

RA618

August 2019

Leveringssikkerhed i Danmark

Afbrudsstatistik for det danske elnet 2009-2018

Rapporten er udarbejdet af:

Tilman Weckesser
Louise Carina Jensen

Dansk Energi
Dansk Energi

DEFU-rapport:	RA618
Klasse:	1
Rekvirent:	Dansk Energi – Net
Dato for udgivelse:	14. august 2019
Sag:	7025

RESUME

Denne rapport omhandler afbrudsstatistik for alle statistikområder i Danmark for årene 2009-2018. Endvidere beskrives leveringssikkerheden, som kunden oplever den. Alle nøgletal viser en god leveringssikkerhed. Det er sjældent, at danske kunder oplever afbrud, og når de gør, er de korte.

Datagrundlaget udgøres af de inddateringer, som netselskaberne har foretaget i ELFAS-webportalen. I appendiks 1 ses en samlet oversigt over de netselskaber og statistikområder, som indgik i ELFAS-samarbejdet pr. 1. januar 2018.

Formålet med afbrudsstatistikken er at analysere leveringssikkerheden i det danske elnet ved at se på hyppigheden og varigheden af gennemsnitlige kundeafbrydelser. Hvert enkelt netselskab har adgang til egne data og kan ved hjælp af denne rapport sammenligne sig med landsgennemsnittet. Som denne rapport også viser, kan enkelte hændelser spille kraftigt ind, og derfor er det vigtigt at opdele både spændingsniveauer og hændelsestyper for at lave en sammenligning på tværs af selskaber.

Antallet og varigheden af kundeafbrydelser beskrives via nøgletallene SAIDI¹, SAIFI² og CAIDI³. Det gøres først for alle seks spændingsniveauer i Danmark. Henholdsvis lavspænding, 1-24 kV, 25-99 kV, 100-169 kV, 170-350 kV og 400 kV. For statistikområdet 1-24 kV fordeles også tallene i afbrudskategorier, da dette område er mest signifikant for de samlede tal.

Statistikken for 2018 viser, at den gennemsnitlige afbrudshyppighed pr. kunde (SAIFI) i 2018 var 0,48 afbrud pr. kunde. Desuden var den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde (SAIDI) 21,9 minutter. Det svarer til en gennemsnitlig leveringssikkerhed for hele landet på 99,996 %, hvilket er på samme høje niveau, som er set hele perioden, hvor der er ført statistik på ASAI⁴-tal, 2009-2018⁵.

	SAIFI [afbrud pr. kunde]	SAIDI [afbrudsmin.]	ASAI [%]	CAIDI [min. pr. afbrydelse]
2018	0,48	21,9	99,996	45,4
Gennemsnit (2009-2018)	0,46	20,1	99,996	43,5
Standardafvigelse	0,039	1,9	-	3,2

¹ SAIDI - System Average Interruption Duration Index: Gennemsnitlig varighed af kundeafbrydelse pr. alle kunder

² SAIFI - System Average Interruption Frequency Index: Gennemsnitlig hyppighed af kundeafbrydelse pr. alle el-kunder

³ CAIDI - Customer Average Interruption Duration Index: Gennemsnitlig varighed af kundeafbrydelse pr. hyppighed af kundeafbrydelse (SAIDI/SAIFI) dvs. varighed af kundeafbrydelse pr. afbrud

⁴ ASAI - Average Service Availability Index: Procent af året en el-kunde ikke er afbrudt

⁵ I hele perioden har leveringssikkerheden været over 99,99%

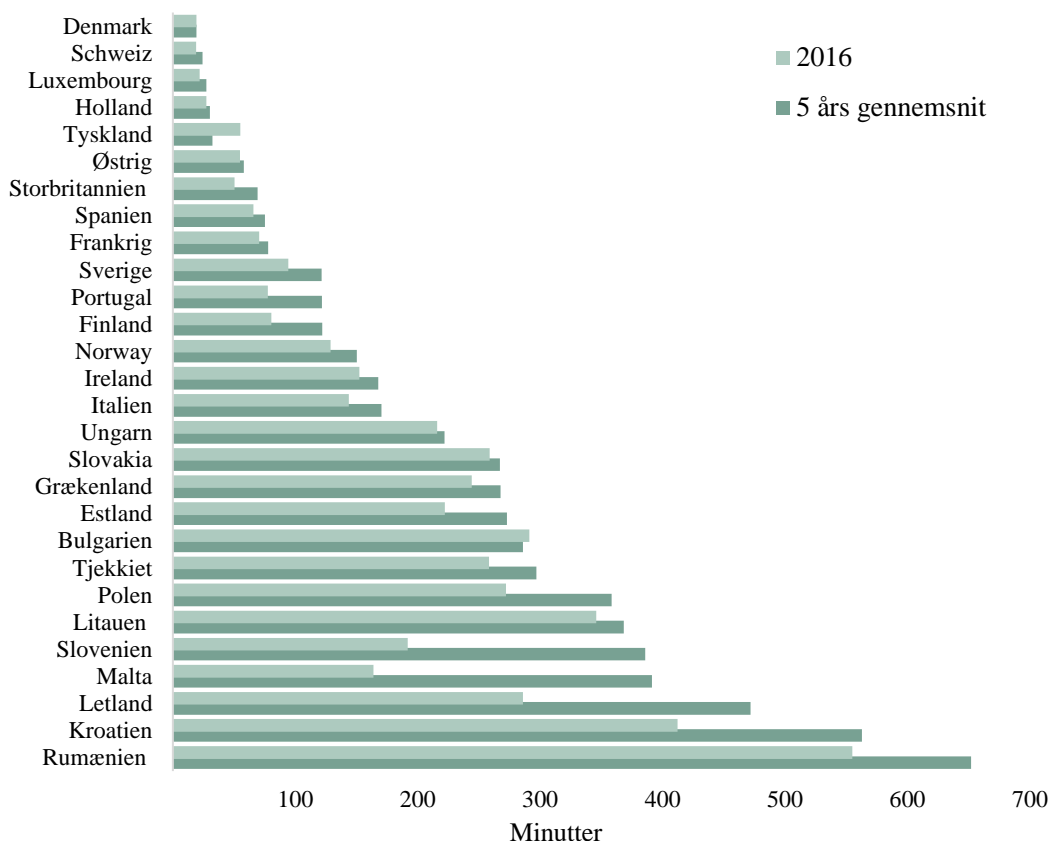
INDHOLDSFORTEGNELSE

Resume	5
Indholdsfortegnelse	7
Konklusion	9
1 Indledning	12
<i>Spændingsniveauer</i>	13
2 Leveringssikkerhed i Danmark - afbrudsstatistik	14
2.1 SAIDI - Gennemsnitlig varighed af kundeafbrud pr. kunde	14
2.2 SAIFI - Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde	18
2.3 CAIDI – Gennemsnitlig varighed af et kundeafbrud for et specifikt statistikområde	21
3 Leveringssikkerhed for statistikområdet 1-24 kV	24
3.1 SAIDI - Gennemsnitlig varighed af afbrud pr. kunde.....	25
3.2 SAIFI - Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde	26
3.3 CAIDI – Den gennemsnitlige varighed af kundeafbrud	28
4 Referenceliste	31
Appendiks 1 ELFAS-samarbejdet	32
A1.1 Selskaber i ELFAS-samarbejdet pr. 1. januar 2018.....	32
Appendiks 2 Begrebsforklaring	33
Appendiks 3 Beregningsmetoder	34
A3.1 Indsamling af data.....	34
A3.2 SAIDI – Gennemsnitlig varighed af kundeafbrud pr. kunde.....	35
A3.3 SAIFI – Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde.....	35
A3.4 CAIDI– Gennemsnitlig varighed af et kundeafbrud for et givet statistikområde	35
A3.5 ASAI – Leveringssikkerhed i procent af året	37
A3.6 Standardafvigelse	37
A3.7 CEER-Benchmarkingtal	38

KONKLUSION

Danmark har historisk ligget i den absolutte top, når det kommer til leveringssikkerhed i Europa, og det er fortsat gældende for 2018.

Ifølge rapporten fra Council of European Energy Regulators (CEER) har Danmark den højeste leveringssikkerhed, når man lægger afbrudsminutterne i hvert af de 28 lande sammen for de seneste fem år [Ref. 5]. Se Figur K-1.



Figur K-1: CEER-benchmarking afbrudsminutter pr. kunde (SAIDI), se afsnit A3.7 for beregningsmetode

Der er fire parametre, som man indenfor leveringssikkerhed beregner på, SAIFI, SAIDI, ASAI og CAIDI. Disse kan ses i Tabel K-1. Overordnet har vi i Danmark ikke oplevet signifikante udsving, og vi har bibeholdt det høje niveau i leveringssikkerhed.

Tabel K-1: Danske nøgletal for 2018

	SAIFI	SAIDI	ASAI	CAIDI
	[Afbrud pr. kunde]	[Afbrudsminutter pr. kunde]	[Procent af året en kunde har strøm]	[Gennemsnitsvarighed af afbrud]
År 2018	0,48	21,9	99,996%	45,4
Gennemsnit (2009-2018)	0,46	20,1	99,996%	43,5
Standardafvigelse	0,039	1,9	-	3,2

Konklusion

Den gennemsnitlige afbrudshyppighed pr. kunde (SAIFI) for alle statistikområder var 0,48 afbrud pr. kunde i 2018, mens den gennemsnitlige leveringssikkerhed for hele landet lå på 99,996 % af årets 8.760 timer.

Den gennemsnitlige varighed af afbrud pr. kunde (SAIDI) i 2018 var på 21,9 minutter. Det gennemsnitlige SAIDI-nøgletal for samme periode var på 20,1 minutter med en standardafvigelse på 1,9 minutter. Den laveste observation var på 15,7 minutter i 2014.

Afbrudshyppigheden (SAIFI) er også holdt på et næsten konstant niveau, omkring 0,46 afbrud pr. kunde i perioden med et maks. i 2012 på 0,54. Standardafvigelsen er på 0,039. Det vil sige, at i løbet af 1 år har hver anden kunde i gennemsnit kun oplevet 1 afbrud på længere end 1 minut.

Afbrudsvarigheden pr. afbrud (CAIDI) viser en svagt stigende tendens siden 2013, hvor CAIDI var 37,2 minutter pr. afbrud. Indikatoren er domineret af afbrud i statistikområdet 1-24 kV.

For hele perioden er leveringssikkerheden i Danmark holdt på et meget højt niveau.

Statistikområdet 1-24 kV bidrager mest til leveringssikkerhedsnøgletallene. Derfor bliver afbrudstallene i dette statistikområde videre undersøgt og opdelt i kategorier:

- varslet afbrud
- uvarslet afbrud
- afbrud grundet en tredjepart (fx påkørsel eller gravearbejde)
- afbrud grundet force majeure

Det er vigtigt at opdele afbrud i disse kategorier. Hvis fx et mindre netselskab har en stor force majeure-hændelse, kan det skævvride deres samlede tal således, at en reduktion i udetid grundet planlagt vedligehold faktisk ikke kan ses. Dette er jo uheldigt, hvis det tolkes, som at der ikke har været en forbedring, når netselskabet faktisk har haft en positiv udvikling.

Ved 1-24 kV ses samlet en stigning i den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde (SAIDI) siden 2014, hvor den var lavest ved 11,0 minutter. I 2018 er SAIDI på 15,0 minutter, som er den højeste værdi i perioden 2009 - 2018. Der er dog en relativ lille afvigelse tallene imellem (11,0 og 15,0 minutter). For SAIDI-nøgletallene er afvigelsen størst for uvarslede afbrud med en standardafvigelse på 1,4 minutter, hvilket er lavt. Bemærk, at afbrudsminutter grundet varslede afbrud er faldet i perioden 2009 – 2018 med 60 %, mens afbrud grundet en tredjepart kun varierede mellem gennemsnitligt 1,8 – 2,4 afbrudsminutter.

En gennemsnitlig kunde i Danmark på 1-24 kV var afbrudt 0,33 gange i 2018 og i hele den 10-årige periode 0,30 gange pr. år. Standardafvigelsen er på kun 0,02 gange, hvormed vi kan konstatere, at værdien er næsten konstant.

I perioden fra 2009-2018 har den samlede gennemsnitlige varighed af kundeafbrud pr. afbrud (CAIDI) i 1-24 kV-statistikområdet kun varieret lidt, hvilket genspejles i en lav standardafvigelse på 2,3 minutter. Middelværdien i den 10-årige periode er på 45,2 minutter. De uvarslede afbrud dominerer udviklingen af disse nøgletal. CAIDI viser et gennemsnitligt uvarslet afbrud var på 44,1 minutter i 2018, hvilket svarer til 56 %, af den tid et varslet afbrud tog. For uvarslede afbrud har tendensen først været faldende til 37,1 minutter i 2013, efterfølgende er den steget til 46,9 minutter i 2016, og i 2018 faldt den lidt igen til 44,1 minutter.

