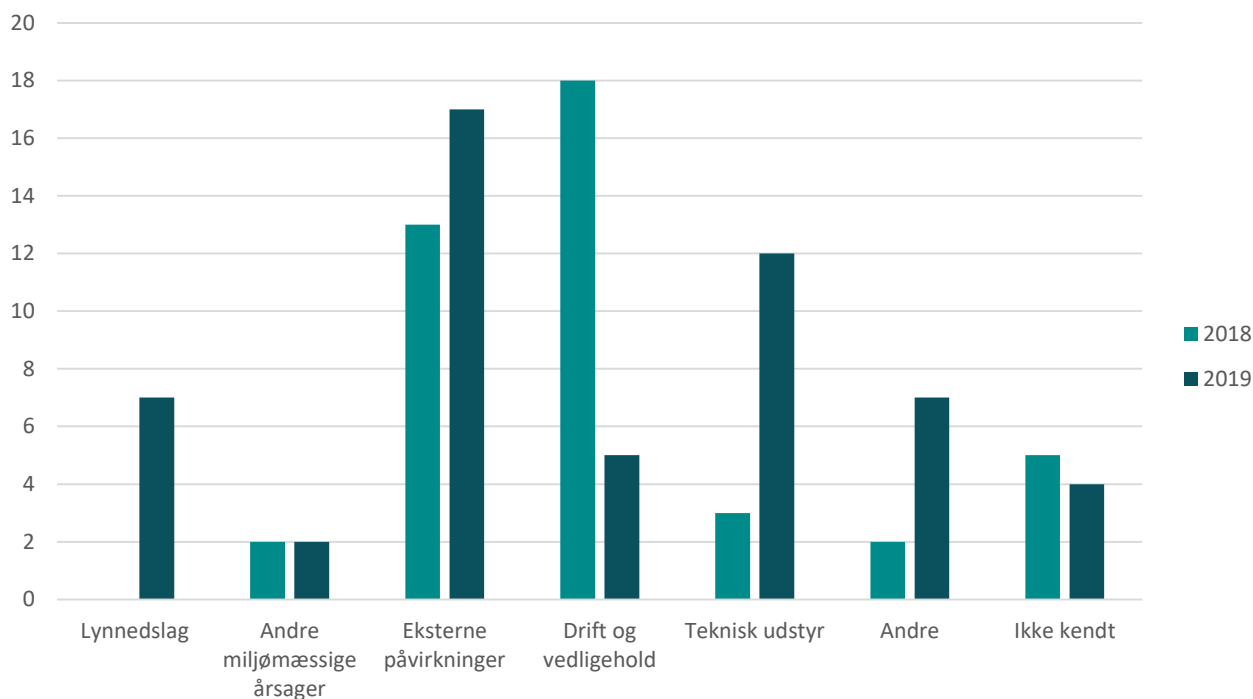
Udtrykket *driftsforstyrrelse* dækker over, at fejl i elnettet får mindst én komponent til at falde ud og derved påvirker driften af elsystemet. Driftsforstyrrelser fører ikke nødvendigvis til afbrud af elforbrugere.

*Nærvæd-hændelser* er situationer, der var tæt på at have væsentlige konsekvenser for enten elsystemet, personsikkerhed eller elforbrugernes levering af el.

*Afbrud* dækker over situationer, hvor elforbrugere ikke får den el, som de efterspørger.

### 3.2 Hændelser i eltransmissionsnettet

Hændelser med betydning for elforsynings sikkerheden kan ske på både elmarkeds-, system-, IT- og komponentniveau.



Figur 6 Illustration af antal fejl i vekselstrømsnettet (HVAC), søjlen 'Drift og vedligehold' omfatter procedurefejl. Kilde: DISTAC, Nordic and Baltic Grid Disturbance Statistics 2019.

