

RA641

December 2022

Leveringssikkerhed i Danmark

Afbrudsstatistik for det danske elnet 2012-2021

Rapporten er udarbejdet af:

Can Karatas

Green Power Denmark

Netteknisk rapport:

RA641

Klasse:

1

Rekvirent:

Green Power Denmark - Net

Dato for udgivelse:

20. December 2022

Sag:

7025

RESUME

Denne rapport omhandler afbrudsstatistik for alle statistikområder (Lavspænding, 1-24 kV, 25-99 kV, 100-169 kV og 170-400 kV) i Danmark for årene 2012-2021. Endvidere beskrives kundens oplevede leveringssikkerhed. 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 2021.

Formålet med afbrudsstatistikken er at analysere leveringssikkerheden i det danske elnet ved at se på hyppigheden (SAIFI) og varigheden (SAIDI) 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 viser, kan enkelte hændelser have stor betydning for den oplevede leveringssikkerhed. Det er derfor vigtigt at opdele analyserne på både spændingsniveau og hændelsestype for at lave en sammenligning på tværs af selskaber.

Antallet og varigheden af kundeafbrydelser beskrives via nøgletallene SAIFI¹, SAIDI² 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 tallene også i afbrudskategorier, da dette statistikområde er mest signifikant for de samlede tal.

Statistikken for 2021 viser, at den gennemsnitlige afbrudshyppighed pr. kunde (SAIFI) i 2021 var 0,48 afbrud. Desuden var den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde (SAIDI) 21,8 minutter. Det svarer til en gennemsnitlig leveringssikkerhed (ASAI⁴) for hele landet på 99,996 %, hvilket er på samme høje niveau, som er set i hele perioden, hvor der er ført statistik på ASAI-tal, 2012-2021

⁵.Tabel 1.1 Danske nøgletal 2021

	SAIFI [afbrud pr. kunde]	SAIDI [afbrudsmin.]	ASAI [%]	CAIDI [min. pr. afbrydelse]
2021	0,48	21,8	99,996	45,0
Gennemsnit (2012-2021)	0,46	20,1	99,996	43,3
Standardafvigelse	0,039	1,8	-	3,1

¹ SAIFI - System Average Interruption Frequency Index: Gennemsnitlig hyppighed af kundeafbrud pr. kunde

² SAIDI - System Average Interruption Duration Index: Gennemsnitlig varighed af kundeafbrud pr. kunde

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

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

⁵ I hele perioden har leveringssikkerheden været lig med eller over 99,996%

INDHOLDSFORTEGNELSE

Resume	5
Indholdsfortegnelse	7
1. Konklusion	9
2. Indledning	11
3. Definition og begrebsforklaring	13
4. Leveringssikkerhed i Danmark - Afbrudsstatistik	15
4.1. SAIDI – Gennemsnitlig varighed af kundeafbrud pr. kunde	16
4.2. SAIFI – Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde.....	18
4.3. CAIDI – Gennemsnitlig varighed af kundeafbrud for et specifikt statistikområde	22
5. Leveringssikkerhed for statistikområdet 1-24 kV	24
5.1. SAIDI – Gennemsnitlig varighed af afbrud pr. kunde	25
5.2. SAIFI – Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde.....	27
5.3. CAIDI – Den gennemsnitlige varighed af kundeafbrud	29
6. Referenceliste	32
APPENDIKS 1. ELFAS-samarbejdet	33
A1.1. Selskaber i ELFAS-samarbejdet pr. 1. januar 2021.....	33
APPENDIKS 2. Beregningsmetoder	34
APPENDIKS 2	34
A2.1. Indsamling af data	34
A2.2. SAIDI – Gennemsnitlig varighed af kundeafbrud pr. kunde	35
A2.3. SAIFI – Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde	35
A2.4. CAIDI – Gennemsnitlig varighed af et kundeafbrud for et givet statistikområde	35
A2.5. ASAI – Leveringssikkerhed i procent af året.....	37
A2.6. Standardafvigelse	37

1. KONKLUSION

Danmark har historisk ligget i den absolutte top, når det kommer til leveringssikkerhed i Europa, og det er fortsat gældende for 2021 [Ref. 3].