1 INDLEDNING

Registrering af fejl i det danske 50-150 kV-net begyndte i 1964 og er løbende blevet udvidet til også at omfatte afbrudsregistrering i de øvrige spændingsniveauer. I 1974 blev registreringen udvidet med en række danske distributionsselskaber med spændingsniveauer 1-50 kV, og i 2007 blev lavspændingsnettet inkluderet.

I Appendiks 1 ses en samlet oversigt over de netselskaber og statistikområder, der indgik i ELFAS-samarbejdet pr. 1. januar 2018. Datagrundlaget for ELFAS omfatter 96,9% af alle kunder, da ELFAS-statistikken er en frivillig ordning.

Alle netselskaber har siden 1. januar 2006 været forpligtet til at registrere antal og varighed af kundefejl som følge af driftsforstyrrelser i højspændingsnetten. Fra 1. januar 2007 har netselskaberne været forpligtet til at registrere kundefejl som følge af hændelser i lavspændingsnetten. Registrering af kundefejl sker i henhold til Forsyningstilsynets vejledning [Ref. 3]. Kun afbrud af en varighed på mindst 1 minut indgår i datagrundlaget. Desuden indgår kun kunder på almindelige vilkår, dvs. elforbrugere (inkl. nettoafregnede solcelleejere). Kunder, som er registreret som producenter, herunder vindmøller og decentrale kraftvarmeværker, indgår ikke i statistikken.

I kapitel 2 er den gennemsnitlige leveringssikkerhed for det pågældende statistikområde beregnet på baggrund af det samlede kundeantal, som ELFAS repræsenterer inden for samme statistikområde i 2018. I Tabel 1-1 ses det samlede kundeantal pr. statistikområde for 2018.

Tabel 1-1 Kundeantal pr. statistikområde for 2018

Område \ År	2018
Lavspænding	3.048.791
1-24 kV	3.264.058
25-99 kV	3.296.283
100-169 kV	3.296.283
170-400 kV	3.296.283

I 2018 var der i alt 3.402.571 kunder i Danmark [Ref. 2]. ELFAS-ordningen dækkede i 2018 96,9 % af samtlige kunder i Danmark.

I 2018 er antallet af kunder på lavspænding lavere end på de øvrige spændingsniveauer. Årsagen til dette er, at et netselskab har undladt at indrapportere afbrud på lavspænding for dette år.

SPÆNDINGSNIVEAUER

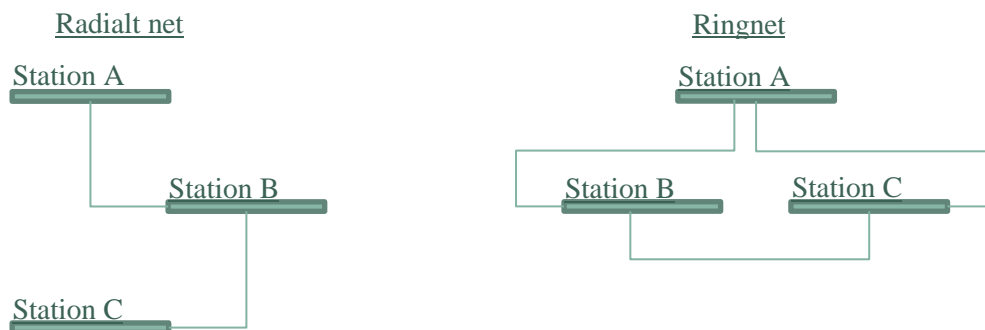
Statistikken dækker i dag alle spændingsniveauer fordelt på seks statistikområder:

Tabel 1-2: Beskrivelse af spændingsniveauer

Statistik-område	Spændingsniveau	Type	Antal kunder involveret i hændelser ⁶
Lavspænding	0,4kV	Distribution	1-500
1-24 kV	10kV, 15kV, 20kV	Distribution	1.000-15.000
25-99 kV	30kV, 33kV, 50kV, 60kV	Distribution	10.000-30.000
100-169 kV	132kV, 150kV	Transmission	10.000-100.000
170-350 kV	220kV	Transmission	Vindmølleparker
400 kV	400kV	Transmission	Hele regioner

I Danmark oplever vi sjældent kundefejl som følge af fejlhændelser i de høje spændingsniveauer (25-99 kV og højere). Det er ikke sådan, at der ikke sker fejlhændelser på disse spændingsniveauer, men nettet er designet således, at det sjældent fører til kundefejl.

Det ses i tabel 1-2, at jo højere spændingsniveau, jo flere kunder er der involveret i en hændelse. Derfor er det vigtigt at sikre, at en hændelse på disse niveauer ikke fører til kundefejl. En måde at sikre det er ved at konstruere nettet med en vis mængde redundans. Det vil sige, at der er ekstra udstyr, der hurtigt kan tage over, når noget fejler. Fx ved at have ringnet, se Figur 1-1, hvor man kan føre strømmen uden om det fejlramte stykke og isolere fejl. Da det er signifikant dyrere at konstruere nettet med redundans, bruges det primært, hvor det vil involvere mange kunder, altså i de høje spændingsniveauer, 25-99 kV og højere, og på de lavere spændingsniveauer i områder med høj befolkningstæthed.



Figur 1-1: Eksempler på radialt- og ringnet. De to nettopologier kan have mange forskellige udformninger. Generelt kan det dog altid siges, at ved radialt net vil en fejlramt linje isolere en station, hvorimod der i ringnet skal være mindst to linjer ude for at isolere en station.

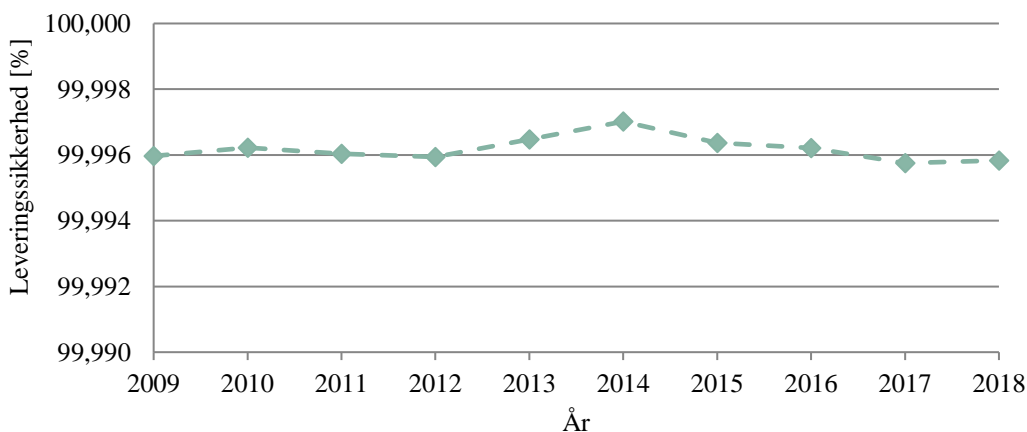
⁶ Tallene er cirkatal og kan variere meget afhængigt af nettopologi. Dette er for at give en indikation af det normale udfald af en hændelse.

2 LEVERINGSSIKKERHED I DANMARK - AFBRUDSSTATISTIK

I dette kapitel analyserer vi leveringssikkerheden i det danske elnet ved at se på hyppigheden og varigheden af gennemsnitlige kundeafbrud. Alle spændingsniveauer er medtaget.

*Hele landet har en leveringssikkerhed på 99,996 % af årets 8.760 timer i 2018.
Det er samme høje niveau, som er observeret for hele perioden 2009 til 2018.*

I 2018 var en kunde i gennemsnit afbrudt i 21,9 minutter. For hele landet giver det en leveringssikkerhed på 99,996 % af årets 8.760 timer, hvilket er på niveau med den høje leveringssikkerhed for hele perioden.



Figur 2-1: Leveringssikkerhed i procent pr. år, ASAI⁷

Leveringssikkerheden for perioden 2009 til 2018 er beregnet på baggrund af nøgletallet SAIDI.

$$ASAI = \frac{\text{minutter i et år} - \text{SAIDI}}{\text{minutter i et år}}$$

I det efterfølgende beregnes leveringssikkerheden for perioden 2009-2018. Nøgletal for gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde (SAIDI), gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde (SAIFI) og gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. afbrud (CAIDI) vil blive gennemgået og beregnet. Dette vises for alle statistikområder.

2.1 SAIDI - GENNEMSNTLIG VARIGHED AF KUNDEAFBRUD PR. KUNDE

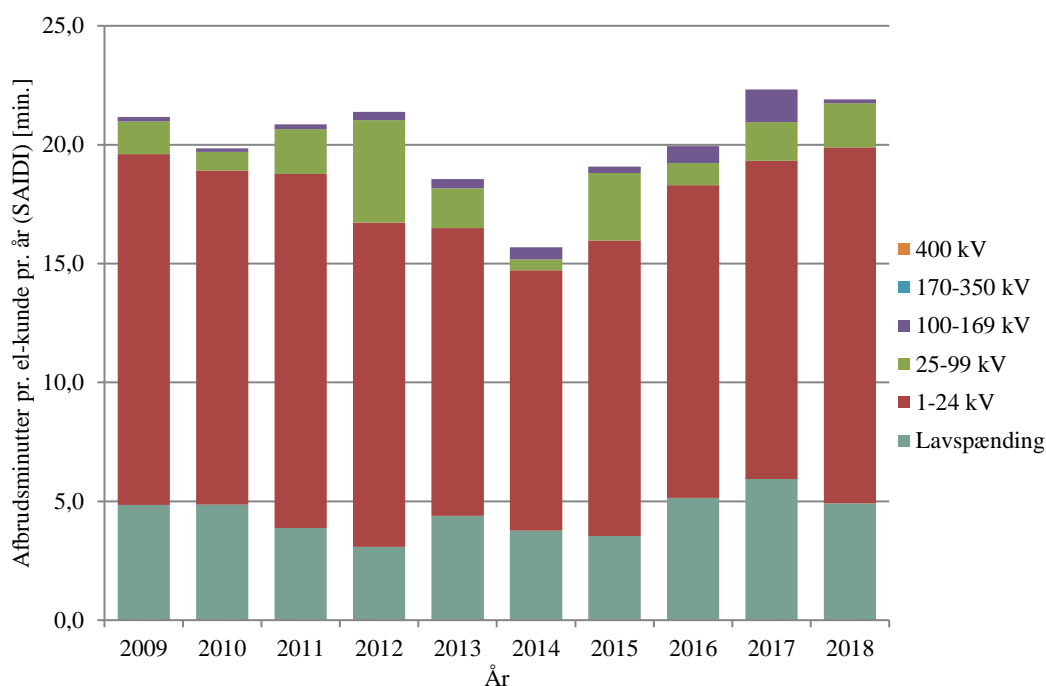
SAIDI (System Average Interruption Duration Index) beskriver, hvor længe en kunde i gennemsnit har været afbrudt i en given periode.

$$SAIDI = \frac{\text{sum af varigheden af alle kundeafbrud}}{\text{antal af alle kunder}}$$

⁷ Leveringssikkerhed i % af året 8.760/8.784 timer – afhængigt af skudår

Dette nøgletal beskriver, hvor længe en kunde i gennemsnit er afbrudt om året i minutter.