Forklaring til fejltypen i figur 6:

Fejl årsag	Eksempler
<b>Lynnedslag</b>	Lynnedslag
<b>Andre miljømæssige årsager</b>	Fugt, is, lav temperatur, jordskælv, forurening, regn, salt, sne, vegetation, vind, varme og skovbrande
<b>Eksterne påvirkninger</b>	Brand, dyr, fugle, fly, udgravning, kollision, eksplosion, træfældning og hærværk
<b>Drift og vedligehold</b>	Mangel på overvågning, fejlindstillinger, fejl i plan for tilslutninger, fejl i relæ plan, forkert betjening, fejl i dokumentation og procedurefejl
<b>Teknisk udstyr</b>	Dimensionering, fejl i teknisk dokumentation, design, korrosion, materialer, installation, produktion, vibration og ældning
<b>Andre</b>	Driftsproblemer, fejl hos forbrugeren, fejl i andres net, problemer i forbindelse med fejl i andre komponenter, systemårsager og andet

I 2019 var der 54 driftsforstyrrelser i det danske net på spændingsniveauet over 100 kV, og til sammenligning var der 43 driftsforstyrrelser i 2018. Fordelingen af årsagerne til driftsforstyrrelserne fra 2018 og 2019 kan ses i Figur 6. 10-års gennemsnittet fra 2010 til 2019 var på 56. I 2019 var der seks driftsforstyrrelser i eltransmissionsnettet, der forårsagede afbrud af elforbrugere. Til sammenligning var der tre i 2018.

## Effekttilstrækkelighed

I 2019 var der ingen hændelser relateret til manglende effekttilstrækkelighed i det danske elsystem. Som det har været tendensen historisk set, var der således ingen elmarkedsrelaterede mangelsituationer i 2019, som førte til manglende priskryds.

## Brug af brownout

Der har ikke været behov for kontrolleret afkobling af elforbrugere i 2019 for at håndtere pressede driftssituationer.

## Driftsstatus

Energinets kontrolcenter opererer med tre forskellige former for driftsstatus: *normaldrift*, *skærpet drift* og *nøddrift*.

Langt størstedelen af tiden drives elsystemet i normaldrift. I 2019 er der registreret skærpet drift én gang.

Det skete i oktober, da der skete et havari af en 400 kV-afbryder på station Bjæverskov på Sjælland (beskrives nærmere i tekstboks i afsnit 3.2.1). Det medførte udfald af en udlandsforbindelse, ligesom en central kraftværksblok og dele af en vindmøllepark blev afkoblet fra eltransmissionsnettet. Fejlen resulterede i et samlet effektunderskud på ca. 1.100 MW.

Situationen blev forholdsvis hurtigt normaliseret, men på grund af et stort effekttræk fra Sverige, og heraf afledte høje belastninger i det svenske eltransmissionsnet, var eltransmissionssystemet i Østdanmark i skærpet drift.

Nøddrift meldes yderst sjældent, og der har ikke været meldt nøddrift i 2019.

### 3.2.1 Væsentlige hændelser i eltransmissionsnettet (ingen afbrud)

Til trods for de lave afbrudssekunder i eltransmissionsnettet i 2019 oplevede Energinet flere væsentlige driftsforstyrrelser og nærved-hændelser, som kunne have ført til store afbrud af elforbrugere.

#### Driftsstatustyper

I *normaldrift* er driften af elsystemet karakteriseret ved at følge de almindelige driftsbetingelser, herunder at elsystemet kan klare et udfald af en vilkårlig enhed (N-1 principet).

Hvis hændelser i elsystemet betyder, at normaldriften trues, og at der er risiko for usikker drift, overgår driftssituationen til *skærpet drift*. I skærpet drift kan elmarkedet suspenderes, og Energinet kan tage alle handlemuligheder i brug for at sikre elforsyningen.

Ved ustabil drift og samtidige lokale/regionale afbrydelser ændres driftssituationen til *nøddrift*. I nøddrift tilkalder Energinet ekstra mandskab til bemanding af krisestab og gør klar til at håndtere længerevarende driftsforstyrrelser.

Dato	Hændelse	Type
7. jan	Olielækage på Øresundsforbindelsen	Komponentfejl
6. feb., 21. jul. og 9. okt.	Kabelfejlf på Skagerrak 4	Komponentfejl
16. feb. og 21. feb.	Fejlaktivering af systemværn	Fejlindstilling
18. jun.	Fejl i Sønderjylland	Komponentfejl
26. jun.	Fejl på Lolland	Softwarefejl
8. okt.	Afbryderhavari på Sjælland	Komponentfejl

Tabel 3 Væsentlige hændelser for elforsyningsikkerheden i eltransmissionsnettet i 2019.

#### 7. januar: Olielækage på Øresundsforbindelsen:

Det ene 400 kV-system i Øresundsforbindelsen blev taget ud af drift grundet olieniveauet i systemet var meget lav på svensk side. Olie bruges som kølemiddel af selve kablet og er derfor kritisk for driften af kabelsystemet. To lækager blev

lokaliseret på det ene søkabel 1 km fra den danske kyst ud for Hornbæk ved hjælp af helikopter og dykkere. Efter indsættelsen af reservekablet den 10. januar blev driften normaliseres. I perioden hvor 400 kV-systemet var ude af drift var importkapaciteten reduceret fra 1.300 MW til maksimalt 400 MW.

#### **6. februar, 21. juli og 9. oktober: Kabelfejl på Skagerrak 4**

I 2019 har Energinet oplevet tre havarier på landkablet på dansk side af Skagerrak 4. Havarierne har ikke medført tab af elforbrugere, men har reduceret handelskapaciteten mellem Norge og Vestdanmark i perioderne, hvor der har været reparation af kablet. Grundet kabelfejlene blev der igangsat ekstraordinære undersøgelser af HVDC-forbindelsen Skagerrak 4 for om muligt at klarlægge en eventuel sammenhæng. Det er endt ud i, at kablet på Skagerrak 4 pr. 20. november 2019 anvendes under skånsomme driftsforhold. Dette medfører, at overførselskapaciteten på Skagerrak-forbindelsen er reduceret. Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at konkludere på fejlene på landkablet, og derfor er tidshorisonten for den reducerede overførselskapacitet ikke på nuværende tidspunkt kendt.

#### **16. februar og 21. februar: Fejlaktivering af systemværn**

Der har været to fejlaktiveringer af systemværn, hvilket utilsigtet har reduceret effektflowet på Storebælt. Systemværn er en indbygget automatik i elnettet, der anvendes til at øge handelskapacitet eller sikre elforsyningsikkerhed. De to fejlaktiveringer er sket i forbindelse med koblingerne i henholdsvis Øst- og Vestdanmark. Grunden til fejlaktiveringerne af systemværnene skyldes fejl i programmeringen. Der ses generelt nøjere på design, programmering og valg af hardware for systemværn.

#### **18. juni: Afbryderhavari i Sønderjylland**

I forbindelse med et planlagt arbejde i station Kassø i Sønderjylland blev den ene 400 kV-samleskinne udkoblet. Udkoblingen skete som konsekvens af en defekt i en afbryder i station Kassø. På grund af en knækket komponent i afbryderen, blev kun to af de tre faser afbrudt ved betjening. Dette medførte, at der blev dannet en lysbue, som beskadigede dele af 400 kV-feltet, da feltets adskiller blev betjent for at forberede det planlagte arbejde.

Betjening af afbryderen skete i Energinets kontrolcenter og foregik efter korrekte procedurer. Afbryderen gav signal om, at denne var koblet, og det var ikke muligt visuelt at se, at afbryderen var defekt. Hændelsen ville dermed ikke kunne være undgået, da normal koblingsprocedure blev fulgt. Udkobling af samleskinnen skete for at beskytte denne. Beskyttelsesudstyret har dermed fungeret korrekt.

Da station Kassø var forberedt til arbejde i stationen, var der på forhånd truffet nødvendige foranstaltninger i form af ekstra spændingsregulering og reduktion i udveksling på snittet mellem Vestdanmark og Tyskland. Risikoen ved en lignende hændelse reduceres på sigt ved etablering af Vestkystforbindelsen fra station Idumlund til den dansk-tyske grænse.

#### **26. juni: Fejl på Lolland**

Der opstod en række spændingsspring, hvor spændingen steg til op mod kraftigt i station Radsted på Lolland grundet udkobling af SVC-anlægget i Radsted. Et SVC-anlæg er en komponent, som kan anvendes til styring af spændingen. Udkoblingen af SVC-anlægget kunne ikke ses i Energinets kontrolcenter, da der var kommunikationssvigt til anlægget. Konsekvenserne ved manglende tilgængelighed af SVC-anlægget i Radsted er i sig selv ikke væsentlige. En samtidig fejl i 132 kV-nettet ville dog kunne give spændingsstabilitet, som i værste tilfælde ikke ville have været mulig at genoprette. Dette ville have kunnet resultere i et spændingskollaps og heraf følgende blackout på Lolland og Falster samt dele af Sydsjælland.

### 8. oktober: Afbryderhavari på Sjælland

I forbindelse med arbejde i station Bjæverskov på Sjælland skete der en kortslutning og heraf følgende udkobling af den ene 400 kV-samleskinne forårsaget af en fejl i en komponent. Station Bjæverskov er et centralt knudepunkt i det østdanske 400 kV-net.