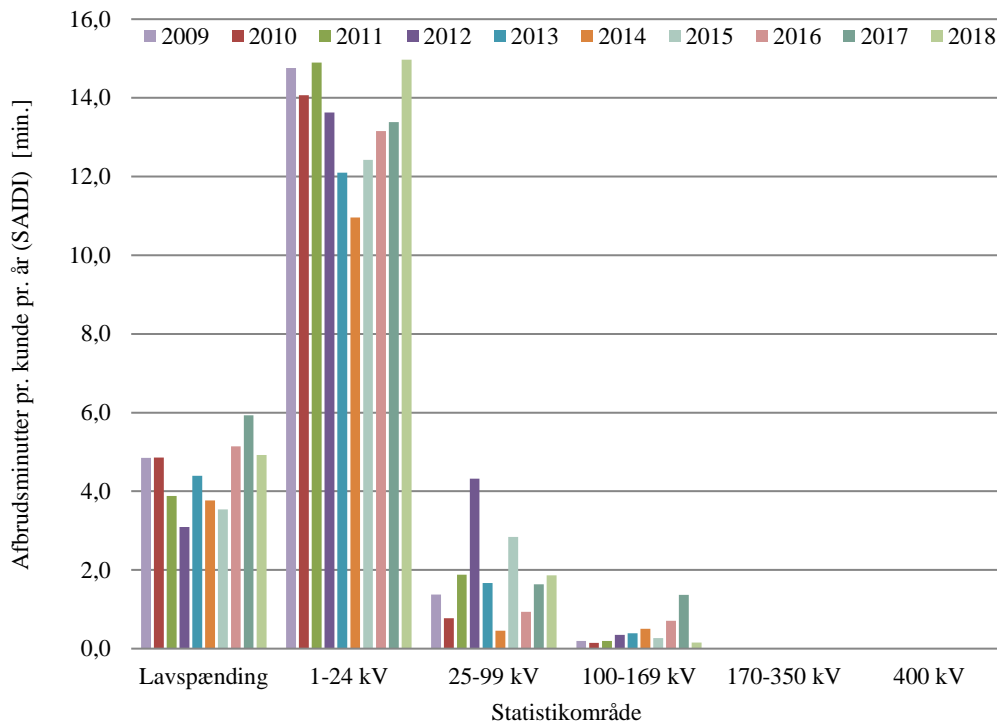
På figur 2-2 kan det ses, at en kunde i 2018 i gennemsnit var afbrudt i 21,9 minutter med statistikområdet 1-24 kV som den største bidrager med 15,0 minutter svarende til ca. 69 %. Det gav en leveringssikkerhed på 99,996 % i gennemsnit for hele landet i 2018 over årets 8.760 timer.



Figur 2-2 Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde i minutter opgjort på statistikområder pr. år (SAIDI)

Fra 2009 til 2014 er den gennemsnitlige afbrudsvarighed faldet fra 21,2 minutter til 15,7 minutter. Dog er afbrudsvarigheden steget igen fra 2014 til 2018 med 6,2 minutter. Stigningen skyldes primært 1-24 kV-området, hvor varigheden er steget med 4,0 minutter.

På Figur 2-3 præsenteres SAIDI-nøgletallene fordelt på spændingsniveau, og dette tydeliggør de forskellige statistikområders udvikling i afbrudsvarighed over årene.

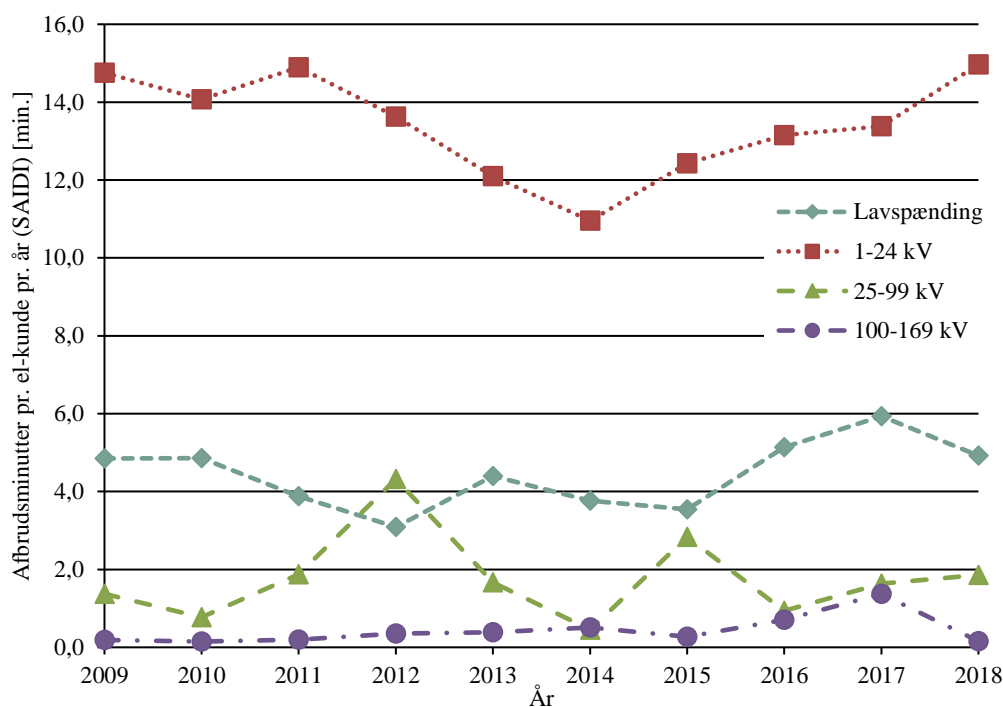


Figur 2-3: Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde i minutter opgjort pr. statistikområde (SAIDI)

1-24 kV-området står generelt for den største del af afbrudsvarigheden. Lavspændingsnettet har en andenplads. Herudover er der tendens til, at varigheden falder, når spændingen stiger.

På transmissionsniveau, 170-400 kV, er afbrudsvarigheden 0 minutter i gennemsnit over alle år, dvs. ingen afbrud (over 1 minut) som følge af hændelser på denne del af nettet. Dette kan opnås, idet 220 kV- og 400 kV-nettet er designet med et højt niveau af redundans, hvilket gør, at meget få hændelser vil føre til kundeafbrud.

For lavspændingsnettet og 1-24 kV-området er der en faldende tendens fra 2009 og frem til 2014 (se Figur 2-4). Dog er der for statistikområdet 1-24 kV sket en stigning i afbrudsvarigheden fra 2015 og frem. 2018-niveauet ligger højest med 15,0 minutter.



Figur 2-4: Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde i minutter (SAIDI) opgjort pr. udvalgte statistikområder (lavspænding, 1-24 kV, 25-99 kV og 100-169 kV) fordelt på år

For statistikområdet 25-99 kV er der sket en stigning i antal afbrudsminutter pr. kunde i 2012 og 2015. Afvigelserne er markante fra år til år, og de kan ofte tilskrives enkelthændelser.

For at undersøge leveringssikkerheden skal der differentieres mellem force majeure, de store hændelser og andre hændelser. Der er dog ikke så mange hændelser i 25-99 kV-området, det er derfor svært at lave en pålidelig statistik på baggrund af det lille datagrundlag.

I Tabel 2-1 er nøgletallene og den gennemsnitlige værdi gennem de seneste ti år vist. Endvidere er summen af indekserne, dvs. den samlede gennemsnitlige varighed pr. år, indsat.

Tabel 2-1: SAIDI de seneste 10 år. Talværdierne for indekset SAIDI til brug i figur 2-2, figur 2-3 og figur 2-4

SAIDI: System Average Interruption Duration Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde)											
Afbrudsvarighed pr. kunde [min]											
SAIDI	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	GNS
Lavspænding	4,8	4,9	3,9	3,1	4,4	3,8	3,5	5,1	5,9	4,9	4,4
1-24 kV	14,8	14,1	14,9	13,6	12,1	11,0	12,4	13,2	13,4	15,0	13,4
25-99 kV	1,4	0,8	1,9	4,3	1,7	0,5	2,8	0,9	1,6	1,9	1,8
100-169 kV	0,2	0,1	0,2	0,4	0,4	0,5	0,3	0,7	1,4	0,2	0,4
170-400 kV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum	21,2	19,8	20,9	21,4	18,6	15,7	19,1	19,9	22,3	21,9	20,1

2.2 SAIFI - GENNEMSNITLIG AFBRUDSHYPPIGHED PR. KUNDE

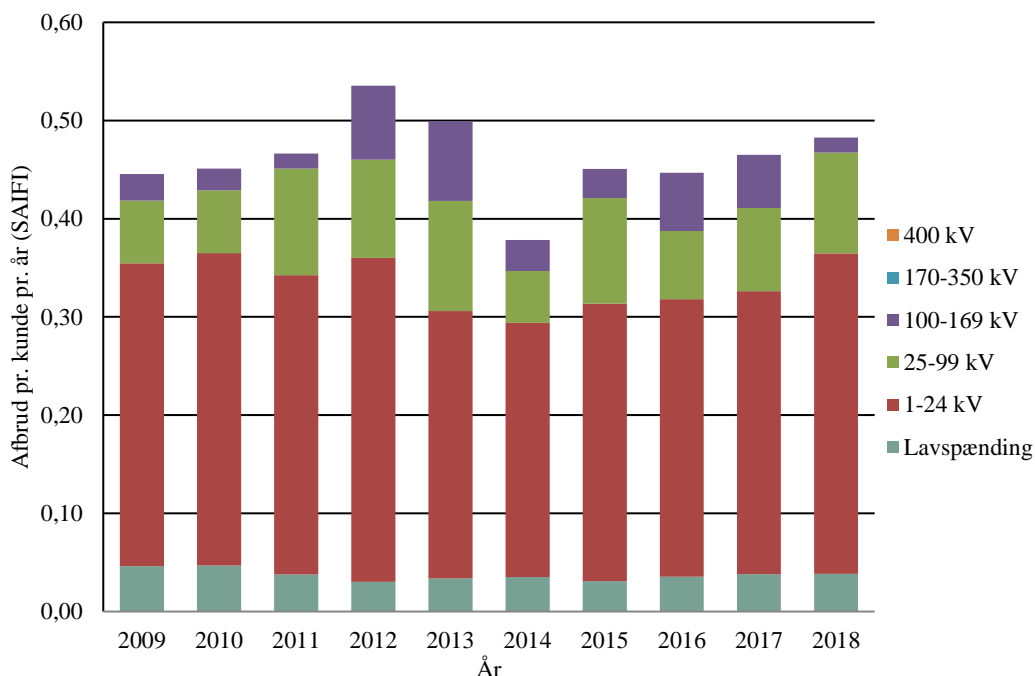
SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) beskriver, hvor mange gange en kunde i gennemsnit har været afbrudt i en given periode.

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{sum af alle kundeafbrud}}{\text{antal af alle kunder}}$$

Dette nøgletal fortæller om hyppigheden af afbrud for en gennemsnitskunde i Danmark, når der ses på hele landet og antal kunder i alt. Det er vigtigt at forstå, at selvom et spændingsniveau har et højt bidrag til det samlede SAIFI-nøgletal (afbrudshyppighed), betyder det ikke nødvendigvis, at der har været mange hændelser. Tallet er et udtryk for, hvor mange kunder der har været afbrudt grundet en hændelse på det givne spændingsniveau. Altså kan en enkelt hændelse på 100-169 kV tælle markant mere end mange små hændelser i lavspændingsnettet, da der er langt flere kunder afbrudt i hændelser på de høje spændingsniveauer end på de lave (se Tabel 1-2).

Det er også derfor, at 1-24 kV-nettet er den største bidragsyder til SAIFI-nøgletallene. Denne del af nettet er overvejende drevet radialt, men der er stadig langt flere kunder på hver udføring i forhold til i lavspændingsnettet.

På Figur 2-5 er SAIFI-nøgletallene præsenteret for årene 2009 til 2018. Figuren tydeliggør den årlige udvikling i afbrudshyppighed pr. kunde i perioden.



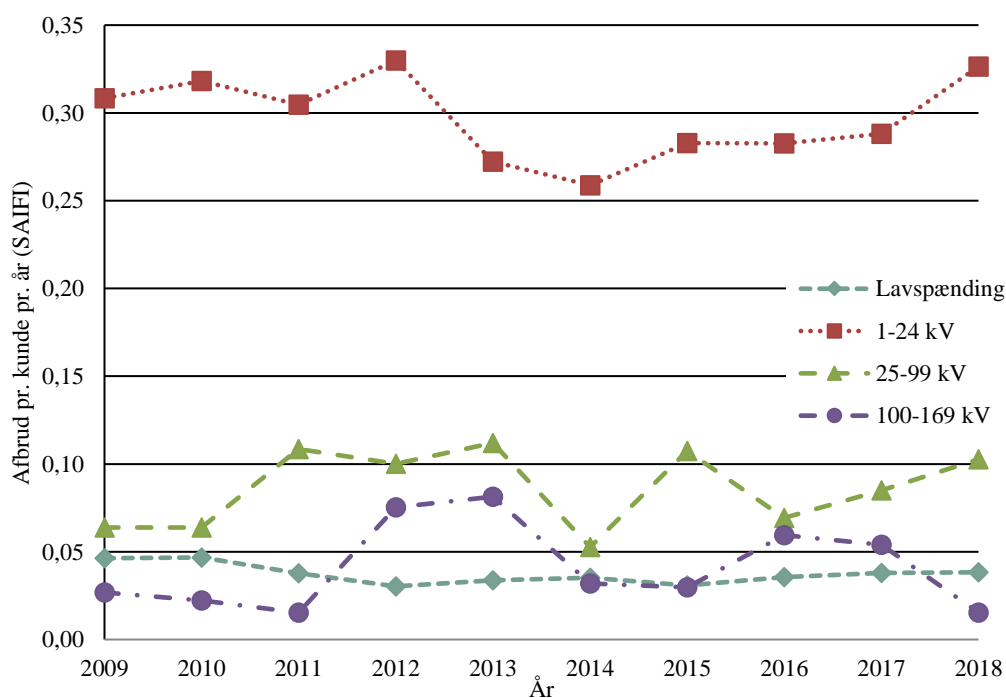
Figur 2-5: Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde opgjort på år (SAIFI)

SAIFI svinger omkring 0,46 afbrud pr. år, hvilket betyder, at en kunde i gennemsnit afbrydes én gang hvert andet år.