Fejlen medførte ikke afbrydelse af elforbrugere, men en 400 kV-linje, HVDC-forbindelsen Kontek og Avedøreværket blok 2 udkoblede, og Rødsand 2 vindmøllepark udkoblede 81 af 90 vindmøller. Samlet set blev ca. 1.100 MW effekt udkoblet. Til sammenligning er det østdanske elsystem dimensioneret til udfald af op til 600 MW. Det var forventet, at Kontek på op til 600 MW ville udkoble ved fejlen, men det var ikke forventet, at Avedøreværket og Rødsand 2 vindmøllepark ville udkoble.

Hændelsen krævede, at alle reserver blev aktiveret i Østdanmark og i Sydsverige, og effektoverførslen fra Litauen til Sverige blev ekstraordinært øget. Samtidig steg effektoverførslen mellem elprisområderne SE3 og SE4 i Sverige væsentligt ud over den tilladte grænse. Østdanmark blev sat i Gul (skærpet drift) i det europæiske awareness system.

Ved den fælles nordiske evaluering af situationen kom det frem, at selvom det danske net ikke blev overbelastet, var flowet på snittet imellem SE3 og SE4 så stort, at Svenska kraftnät i henhold til gældende driftsaftaler principielt burde have anmodet om forbrugsafkobling i Østdanmark for at være parat til at klare den næste potentielle fejl på Sjælland eller i Sydsverige. Det var således en meget alvorlig hændelse. Havde Svenska kraftnät anmodet om forbrugsafkobling, kunne hændelsen have resulteret i ca. 10 afbrudsminutter.

Energinet har iværksat en undersøgelse af hændelsen for at reducere risikoen for lignende hændelser i fremtiden. Fabrikanten af den fejlramte komponent kender til problemet. Energinet er i samarbejde med producenten i gang med at udpege afbrydere i 400 kV-nettet, som potentielt kan have høj fejlrisiko. Dette arbejde pågår stadig, og der foreligger derfor endnu ikke et komplet billede af problematikens omfang, før dette er afsluttet. Når risikoafbrydere er blevet identificeret, vil der blive truffet beslutning om den videre proces.

Det er på nuværende tidspunkt konkluderet, at alle oprindelige 400 kV-afbrydere i station Bjæverskov er af den pågældende type med øget fejlrisiko. Udskiftning og reparation af disse er derfor igangsat.

Samtidig er der i samarbejde med anlægsejerne igangsat en teknisk undersøgelse af, hvorfor Avedøreværket blok 2 udkoblede og Rødsand 2 vindmøllepark udkoblede 81 vindmøller. Formålet er hurtigst muligt at reducere risikoen for, at en lignende hændelse indtræffer igen.

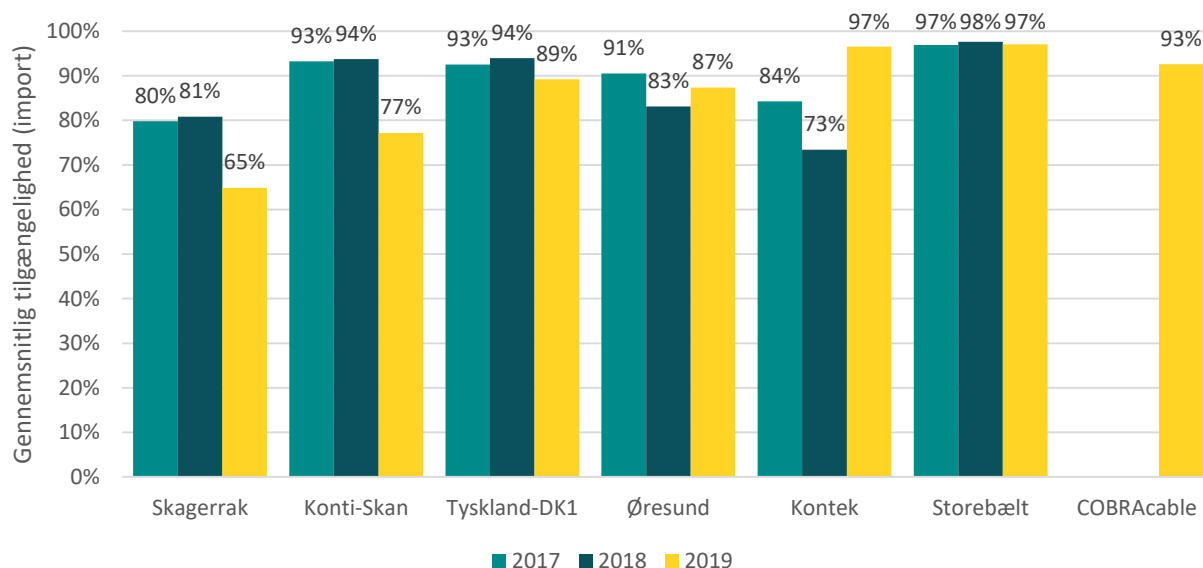
### 3.2.2 Beredskabshændelser

Beredskabshændelser i det danske elsystem er sjældne. Elsystemets robusthed sikrer, at Energinets kontrolcenter kan håndtere de fleste driftsforstyrrelser, uden at disse eskaleres til beredskabshændelser. I 2019 har der ikke været hændelser, hvor det har været nødvendigt at aktivere Energinets beredskab. Hændelsen i station Bjæverskov kunne dog potentielt have aktiveret Energinets beredskab, men gjorde det ikke, da Svenska kraftnät ikke varslede risiko for effektbrist. Da hændelsens fulde omfang blev klart, var driftssituationen igen stabiliseret.

### 3.3 Rådighed for danske udlandsforbindelser

I forhold til elforsyningssikkerhed er særligt de danske importkapaciteter på udlandsforbindelser interessant, da importmulighederne kan understøtte den danske forsyningssikkerhed.

2019 var kendetegnet ved særlig lav rådighed på Skagerrak-forbindelserne til Norge og Konti-Skan-forbindelserne til Sverige. For Skagerrak-forbindelserne blev SK4-landkablet i Danmark ramt af tre alvorlige fejl med betydelig udetid til følge (se også afsnit 3.2.1). Som følge heraf udføres i år nærmere analyser af kablet for at fastslå årsagen til fejlene. Konti-Skan fik i 2019 udskiftet kontrolsystemet på begge poler, hvilket har betydet øget udetid.



Figur 7 Gennemsnitlig rådighed for importkapacitet frigivet til spotmarkedet i 2017-2019. Bemærk den maksimale importkapacitet på Konti-Skan blev 1. oktober 2019 hævet med 35 MW, COBRACable blev idriftsat 11. september 2019, tilgængeligheden for Storebælt er gennemsnit for de to retninger. Kilde: Energinets markedsdataportal og Nord Pools historiske markedsdata (for COBRACable).<sup>4</sup>

#### 4. Energinets omkostninger til sikring af elforsyningsikkerhed

Energinet har en række omkostninger for at opretholde sine forpligtelser i *Lov om elforsyning*. Energinets omkostninger kan deles op i driftsomkostninger, afskrivninger og finansiering. Afrundede driftsomkostninger og investeringsomkostninger i 2019 er vist i Tabel 4. I omkostningerne er ikke modregnet indtægter som fx flaskehalsindtægter på udlandsforbindelser. Det er svært at definere de præcise omkostninger til sikring af elforsyningsikkerheden, da det principielt er alle aktører i elsystemet fra elproducenter til elforbrugere, som bidrager til denne.

<sup>4</sup> Energinets markedsdataportal: <http://osp.energinet.dk/layouts/Markedsdata/framework/integrations/markedsdatatemplate.aspx>, Nord Pools historiske markedsdata: <https://www.nordpoolgroup.com/historical-market-data/>.

Energinets omkostninger (mio. kr.) (2019-priser)	2019
<b>Driftsomkostninger</b>	
Energinet Elsystemansvar og Eltransmission (TSO-EL)	1.600 <sup>5</sup>
Systemydelse	650
<b>Samlet</b>	<b>2.250</b>
<b>Investeringer</b>	
Reinvesteringer	550
Netforstærkninger	450
Pålagte projekter	150
Kabelhandlingsplan og forskønnelse	50
Udlandsforbindelser	1.350
<b>Samlet</b>	<b>2.550</b>

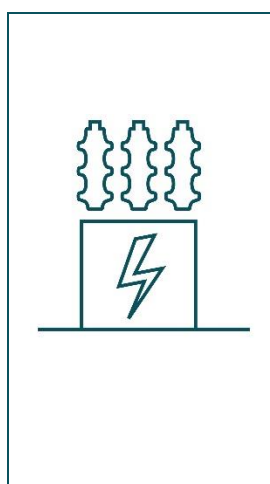
Tabel 4 Udvalgte omkostninger hos Energinet, der helt eller delvist bidrager til sikring af elforsyningsikkerheden. Omkostningerne er afrundede til nærmeste 50 mio. kr.