I 2018 var antallet af kundeafbrud pr. kunde 0,48 afbrud pr. år. Det vil sige, at en kunde gennemsnitligt kun bliver afbrudt én gang hvert andet år. Dette er et gennemsnit for alle kunder, dvs. nogle vil opleve flere afbrud, mens andre slet ikke oplever afbrud over 1 minuts varighed.

I perioden 2009-2018 står statistikområdet 1-24 kV for det største bidrag til den samlede afbrudshyppighed (0,33 afbrud pr. kunde pr. år i 2018), mens statistikområdet 25-99 kV bidrog næstmest (0,10 afbrud pr. kunde pr. år i 2018). Lavspænding og 100-169 kV har i 2018 stået for henholdsvis 0,04 og 0,02 afbrud pr. kunde pr. år. På de højeste spændingsniveauer, 170-360 kV og 400 kV, har der i perioden ikke været nogen afbrydelser, der har ført til kundeafbrud.

De samme afbrydelsestal vises på Figur 2-6 fordelt på statistikområde. Her fremgår det tydeligt, at statistikområdet 1-24 kV står for det største bidrag (i gennemsnit lidt over 60 %), mens statistikområdet 25-99 kV står for det næststørste bidrag til afbrudsfrekvensen (i gennemsnit lidt under 20 %). Dernæst kommer lavspændingsnettet og 100-169 kV som de statistikområder, der er årsag til færrest kundeafbrud.



Figur 2-6: Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde opgjort på statistikområderne (SAIFI)

For 1-24 kV har der generelt været en faldende tendens fra 2009, hvor en kunde i gennemsnit var afbrudt 0,31 gange, til 2014, hvor en kunde kun var afbrudt 0,26 gange. Efter 2014 kan en stigende tendens observeres, og i 2018 var en kunde i gennemsnit afbrudt 0,33 gange. På lavspændingsnettet er afbrudshyppigheden pr. kunde faldet svagt fra 0,05 i 2009 til 0,04 i 2018. Eftersom SAIFI-nøgletallet er markant højere for statistikområdet 1-24 kV, vil en reduktion af afbrudshyppigheden pr. kunde på 1-24 kV have stor indflydelse på kunders gennemsnitlige afbrudshyppighed.

Statistikområderne 25-99 kV og 100-169 kV vises i Figur 2-6. Graferne viser ikke, at afbrudshyppigheden har enten en stigende eller faldende tendens i disse to statistikområder. Derimod ser vi, at der er langt flere udsving på disse høje spændingsniveauer. Dette skyldes, at der er færre hændelser, der fører til kundeafbrud, fordi udstyr er af høj kvalitet. Dog, hvis der er et afbrud, påvirker det mange kunder.

I statistikområdet 25-99 kV kan der i enkelte år ses større udsving, fx 2011, 2012, 2013, 2015 og 2018. Her bidrager dette statistikområde i højere grad til afbrudsfrekvensen for den enkelte kunde end i de øvrige år. Udsvingene skyldtes hovedsageligt enkeltstående hændelser. Den gennemsnitlige afbrudshyppighed for 25-99 kV er 0,09 afbrud pr. kunde pr. år i perioden.

I statistikområdet 100-169 kV kan også observeres, at der er år med større udsving. I 2012, 2013, 2016 og 2017 stiger frekvensen af store afbrud, og dette spændingsniveau bidrager mere til afbrudshyppigheden pr. kunde end lavspændingsnettet i disse år. Den tydeligste stigning i kundeafbrud ses i årsskiftet fra 2011 til 2012 på spændingsniveau 100-169 kV med 0,06 flere afbrud pr. kunde i forhold til 2011.

2014 var et rekordår i forhold til lave udetider. Der var markant færre hændelser, og afbrudsvarigheden var meget lav på 1-24 kV, 25-99 kV og 100-169 kV.

Værdierne for det beregnede indeks vises i Tabel 2-2 for alle årene. Gennemsnittet over de seneste ti år samt summen pr. år, dvs. samlet gennemsnitlig afbrudshyppighed for alle kunder på alle spændingsniveauer, er udregnet.

For den 10-årige periode ligger det samlede gennemsnit på 0,46 afbrud pr. kunde pr. år, svarende til at man som kunde i gennemsnit vil opleve en strømafbrydelse kun cirka hvert andet år.

Tabel 2-2 Talværdierne for indekset SAIFI til brug i Figur 2-5 til Figur 2-6

SAIFI: System Average Interruption Frequency Index (Gennemsnitligt antal afbrud pr. kunde)											
Afbrud pr. kunde [antal]											
SAIFI	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	GNS
Lavspænding	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
1-24 kV	0,31	0,32	0,30	0,33	0,27	0,26	0,28	0,28	0,29	0,33	0,30
25-99 kV	0,06	0,06	0,11	0,10	0,11	0,05	0,11	0,07	0,08	0,10	0,09
100-169 kV	0,03	0,02	0,02	0,08	0,08	0,03	0,03	0,06	0,05	0,02	0,04
170-400 kV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum	0,45	0,45	0,47	0,54	0,50	0,38	0,45	0,45	0,46	0,48	0,46

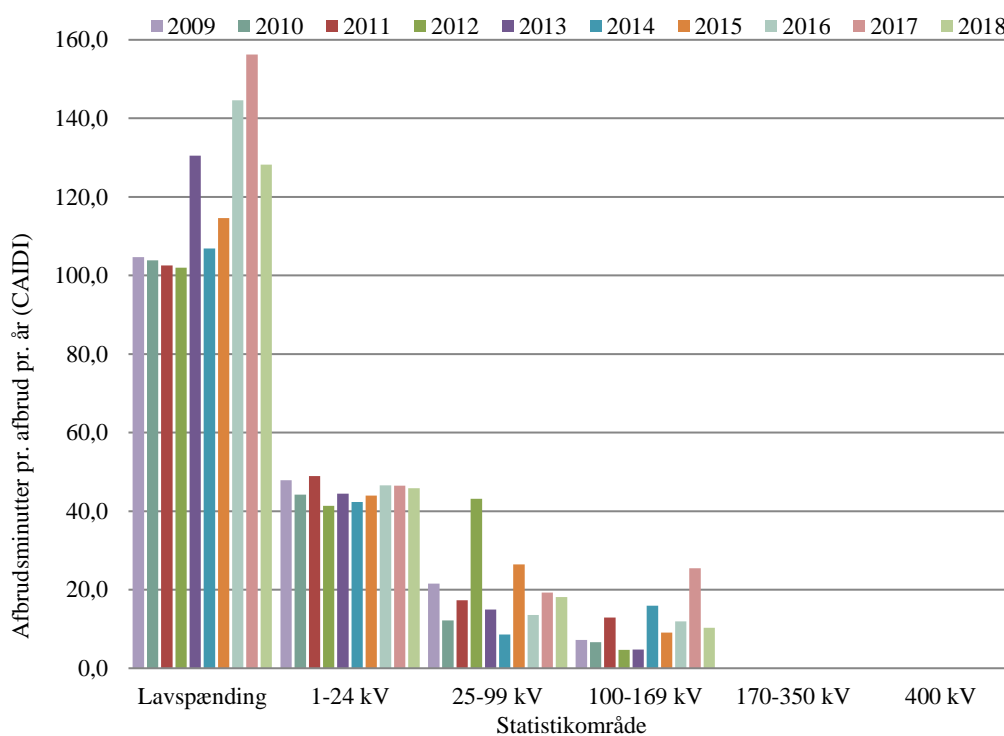
2.3 CAIDI – GENNEMSNITLIG VARIGHED AF ET KUNDEAFBRUD FOR ET SPECIFIK STATISTIKOMRÅDE

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) beskriver, hvor langt et kundefbrud er i gennemsnit.

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{sum af varigheden af alle kundefbrud}}{\text{sum af alle kundefbrud}} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}}$$

Dette nøgletal beskriver, hvor langt et kundefbrud er gennemsnitligt, altså hvis man bliver afbrudt, hvor længe er man så uden strøm?

På figur 2-7 ser vi en klar sammenhæng mellem varighed og spændingsniveau: Jo lavere spænding – jo længere udbedringstid. På høje spændingsniveauer (25-99 kV og højere) er der typisk bedre mulighed for at omlægge forsyningen eller montere en nødgenerator til kunderne midlertidigt, mens fejlen udbedres. Derved oplever kunderne ikke afbrud i hele varigheden, mens fejlen udbedres.



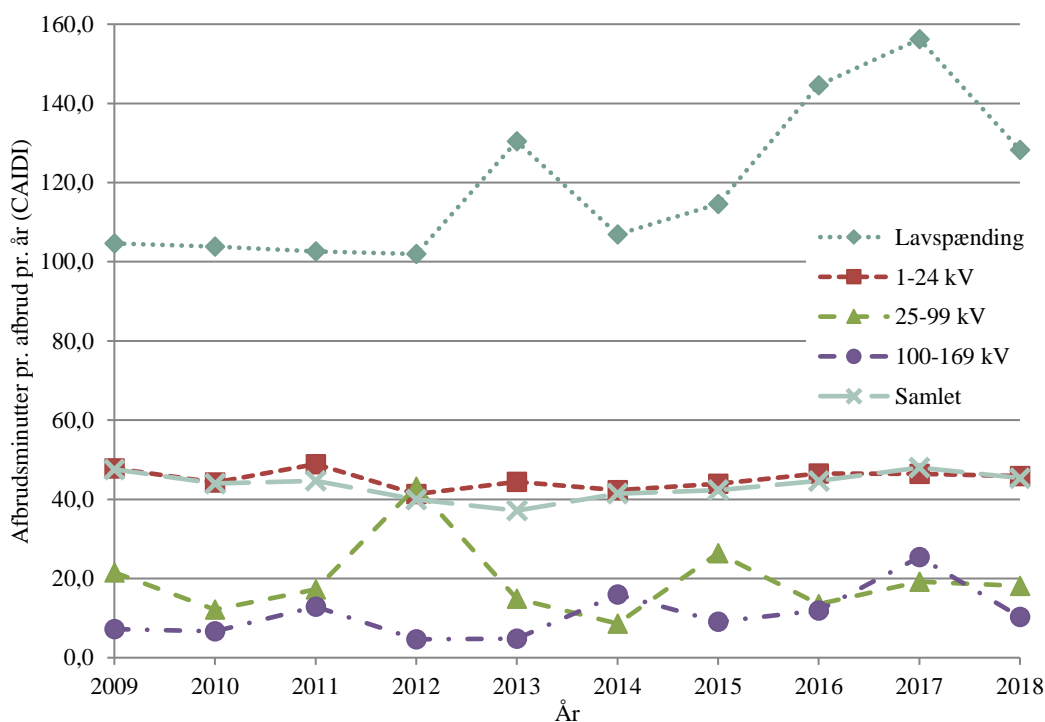
Figur 2-7: Gennemsnitligt antal minutter en kunde er afbrudt ved forskellige statistikområder

I lavspændingsnet er den gennemsnitlige afbrudstid størst. I perioden 2009-2018 ligger tallet imellem 102-156 minutter pr. afbrud. Afbudsvarigheden pr. afbrud er stigende fra 2012, hvor tre ud af syv år er meget højere end de foregående år. Udviklingen siden 2012 viser en stigende tendens, som kunne pege på, at udbedringstiden bliver længere.

CAIDI-nøgletallene for statistikområde 1-24 kV viser kun små afvigelser og var næsten konstant i de sidste tre år. Det gennemsnitlige antal afbrudsminutter ligger på under halvdelen af antal minutter for lavspænding. Tallet var lavest i 2012 (41,3 minutter) og højest i 2011 (48,9 minutter). Gennemsnitsværdien for hele perioden er 45,2 minutter med en standardafvigelse på 2,3 minutter og dermed uden store afvigelser over hele perioden.