Det skal pointeres, at ikke kun Energinet har omkostninger forbundet med opretholdelse af elforsyningsikkerheden. En række andre aktører blandt andet netvirksomhederne, elforbrugere og -producenter har ligeledes omkostninger, som i større eller mindre grad er relateret til understøttelse af elforsyningsikkerheden.

#### 4.1 Omkostninger til systemydelse

Energinet har i 2019 indkøbt systemydelse for 665 mio. kr., hvilket er et fald på 141 mio. kr. sammenlignet med 2018. De seneste 5 år fra 2015 til 2019 har omkostningerne til systemydelse årligt været ca. 600-800 mio. kr.

Faldet fra 2018 til 2019 skyldes hovedsageligt bevægelser i omkostningerne til øvrige systemydelse. Den post indeholder blandt andet den enkeltstående og længerevarende situation omkring København, hvor Energinet har betalt Amagerværket Blok 3 for at være i kontinuert drift. Med værket i drift reduceredes risikoen for overbelastninger i elnettet og potentielle afkoblinger af elforbrugere i København. Dette indkøb startede i sommeren 2017, varede hele 2018 og ophørte i begyndelsen af 2019. Øvrige systemydelse dækker desuden fx over sikring af nødstart og effekttilstrækkelighed.



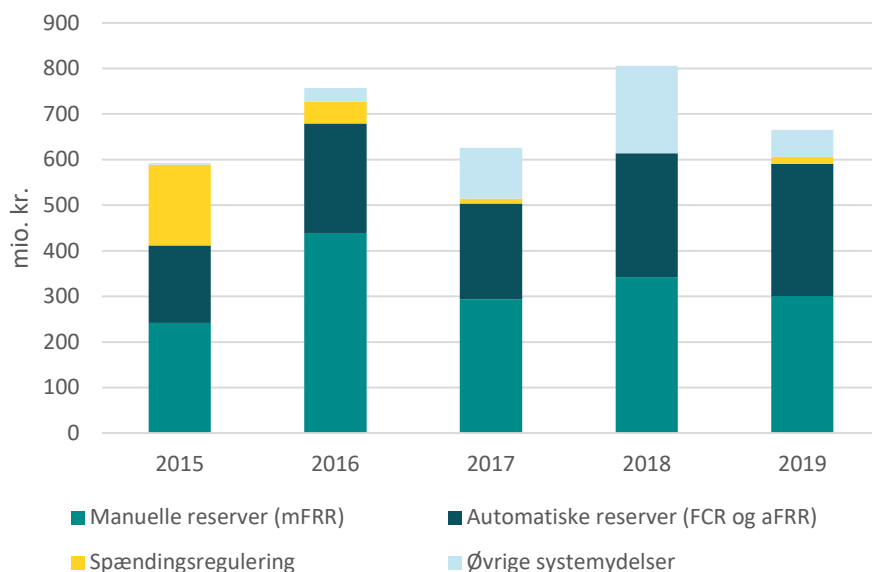
#### Systemydelse

Systemydelse er et samlet begreb for de elproduktions- og elforbrugsressourcer, som anvendes til at opretholde balancen og stabiliteten i elsystemet. Energinet indkøber systemydelse, som kan aktiveres automatisk eller manuelt i driftstimen. Systemydelse består af reserver, regulerkraft, spændingsregulering og øvrige systemydelse som fx nødstart (start fra dødt net).

Historisk over de seneste 5 år har manuelle reserver stået for den største andel af omkostninger til systemydelse. De eksisterende 5-årige aftaler omkring levering af manuelle reserver i Østdanmark udløber med udgangen af 2020.

<sup>5</sup> Omkostning er baseret på Energinets årsrapport for 2019 og baseres på driftsomkostningerne i 2019 for TSO-EL ud over systemydelse (posten "reserver/lagerkapacitet" i årsrapporten).





Figur 8 Energinets omkostninger til indkøb af systemydelser. Energinets omkostninger til synkronkompensatorer er ikke med i denne opgørelse.

Omkostningerne til indkøb af spændingsregulering var på 15 mio. kr. i 2019.

Det store fald i omkostninger til spændingsregulering siden 2015 skyldes primært, at det generiske behov for ad hoc spændingsregulering er blevet mindre de seneste år, samtidig med at Energinet har udbygget nettet med synkronkompensatorer, implementeret automatik i eksisterende komponenter i elnettet samt lavet en aftale med netvirksomhederne om, at reducere udveksling af reaktiv effekt mellem transmissionsnettet og distributionsnettet for at sikre optimal styring af transmissionsnettet.

Omkostninger til spændingsregulering (mio. kr.)	2015	2016	2017	2018	2019
<b>PLANLAGT:</b>	-	-	-	-	-
Markedskontrakter	171	18	2	0	15
Beordret efter Elforsyningsloven	0	30	8	0	0
<b>IKKEPLANLAGT:</b>	-	-	-	-	-
Beordret efter Elforsyningsloven	6	0	0	0	0
<b>Indkøb af spændingsregulering i alt</b>	<b>177</b>	<b>48</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
Omkostninger til synkronkompensatorer	54	54	57	57	54
<b>Samlede omkostninger til spændingsregulering</b>	<b>231</b>	<b>102</b>	<b>67</b>	<b>57</b>	<b>69</b>

Tabel 5 Energinets omkostninger til spændingsregulering.

Note: Beløbet til synkronkompensatorer omfatter drift og vedligehold, elforbrug, afskrivning og finansiering. Synkronkompensatorerne leverer mere end spændingsregulering, men det er den samlede udgift, der er gengivet.

Det lokale behov for spændingsregulering ved udfald og revisioner anses for uændret, fordi der lokalt ofte kun er én mulig leverandør. Med den i 2018 reviderede elforsyningslov kan Energinet undgå beordringer selv i situationer, hvor der kun er én potentiel leverandør. Ikkeplanlagte beordringer, hvor Energinet med meget kort varsel må gøre brug af Elforsyningslovens mulighed for beordring, har ikke været foretaget i 2019.

#### Hvad er en beordring?

En *beordring* består i, at et elproduktionsanlæg indkøbes af Energinet til at være i drift eller blot til at være driftsklar i perioder, der kan variere fra få timer til uger eller måneder. En beordring dækker over ikkemarkedsbaserede indkøb uden forudgående udbud.

#### 4.1.1 Beordringer

Energinet har ikke foretaget nye beordringer i 2019 og afsluttet beordringen af Amagerværkets blok 3. Amagerværkets blok 3 var beordret i kontinuert drift fra sommeren 2017 indtil marts 2019 for at understøtte forsyningsikkerheden i dele af København. Med idriftsættelsen af en ny 132 kV-linje fra Avedøreværket til Amager Koblingsstation er nettillstrækkeligheden i København forbedret, hvorfor beordringen af Amagerværket ophørte.

For yderligere information, læs Energinets publikationen "Energinets anvendelse af beordringer til sikring af elforsyningsikkerheden 2016-2017" eller se aktuelle og historiske beordringer på Energinets hjemmeside<sup>6</sup>.

Elproduktionsanlæg	Baggrund	Type	Varighed
<b>Amagerværket blok 3</b>	Amagerværket blok 3 var beordret i kontinuert drift indtil marts 2019. Beordringen begyndte allerede i sommeren 2017.	I drift	1.588 timer

Tabel 6 Beordringer i 2019.