For statistikområderne 25-99 kV og 100-169 kV er der store afvigelser. Årsagen er typisk, at der på disse højere spændingsniveauer er få fejl, men med mange afbrudte kunder. Standardafvigelsen for disse statistikområder er da også på henholdsvis 9,2 minutter og 5,9 minutter, hvilket er signifikant, da gennemsnittet er henholdsvis 19,5 minutter og 10,9 minutter.

CAIDI-nøgletallet for 170-400 kV er nul, da der i løbet af hele perioden ikke har været driftsforstyrrelser, som har givet anledning til kundefafbud.



Figur 2-8 Gennemsnitligt antal minutter en kunde er afbrudt opgjort på forskellige statistikområder

Figur 2-8 viser CAIDI-nøgletallene for de forskellige statistikområder og perioden 2009 – 2018. Det er tydeligt, at nøgletallet på lavspænding har en stigende tendens. I 1-24 kV-statistikområdet er indikatoren næsten konstant med små årlige afvigelser. På de høje spændingsniveauer (25-99 kV og 100-169 kV) er der større udsving, og en tendens er ikke tydelig. Grafen viser også CAIDI-nøgletallene samlet for alle statistikområder. Fordi afbrud på 1-24 kV-statistikområdet er dominerende i beregning af SAIFI og SAIDI, følger den samlede CAIDI-kurve tæt denne kurve. Alligevel kan vi se en svagt stigende tendens siden 2013. Mellem 2013 og 2018 steg indikatoren fra 37,2 minutter pr. afbrud til 45,4 minutter, som svarer til en stigning med ca. 4,4 % pr. år.

I Tabel 2-3 nedenfor vises værdierne af CAIDI, samt gennemsnittet af indekset pr. spændingsniveau.

Bemærk, at der ikke kan summeres med dette indeks over flere forskellige kategorier af CAIDI; til forskel fra Tabel 2-1 og Tabel 2-2 er der ingen årlig sum, men et samlet tal beregnet på baggrund af den samlede sum for SAIDI og SAIFI. Se eventuelt afsnit A3.4 for en dybdegående forklaring.

Tabel 2-3 Værdierne af CAIDI og gennemsnittet af indekset pr. spændingsniveau

CAIDI: Customer Average Interruption Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. afbrud)											
Afbrud pr. kunde [antal]											
CAIDI	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	GNS
Lavspænding	104,6	103,9	102,6	102,0	130,5	106,9	114,6	144,6	156,2	128,2	119,4
1-24 kV	47,9	44,2	48,9	41,3	44,4	42,3	44,0	46,6	46,5	45,9	45,2
25-99 kV	21,5	12,1	17,3	43,2	14,9	8,6	26,4	13,5	19,2	18,1	19,5
100-169 kV	7,2	6,7	12,9	4,6	4,8	15,9	9,1	11,9	25,4	10,3	10,9
170-400 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samlet	47,5	44,0	44,7	39,9	37,2	41,4	42,3	44,7	48,0	45,4	43,5

3 LEVERINGSSIKKERHED FOR STATISTIKOMRÅDET 1-24 KV

Leveringssikkerheden for spændingsniveauet 1-24 kV analyseres ved at se nærmere på kundeforbrud og typer af driftsforstyrrelser, der giver anledning til afbrud. Det er ligesom i resten af rapporten kun afbrud, som varede mindst 1 minut, der er medtaget.

Der skelnes mellem fem forskellige afbrudskategorier for den gennemsnitlige leveringssikkerhed [Ref. 3, side 9 af 21]:

1. Uvarslet afbrud i eget statistikområde
2. Varslet afbrud i eget statistikområde
3. Afbrud som følge af tredjepart i eget statistikområde
4. Afbrud som følge af force majeure i eget statistikområde
5. Afbrud som følge af fejl/arbejde uden for eget statistikområde (belyses ikke nærmere)

Force majeure-hændelser fra 2009 til 2018

I 2010 var der også kun én force majeure-hændelse: 32 kunder blev afbrudt i 8 timer og 41 minutter grundet en oversvømmet transformerstation.

I 2011 var der tale om to hændelser: Den 2. og 3. juli var der skybrud over hele Sjælland. Endvidere et lokalt tilfælde i september.

I 2012 har der ikke været anledning til at betegne en driftsforstyrrelse for force majeure, men i 2013 oplevedes flere hændelser i forbindelse med orkaner.

I 2015 var stormen Gorm årsag til en række force majeure-hændelser, hvor væltede træer og knækkede master gav afbrud på 1-24 kV.

I 2016 blev stormen Urd klassificeret som en force majeure, og områder med vestlig kystlinje samt Bornholm blev ramt.

I 2017 var stormen Ingolf årsag til en del oversvømmelser, der blev klassificeret som force majeure.

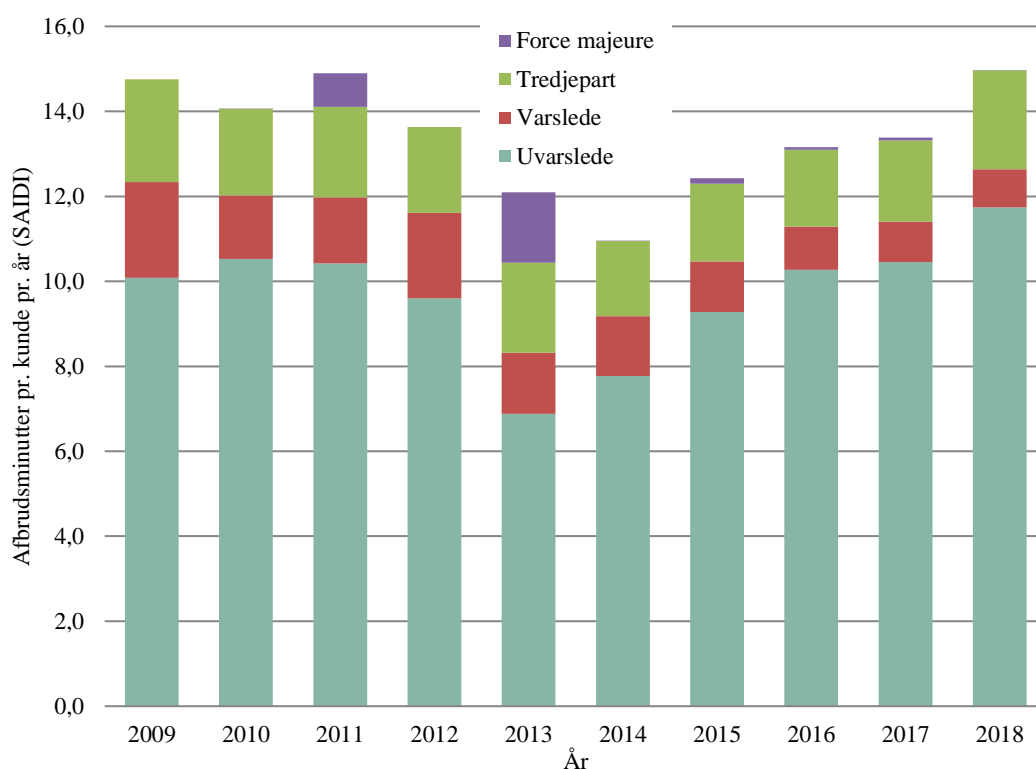
I 2018 var der tale om to hændelser, et netselskab skulle afbryde kunder på grund af brand henholdsvis i nærheden af en station og under en luftledning. For at muliggøre bekæmpelse af branden og beskyttelse af brandmænd blev anlæggene afkoblet.

Alle større storme siden 1891 kan findes i [Ref. 4]. Det er Forsyningstilsynet, der afgør, om en storm er force majeure. Denne ordning har eksisteret siden 2007.

3.1 SAIDI - GENNEMSNITLIG VARIGHED AF AFBRUD PR. KUNDE

I Figur 3-1 ses den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde opdelt i afbrudskategorier for statistikområdet 1-24 kV for perioden 2009-2018.

Tredjepart betegner en afbrydelse som en udefrakommende hændelse, som har forårsaget afbruddet. Eksempelvis at en bil påkører et kabelskab, eller at en entreprenør graver et kabel over. Disse hændelser er typisk uvarslede hændelser. Varslede hændelser er planlagte hændelser, hvor kunden har fået besked på forhånd om afbruddet, oftest planlagt vedligehold.



Figur 3-1 Fordelingen af den gennemsnitlige kundeafbrudsvarighed i minutter opgjort på 1-24 kV-statistikområdet (SAIDI)

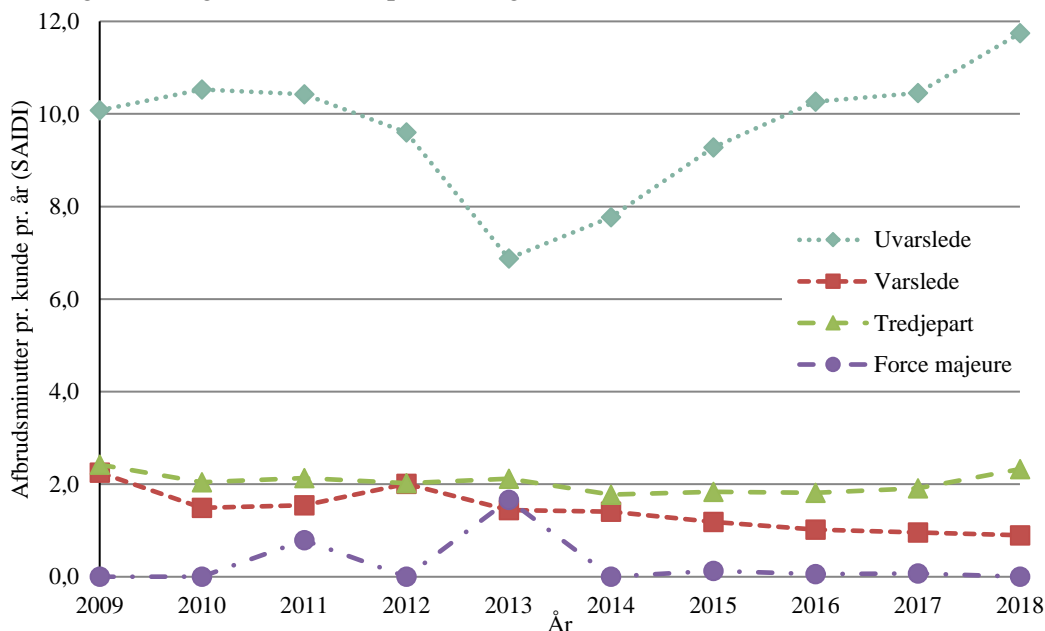
For 1-24 kV-statistikområdet isoleret set er der i perioden 2009 – 2014 en faldende tendens i den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde (14,8 minutter i 2009 til 11,0 minutter i 2014). Derefter er der en stigende tendens op til 15,0 minutter i 2018. Stigningen skyldes flere uvarslede afbrud.

Den største del af afbruddene kommer fra uvarslede afbrud. I 2009 var afbrudsvarigheden 10,1 minutter pr. kunde fra uvarslede afbrud, dvs. ca. 68 %. I 2018 var varigheden af uvarslede afbrud pr. kunde 11,7 minutter, som er den højeste værdi i perioden 2009 – 2018.

Den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde som følge af varslede afbrud har haft en faldende tendens. I 2009 var SAIDI 2,3 minutter og i 2018 faldt det til 0,9 minutter.

Afbrud som følge af tredjepart ligger mellem 2,4 minutter i 2009 og 1,8 minutter i 2014 - 2016. Værdierne varierede kun lidt i hele perioden 2009 - 2018. Derfor er standardafvigelsen lav, på 0,2 minutter, hvor gennemsnittet er 2,0 minutter.

På Figur 3-2 ses udviklingen af afbrudsvarigheden pr. kunde for hver afbrudskategori. Den viser, at uvarslede afbrud er hovedårsagen til afbrudsminutterne på 1-24 kV-området, og at der er en stigende tendens siden 2013. Endvidere er det tydeligt, at varigheden for varslede hændelser er nedadgående. Som forventet kan ses, at afbrud pga. force majeure sker sjældent, og der er ingen tendens at spore i varigheden.



Figur 3-2 Gennemsnitlig kundefbrudsvarighed i minutter opgjort på 1-24 kV-statistikområdet (SAIDI)

Tallene brugt i dette afsnit kan findes i Tabel 3-1. Tabellen viser SAIDI-værdierne for 1-24 kV for alle årene. Gennemsnittet over de seneste ti år samt summen pr. år, dvs. samlet gennemsnitlig afbrudsvarighed for alle kunder på alle spændingsniveauer, er udregnet.