#### 4.1.2 Håndtering af revisionsansøgninger og afvikling af værker

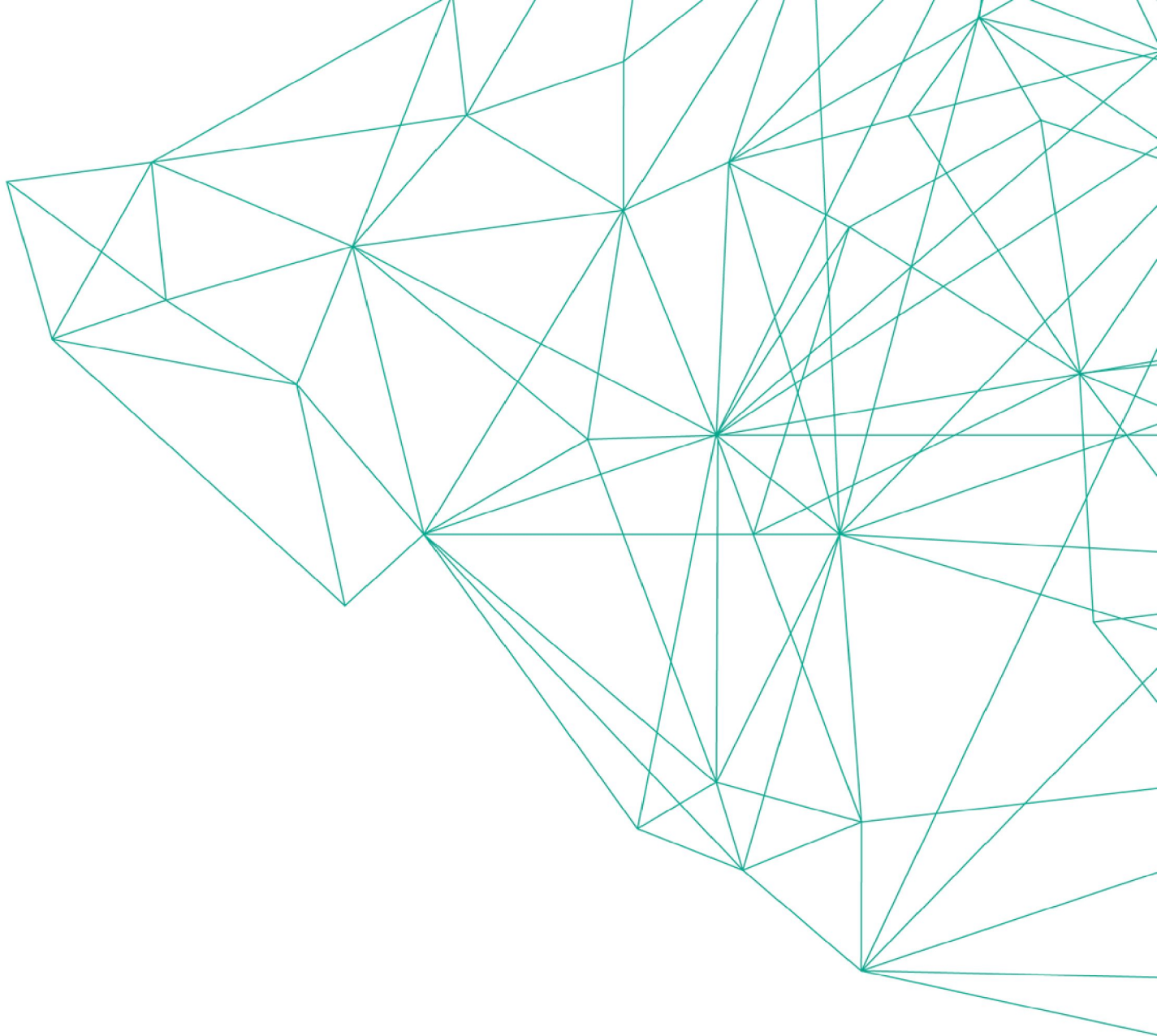
Energinet Elsystemansvar koordinerer og udarbejder årligt en revisionsplan på vegne af Energinet. Revisionsplanen sikrer, at udetid koordineres på tværs af aktører. Revisionsplanen bliver lagt for centrale kraftværker, handelsforbindelser, Energinet Eltransmissions projekter samt vedligeholdsarbejder på baggrund af deres indmeldinger. Når revisionsplanen er godkendt, kan Energinet ikke afvige herfra uden at kompensere de berørte aktører. I 2019 har Energinet ikke aflyst revisioner planlagt i revisionsplanen.

Energinet vurderer alle ønsker til revisionsperioder fra aktørerne i forhold til effektbalancen og netsituationen i Vest- og Østdanmark og områderne samlet. Hvis det vurderes nødvendigt, må aktørernes revisionsplaner justeres. Alle aktører har fået deres ønsker til revisioner opfyldt i revisionsplanen for 2020.

Der har i 2019 været ansøgninger om ændringer af driftstilstanden for de centrale kraftværker. Disse omfatter blandt andet lukninger og forlængede startvarsler. I hver enkelt situation har Energinet vurderet de elforsyningsikkerhedsmæssige konsekvenser.

I det seneste år har Energinet ikke modtaget forespørgsler på ændringer, som ville betyde en uacceptabel forringelse af elforsyningsikkerheden. Hvis Energinet ikke kan give tilladelse til en ændring, vil det fremgå af Energinets beordringer.

<sup>6</sup> <https://energinet.dk/El/Systemydelse/Beordringer>



## **ENERGINET**

Energinet  
Tonne Kjærsvej 65  
DK-7000 Fredericia

+45 70 10 22 44  
info@energinet.dk  
CVR-nr. 28 98 06 71

## KOLOFON

Forfatter: HKT/DGR  
Dato: 15. september 2020