Tabel 3-1 Talværdierne for SAIDI anvendt i Figur 3-1 og Figur 3-2

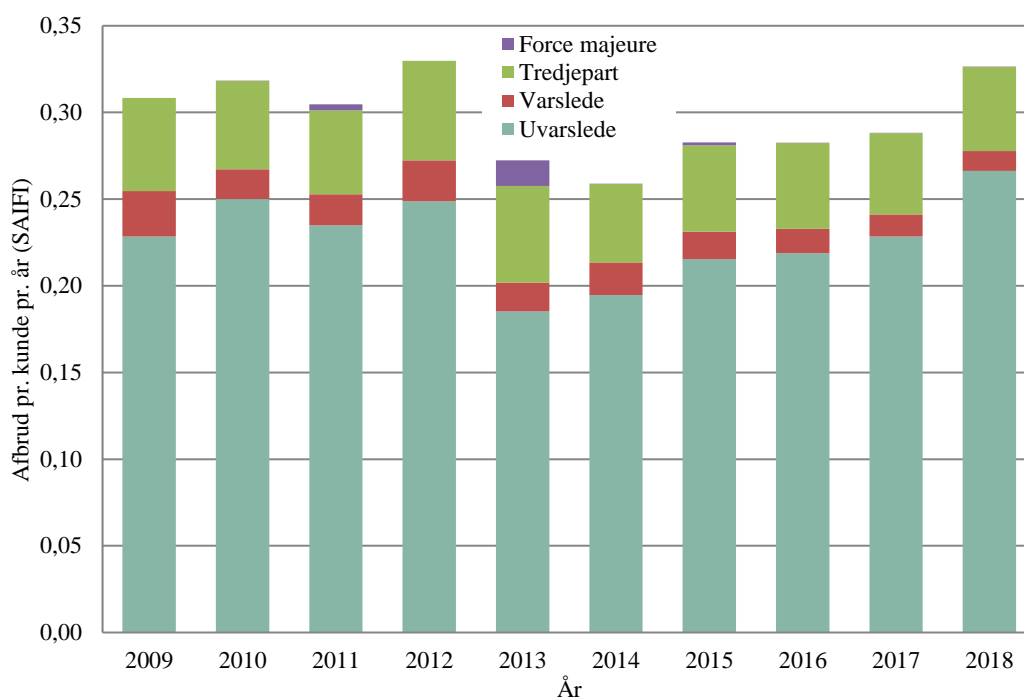
SAIDI: System Average Interruption Duration Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde)											
Afbrudsvarighed pr. kunde [min]											
SAIDI	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	GNS
Uvarslet	10,1	10,5	10,4	9,6	6,9	7,8	9,3	10,3	10,4	11,7	9,7
Varslede	2,3	1,5	1,5	2,0	1,4	1,4	1,2	1,0	1,0	0,9	1,4
Tredjepart	2,4	2,0	2,1	2,0	2,1	1,8	1,8	1,8	1,9	2,3	2,0
Force majeure	0,0	0,0	0,8	0,0	1,7	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3
Sum	14,8	14,1	14,9	13,6	12,1	11,0	12,4	13,2	13,4	15,0	13,4

3.2 SAIFI - GENNEMSITLIG AFBRUDSHYPPIGHED PR. KUNDE

På figur 3-3 er hyppigheden af kundefbrud på det udvalgte statistikområde fordelt på afbrudskategorier.

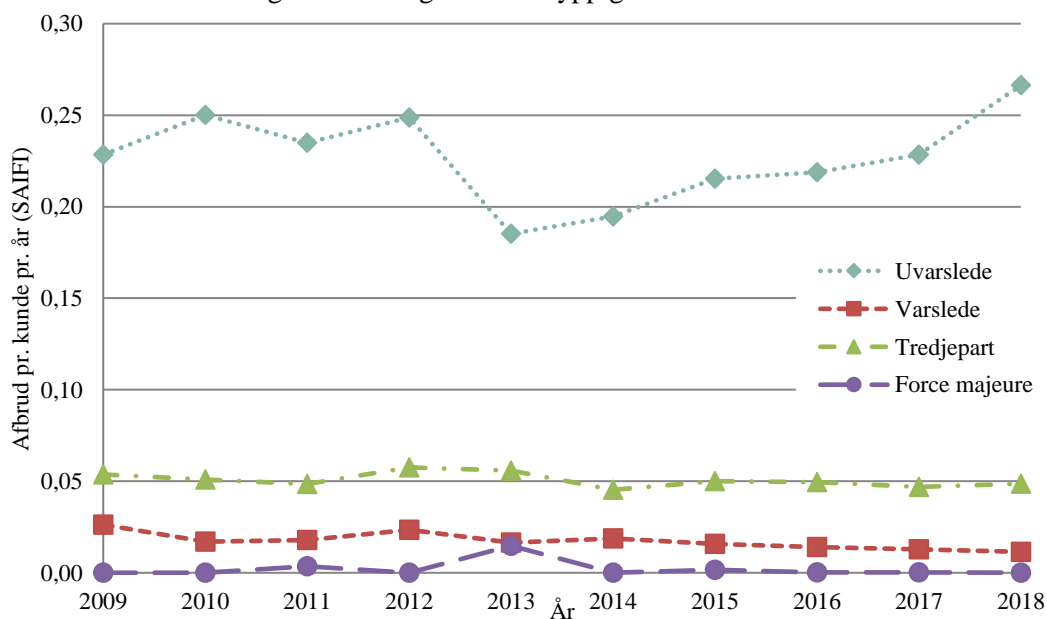
I 2009 var det gennemsnitlige antal afbrud pr. kunde 0,31 gange, i 2014 var afbrudshyppigheden lavest ved 0,26 gange, og derefter steg den igen til 0,33 gange i 2018, som er den højeste værdi i denne 10-årige periode. Hovedparten af afbruddene kommer fra uvarslede afbrud.

I hele perioden har antal gange, en kunde har været afbrudt grundet et varslet afbrud, ligget mellem 0,01-0,03. En kunde har været afbrudt som følge af tredjepartshændelser 0,05-0,06 gange for hele perioden.



Figur 3-3 Fordelingen af antal gennemsnitlige kundeafbrud opgjort på 1-24 kV-statistikområdet (SAIFI)

Figur 3-4 viser udviklingen af afbrudshyppigheden over tid for de forskellige afbrudskategorier. Grafen viser en stigende tendens for uvarslede afbrud siden 2013 og en svagt faldende tendens for den gennemsnitlige afbrudshyppighed for varslede afbrud.



Figur 3-4 Gennemsnitlig kundeafbrudshyppighed opgjort på 1-24 kV-statistikområdet (SAIFI)

Værdierne for SAIFI for 1-24 kV vises i Tabel 3-2 for alle årene. Gennemsnittet over de seneste ti år samt summen pr. år, dvs. samlet gennemsnitlig afbrudshyppighed for alle afbrudskategorier, er udregnet.

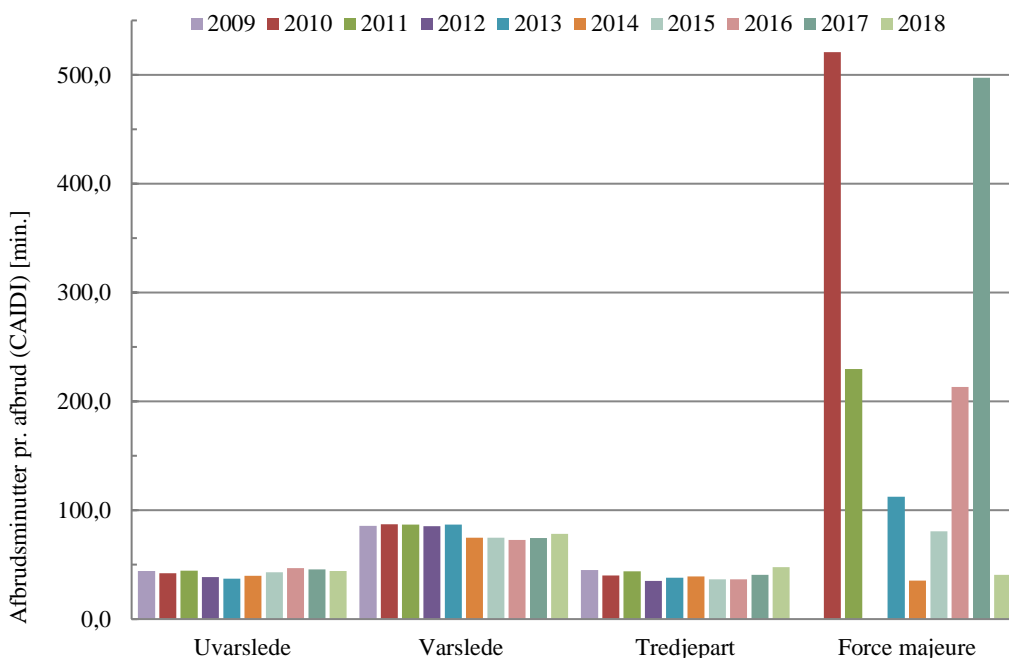
Tabel 3-2: Talværdierne for SAIFI for 1-24 kV-statistikområdet pr. afbrudskategori 1-4, anvendt i Figur 3-3 og Figur 3-4

SAIFI: System Average Interruption Frequency Index (Gennemsnitligt antal afbrud pr. kunde)											
Afbrud pr. kunde [antal]											
SAIFI	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	GNS
Uvarslede	0,23	0,25	0,23	0,25	0,19	0,19	0,22	0,22	0,23	0,27	0,23
Varslede	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Tredjepart	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Force majeure	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum	0,31	0,32	0,30	0,33	0,27	0,26	0,28	0,28	0,29	0,33	0,30

3.3 CAIDI – DEN GENNEMSNI TLIGE VARIGHED AF KUNDEAFBRUD

I det følgende gennemgås den gennemsnitlige afbrudsvarighed og afbrudshyppighed pr. kunde (CAIDI) opdelt på de første fire afbrudskategorier – altså afbrud i eget område. Som tidligere beskrevet er CAIDI-tallet en beskrivelse af, hvor lang tid et afbrud i gennemsnit varer.

CAIDI kan ikke som SAIDI og SAIFI summeres over afbrudskategorier, og derfor er Figur 3-5 vist kategoriopdelt.



Figur 3-5 Gennemsnitligt antal minutter en kunde er afbrudt ved forskellige typer afbrud (CAIDI)

Grafen viser, at der er små afvigelser i kategorierne ”Uvarslede”, ”Varslede” og ”Tredjepart” og store afvigelser ved ”Force majeure”.

Force majeure er den afbrudskategori, der står for de største udsving i CAIDI og har ofte store CAIDI-tal. Det skyldes, at CAIDI er et udtryk for, hvor længe en afbrudt kunde i gennemsnit har været afbrudt ved en given type hændelse. Generelt har force majeure-hændelser et højt antal afbrudsminutter, da der er tale om ekstremt usædvanlige omstændigheder, og udbedringen er ofte tidskrævende. Det er afspejlet i CAIDI-indikatoren, som går helt op til ca. 520 minutter. Til gengæld er der i disse situationer ofte tale om relativt få afbrudte kunder.

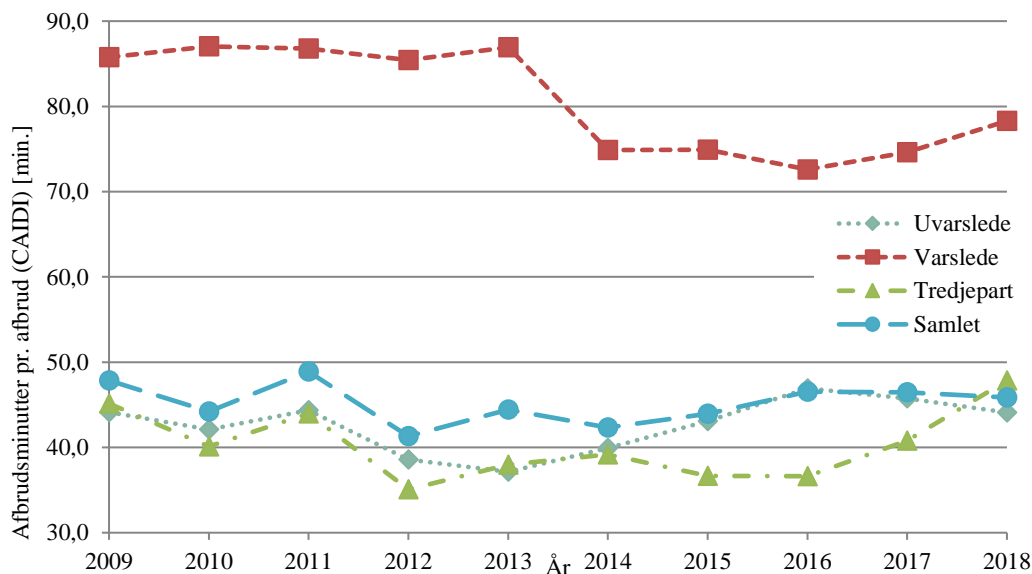
På Figur 3-5 kan det aflæses, at der er to år med nul afbrudsminutter grundet force majeure, mens andre år ligger højt. Et eksempel er 2010, hvor én hændelse står for hele bidraget. En transformerstation stod under vand på grund af regn, og beredskabet var nødsaget til at pumpe vandet væk, før en nødgenerator kunne tage over. Dette var en tidskrævende opgave, og 32 kunder var afbrudt i 8 timer og 41 minutter. Udbedringen indebar her strøm til kunderne, men der var senere endnu et afbrud, da reparationen var færdig, og nødgeneratoren skulle kobles fra.

Senest var der i 2013 et force majeure-afbrud grundet orkaner, og CAIDI er her 110 minutter, dvs. længere end varslet arbejde. Også i 2015 var der force majeure-afbrud grundet orkan, da stormen Gorm ramte Danmark i november måned.

I 2016 var to udfald grundet oversvømmelse af transformatorer skyld i stigningen, hvor der gik ca. 4 timer, før kunderne fik strøm igen. I de år, hvor der var force majeure-afbrud, har disse afbrud typisk også den største CAIDI-værdi. I 2017 var der flere storme, og disse førte til flere oversvømmelser af stationer.

På Figur 3-6 vises udviklingen af CAIDI-værdierne for 2009 til 2018 for det udvalgte statistikområde 1-24 kV men kun for kategorierne "Uvarslede", "Varslede" og "Tredjepart". Her er "Force Majeure" dog ikke vist, så udviklingen i de øvrige kategorier bedre kan inspiceres. Derudover vises det samlede CAIDI-nøgletal.

I 2009 varede et gennemsnitligt varslet afbrud 85,8 minutter. På figuren fremgår det, at der har været et fald fra 86,9 minutter i 2013 til 74,9 minutter i 2014. I 2018 kan observeres en stigning til 78,3 minutter. I de viste tre kategorier giver varslede afbrud de højeste CAIDI-tal. Typisk drejer det sig om planlagte reparationsarbejder af en sådan karakter, at de påvirkede kunder er blevet varslet.



Figur 3-6 Gennemsnitligt antal minutter en kunde er afbrudt ved varslet, uvarslet og tredjepart (CAIDI)

Et gennemsnitligt uvarslet afbrud varede mellem 37,1 – 46,9 minutter i perioden 2009 – 2018. Dermed er et gennemsnitligt uvarslet afbrud mindst 35 % kortere end et varslet. En tendens kan ikke identificeres.

I hele perioden varede et gennemsnitligt tredjepartsafbrud imellem 35,1 minutter (2012) og 47,8 minutter (2018). Der har været en generel stigning siden 2012, men endnu kan der ikke konkluderes nogen tendens.

Den fjerde kurve viser de samlede CAIDI-nøgletal for hele perioden. Fordi de uvarslede afbrud dominerer SAIDI- og SAIFI-indikatorerne, ligger den samlede CAIDI-kurve tæt ved den ”Uvarslede” CAIDI-kurve og følger udviklingen af den. Afvigelserne i de samlede CAIDI-tal er små, hvilket også er genspejlet i en lav standardafvigelse på 2,3 minutter. Middelværdien i den 10-årige periode er på 45,2 minutter.

Gennemsnittet over de seneste ti år og den samlede værdi pr. år for CAIDI for statistikområde 1-24 kV vises i Tabel 3-3 for alle årene.

Tabel 3-3 Talværdierne for afbrudskategorierne for CAIDI for 1-24 kV opdelt i afbrudskategorier anvendt i Figur 3-5 og Figur 3-6

CAIDI: Customer Average Interruption Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. afbrud)											
Afbrudsvarighed pr. afbrud [minutter]											
CAIDI	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	GNS
Uvarslede	44,1	42,1	44,4	38,6	37,1	39,9	43,1	46,9	45,8	44,1	42,6
Varslede	85,8	87,0	86,8	85,4	86,9	74,9	74,9	72,6	74,6	78,3	80,7
Tredjepart	45,2	40,1	44,0	35,1	38,0	39,2	36,7	36,6	40,8	47,8	40,4
Force majeure	0	521,0	229,8	0	112,5	35,5	80,6	213,1	497,2	40,7	216,3
Samlet	47,9	44,2	48,9	41,3	44,4	42,3	44,0	46,6	46,5	45,9	45,2

4 REFERENCELISTE

- Ref. 1: ELFAS, Retningslinjer for føring af fejl- og afbrudsstatistik, 4. udgave, DEFU, oktober 2003.
- Ref. 2: Notat DataHub Markedsrapport, februar 2019
Energinet, Nr. 8 – Februar 2019.
<https://energinet.dk/Om-publikationer/Publikationer/DataHub-Markedsrapport-nr-8-2019>
(sidst besøgt 10-05-2019)
- Ref. 3: Forsyningstilsynet, Vejledning til indrapportering af data til benchmarking af kvalitet i levering, 1. udgave marts 2017.
http://energitilsynet.dk/fileadmin/Filer/0_-_Nyt_site/EL/Selvbetjening/Kvalitet_i_levering/2017-09_-_Vejledning_til_kvalitet_i_levering_2017.pdf
(sidst besøgt 16-05-2019)
- Ref. 4: Storms in Denmark since 1891, DMI. Continuously updated.
https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Bruger_upload/Stormlisten/STORMS_IN_DENMARK_SINCE_1891.pdf
(sidst besøgt 16-05-2019)
- Ref. 5: CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity Supply
<https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/963153e6-2f42-78eb-22a4-06f1552dd34c>
(sidst besøgt 16-05-2019)

Appendiks 1 ELFAS-SAMARBEJDET

A1.1 Selskaber i ELFAS-samarbejdet pr. 1. januar 2018

Nedenstående tabel viser de selskaber, som i 2018 indberettede fejl- og afbrudsdata til ELFAS-samarbejdet. For hvert selskab er anført, hvilke(t) statistikområde(r) de enkelte selskaber har indberettet data for.

Tabel 1.1 Selskaber i ELFAS-samarbejdet ved opstart i 2018

Netselskabsnavn	Lavspænding	1-24 kV	25-99 kV	100-169 kV	170-350 kV	400 kV
I alt	24	28	24	1	1	1
Nord Energi Net A/S	x	x	x			
Energinet			x	x	x	x
n1 A/S	x	x	x			
Konstant Net A/S	x	x	x			
Verdo Randers Net A/S	x	x	x			
Viborg elNet A/S	x	x	x			
Verdo Hobro Net A/S	x	x	x			
Dinel A/S		x	x			
TRE-FOR El-Net A/S	x	x	x			
Thy-Mors El-Net A/S	x	x	x			
Ikast Værkerne Net A/S	x	x	x			
Evonet A/S	x	x	x			
NOE Net A/S	x	x	x			
RAH Net A/S	x	x	x			
Vestforsyning Net A/S	x	x	x			
Hurup Elværk	x	x				
SEF Net A/S	x	x	x			
Energi Fyn Net A/S	x	x	x			
Radius Elnet A/S	x	x	x			
Cerius A/S	x	x	x			
Helsingør Elforsyning - Net	x	x				
Vordingborg Kommunale Værker	x	x				
El-Net Øst A/S	x	x	x			

Appendiks 2 BEGREBSFORKLARING

Konventioner og begreber som brugt i rapporten kan findes i dette appendiks.

Begreb	Forklaring
100-350 kV	132 kV, 150 kV og 220 kV.
1-24 kV	Mellemspændingsområde, i denne rapport 10 kV- 20 kV.
25-99 kV	30 kV, 50 kV og 60 kV.
400kV	400 kV.
Afbrud	Afgrænset periode på over 1 minut, hvor en eller flere kunder er uden elforsyning.
ASAI	Average Service Availability Index.
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index.
Force majeure	Udefra kommende hændelser af særlig anormal karakter. Oftest storme i Danmark. Forsyningstilsynet afgør hvilke hændelser der er force majeure.
GNS	Gennemsnit.
Kundeafbrud	Se afbrud.
Kundeafbrudsminutter	SAIDI.
Lavspænding	Spændingsområde under 1 kV.
SAIDI	System Average Interruption Duration Index.
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index.
Standardafvigelse	Statistisk begreb brugt til at beskrive spredning, det udtrykker observationers gennemsnitlige afvigelse fra gennemsnittet.
Statistikområde	Grupperet spændingsområde.
Tredjepart	Uvarslet hændelse grundet personaktivitet ikke tilknyttet netselskabet, oftest graveskade eller påkørsel.
Uvarslet	Afbrud hvor kunden ikke er blevet varslet, oftest grundet en pludselig opstået fejl.
Varslet	Planlagt hændelse, hvor kunder er varslet.

A3.1 Indsamling af data

Netselskaber, der deltager i ELFAS-samarbejdet, indberetter løbende igennem året ind til ELFAS, når der er hændelser. Alle fejlrapporter valideres manuelt hos Dansk Energi for at sikre et højt niveau i indberetningen.

Baseret på dette laves der udtræk, der benyttes til indberetning til Forsyningstilsynet. Tallene bruges også som grundlag eller supplement til DEFU-rapport samt Asset Management hos de enkelte selskaber.

I ELFAS findes der fem rapporttyper:

1. Fejl/driftsforstyrrelse
2. Følgefejl
3. Planlagt
4. Følgeafbrud
5. På anmodning fra kunden

Alle rapporttyper af karakteren ”På anmodning fra kunden” medtages ikke, heller ikke i indberetningen til Forsyningstilsynet. Det er som oftest erhvervskunder, der ønsker at blive frakoblet nettet, mens de laver udvidelser eller ændringer af deres installation.

Følgeafbrud medtages ikke i SAIFI-tallene, da denne rapporttype bruges, når netselskabet til- og frakobler kunder i fejltilfælde for at mindske deres samlede udetid. Det klassiske eksempel er, at der sker en fejl på et kabelstykke, og kunderne dermed er uden strøm. Netselskabet tilkobler da en nødgenerator, for at kunderne kan have strøm, mens der foretages en reparation. Når reparationen er færdig, skal nødgeneratoren fjernes, og kunderne kobles på det kollektive net. Dette giver en yderligere, omend kortvarig, udkobling for kunden. Minutterne tæller med i den samlede udetid, men tæller kun som et afbrud.

I ELFAS opdeles kunderne efter kundetyper, og producenter er ikke medtaget i denne rapport. Deres afbrud registreres på lige fod med forbrugere, men der findes andre regler for dem og deres afbrud.

Husstande med husstandsvindmøller eller solceller tæller som forbrugere og er medtaget i denne rapport.

A3.2 SAIDI – Gennemsnitlig varighed af kundefafbryd pr. kunde

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) beskriver, hvor længe en kunde i gennemsnit har været afbrudt i en given periode. Dette beskrives også som kundefafbrydsminutter.

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{sum af varigheden af alle kundefafbryd}}{\text{antal af alle kunder}}$$

Dette nøgletal beskriver, hvor længe en kunde i gennemsnit er afbrudt om året i minutter. Det samlede SAIDI-tal findes ved at lægge alle spændingsniveauer sammen.

A3.3 SAIFI – Gennemsnitlig afbrydshyppighed pr. kunde

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) beskriver, hvor mange gange en kunde i gennemsnit har været afbrudt i en given periode. Dette betegnes også som afbryd pr. kunde.

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{sum af alle kundefafbryd}}{\text{antal af alle kunder}}$$

Dette nøgletal fortæller om hyppigheden af afbryd for en gennemsnitskunde i Danmark, når der ses på hele landet og antal kunder i alt.

Det samlede SAIFI-tal findes ved at lægge SAIFI-tallene for alle spændingsniveauerne sammen.

A3.4 CAIDI – Gennemsnitlig varighed af et kundefafbryd for et givet statistikområde

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) beskriver, hvor langt et kundefafbryd i gennemsnit er.

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{sum af varigheden af alle kundefafbryd}}{\text{sum af alle kundefafbryd}} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}}$$

Dette nøgletal beskriver, hvor langt et kundefafbryd er gennemsnitligt, fx hvor lang tid et afbryd i gennemsnit varer for kunder på lavspænding.

Det samlede CAIDI-tal findes ved at dividere det samlede SAIDI-tal med det samlede SAIFI-tal. Man kan ikke lægge CAIDI-tallene sammen for alle spændingsniveauerne, da det er et udtryk for forholdet mellem SAIFI og SAIDI. Det vil sige, at modsat SAIFI og SAIDI er der ingen vægtning mellem spændingsniveauerne i de opgivne CAIDI-tal, og det samlede CAIDI-tal skal beregnes ud fra vægtede tal for at give et korrekt resultat.

Dette eksemplificeres her med 2018-tallene:

Afbrudshyppighed pr. kunde pr. år (SAIFI)	2018
Sum	0,48

Afbrudsvarighed pr. kunde pr. år (SAIDI)	2018
Sum	21,9

Afbrudsvarighed pr. afbrud (CAIDI)	2018
Lavspænding	128,2
1-24 kV	45,9
25-99 kV	18,1
100-169 kV	10,3
170-350 kV	0
400 kV	0

For både SAIDI og SAIFI kan man lægge dem sammen, da der for alle spændingsniveauer er den samme nævner, som er kundeantal.

For CAIDI er nævneren varierende, da den er antal afbrud pr. spændingsniveau, se afsnit 2.3.

$$\begin{aligned}
 \text{CAIDI} &= \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} \\
 &= \frac{\text{sum af varigheden af alle kundeafbrud}}{\text{antal af alle kunder}} \bigg/ \frac{\text{sum af alle kundeafbrud}}{\text{antal af alle kunder}} \\
 &= \frac{\text{sum af varigheden af alle kundeafbrud}}{\text{sum af alle kundeafbrud}}
 \end{aligned}$$

For SAIDI og SAIFI ønskes en sum:

$$\frac{x_1}{x_3} + \frac{x_2}{x_3} + \dots + \frac{x_n}{x_3} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{x_3}$$

For CAIDI ønskes et forhold og ikke en sum:

$$\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{x_3 + x_4 + \dots + x_m}$$

Altså beregnes det samlede CAIDI-tal ud fra to summer. Hvilket for 2018 bliver 45,4 minutter.

A3.5 ASAI – Leveringssikkerhed i procent af året

ASAI (Average Service Availability Index: Procent af året en kunde ikke er afbrudt) er forholdet mellem antal af minutter, der er i året, og antal timer der ikke er afbrudt. Tallet udtrykker altså den tid i løbet af året, en kunde i gennemsnit ikke var afbrudt.

$$ASAI = \frac{\text{Antal minutter på et år} - SAIDI}{\text{Antal minutter på et år}}$$

A3.6 Standardafvigelse

I denne rapport bruges standardafvigelsen til at vise spredningen år for år. Standardafvigelsen er den gennemsnitlige afvigelse fra gennemsnittet.

Den beregnes således:

Først findes gennemsnittet:

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

Så findes hvert punkts afvigelse fra gennemsnittet:

$$y_1 = (x_1 - \mu)^2$$

Så findes gennemsnittet af afvigelsen (variansen):

$$\sigma^2 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}$$

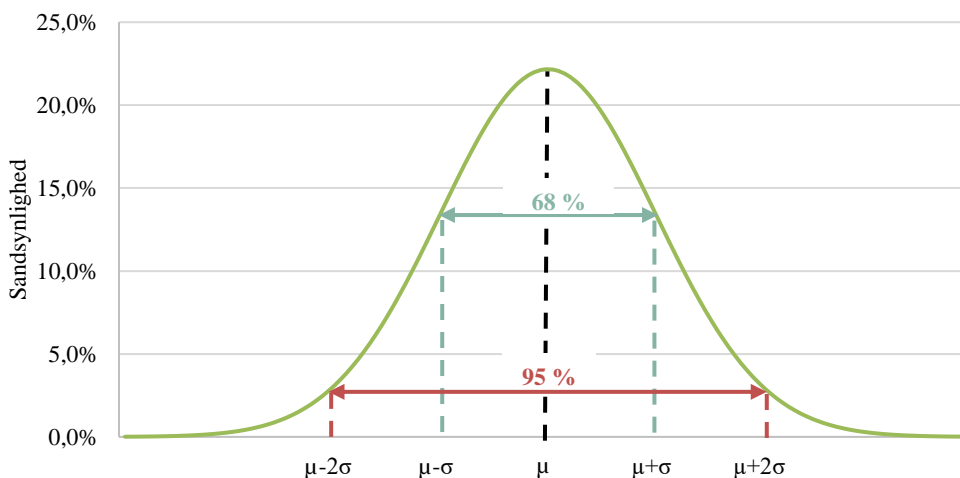
Standardafvigelsen er så kvadratroden af variansen:

$$\sqrt{\sigma^2} = \sigma = \sqrt{\frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}}$$

Denne metode kan kun bruges, når man beregner standardafvigelsen ved hjælp af hele datamængden.

Standardafvigelsen er et udtryk for sandsynligheden for, at en observation vil opstå uden for et interval, hvis den følger en normalfordeling. Gennemsnittet plus/minus standardafvigelsen definerer det interval, hvor 68 % af alle observationer vil ligge. Indenfor gennemsnittet plus/minus to gange standardafvigelsen vil man så igen finde 95 % af alle observationer.

På Figur A-4-1 findes et eksempel af en normalfordeling, hvor gennemsnitsværdien plus/minus standardafvigelsen og to gange standardafvigelsen er vist.



Figur A-4-1: Diagram af en normalfordeling med visning af gennemsnitsværdi og standardafvigelsen.

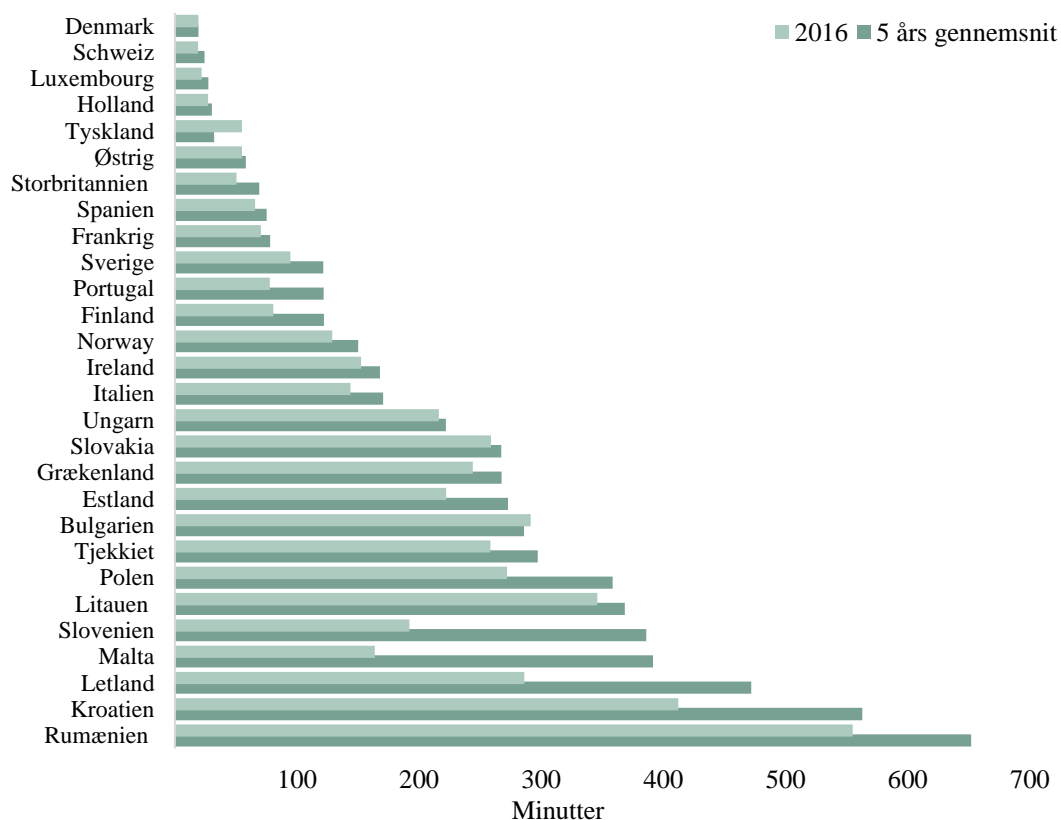
A3.7 CEER-Benchmarkingtal

Council of European Energy Regulators (CEER) er den europæiske sammenslutning for Forsyningstilsyn i forhold til regulering. Deres hovedformål er at sikre et sammenhængende, konkurrencepræget, effektivt og bæredygtigt energimarked internt i EU. Det er en belgisk NGO, som det danske Forsyningstilsyn også er en del af. Ifølge Council of European Energy Regulators (CEER) rapport for 2016 er de danske tal langt lavere end det generelle niveau i Europa [Ref. 5]. Medianen lå på 148 afbrudsminutter i 2016, og der var et gennemsnit på 170 afbrudsminutter.

På Figur A-4-2 ses de samlede SAIDI-tal⁸ fra CEER-rapporten. Vi har udregnet et 5-års gennemsnit for landene for at give et bredere sammenligningsgrundlag. Tallene for årene 2012-2016 er brugt. Der er altid en vis forsinkelse i CEER-benchmarkingtal i forhold til ELFAS-tallene, og derfor er tallene fra 2016 brugt, da de er de nyeste tilgængelige.

Der er afrundet til heltal, da det er den laveste opløsning, som er brugt i indberetningerne, og da tallene ellers ikke kan sammenlignes korrekt. Det gør, at Danmark og Schweiz har det samme SAIDI-tal for 2016, da Danmark har indberettet 19,38 og Schweiz 19. Schweiz indberetter kun afrundede tal, og Danmark indberetter decimaltal. Derfor kan man ikke sammenligne de to lande på decimalen, men må afrunde til nærmeste heltal. Dette er gjort for alle lande, da nogle indberetter med 2 signifikante decimaler og nogle som Schweiz med 0.

⁸ Tabel 9 fra CEER-rapporten [Ref. 5]



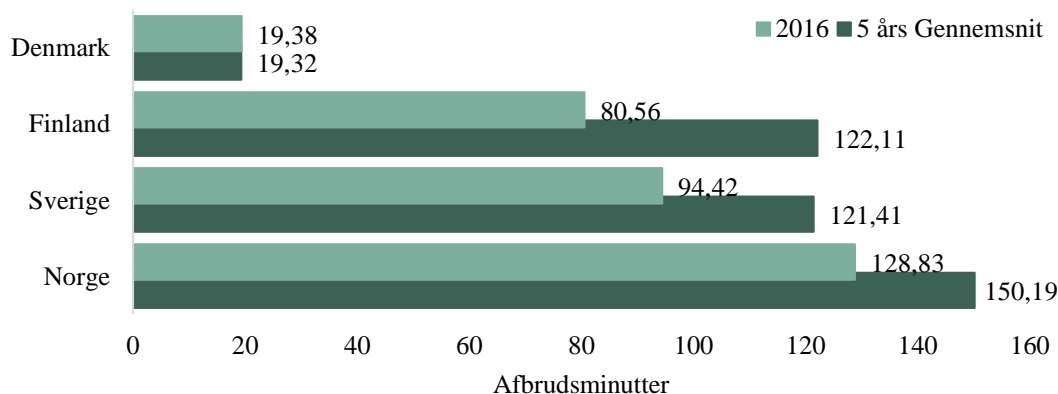
Figur A-4-2: CEER benchmarking SAIDI-tal

Der er stor forskel mellem Danmark og det land med den dårligste leveringssikkerhed i Europa. Det ses på Figur A-4-2, at kunder i Rumænien har været afbrudt 650 minutter i gennemsnit over 5 år. Dette svarer til 10-11 timer.

Der er også stor forskel, hvis vi sammenligner leveringssikkerheden i Danmark med resten af de nordiske lande.

På Figur A-4-3 ses SAIDI for Danmark, Finland, Sverige og Norge. En kunde i Danmark i 2016 var i gennemsnit afbrudt 19,38 minutter, hvor en kunde i Norge var afbrudt 128,83 minutter. Dette er cirka 6 gange så lang tid. Det ses også, at Danmark ligger langt mere stabilt, der er en meget lille forskel på 2016-tallene og gennemsnittet.

Afbrudsminutter pr. kunde (SAIDI)



Figur A-4-3: CEER-benchmarking SAIDI-tal for de nordiske lande