Der er fire parametre, som man indenfor leveringssikkerhed analyserer på; SAIFI, SAIDI, ASAI og CAIDI. Disse kan ses i tabel 1.1. Overordnet har vi i Danmark ikke oplevet signifikante udsving i perioden 2012-2021, og vi har bibeholdt det høje niveau af leveringssikkerhed i 2021.

Tabel 1.1 Danske nøgletal 2021

	SAIFI	SAIDI	ASAI	CAIDI
	[Afbud pr. kunde]	[Afbudsminutter pr. kunde]	[Procent af året en kunde har strøm]	[Gennemsnitsvarighed af afbud]
År 2021	0,48	21,8	99,996	45,0
Gennemsnit (2012-2021)	0,46	20,1	99,996	43,3
Standardafvigelse	0,039	1,8	-	3,1

Den gennemsnitlige afbudshyppighed pr. kunde (SAIFI) for alle statistikområder var 0,48 afbud pr. kunde i 2021, mens den gennemsnitlige leveringssikkerhed (ASAI) for hele landet lå på 99,996 % af årets 8.784 timer.

Den gennemsnitlige varighed af afbud pr. kunde (SAIDI) i 2021 var på 21,8 minutter. Det gennemsnitlige SAIDI-nøgletal for perioden 2012-2021 var på 20,1 minutter med en standardafvigelse på 1,8 minutter. Den laveste observation var på 15,8 minutter i 2014.

SAIFI er også holdt på et næsten konstant niveau i perioden 2012-2021, omkring 0,46 afbud 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 afbud med en varighed længere end 1 minut, som er den regulatoriske grænse i Danmark for, hvornår et afbud tælles med i statistikken.

Afbudsvarigheden pr. afbud (CAIDI) viser en svag stigende tendens siden 2013, hvor CAIDI var 37,1 minutter pr. afbud. Indikatoren er domineret af afbud i statistikområdet 1-24 kV.

For hele perioden 2012-2021 er leveringssikkerheden i Danmark holdt på et meget højt niveau.

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

- 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 tiltag til at reducere antal afbrud og deres varighed faktisk ikke kan ses. Dette er uheldigt, hvis det tolkes, som at der ikke har været en forbedring, når netselskabet faktisk har haft en positiv udvikling i udetid.

Ved 1-24 kV ses samlet en stigning i SAIDI siden 2014, hvor den var lavest ved 11,0 minutter i perioden 2012-2021. I 2021 er SAIDI på 12,6 minutter. Der er kun en lille afvigelse mellem årene, og tallene ligger mellem 11,0 og 14,8 minutter. For SAIDI er afvigelsen imellem årene størst for uvarslede afbrud med en standardafvigelse på 1,1 minutter. Afbrudsminutter grundet varslede afbrud er faldet i perioden 2012-2021, mens afbrud grundet en tredjepart bidrog med gennemsnitligt 2,0 afbrudsminutter. Standardafvigelsen var lav med 15 sekunder.

En gennemsnitlig kunde i Danmark på 1-24 kV var afbrudt 0,30 gange i 2021 og i perioden 2012-2021 i gennemsnit 0,30 gange pr. år. Standardafvigelsen er på kun 0,02 gange, hvormed vi kan konstatere, at værdien er næsten konstant i perioden.

I perioden 2012-2021 har den samlede gennemsnitlige varighed pr. kundeafbrud (CAIDI) i 1-24 kV-statistikområdet kun varieret lidt, hvilket genspejles i en lav standardafvigelse på 1,8 minutter. Middelværdien i tiårsperioden er på 44,4 minutter. CAIDI viser, at et gennemsnitligt uvarslet afbrud var på 41,5 minutter i 2021, mens et varslet afbrud i gennemsnit var på 69,8 minutter. For tredjepartsafbrud var CAIDI på 38,7 minutter og dermed på niveau med uvarslede afbrud.

2. 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 netselskaber med spændingsniveauer på 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 2021. Datagrundlaget for ELFAS omfatter 97,7 % af alle kunder. 100 % er ikke dækket, da ELFAS-statistikken er en frivillig ordning.

Alle netselskaber har siden 1. januar 2006 været forpligtet til at registrere antal og varighed af kundeafbrud som følge af driftsforstyrrelser i højspændingsnettene. Fra 1. januar 2007 har netselskaberne været forpligtet til at registrere kundeafbrud som følge af driftsforstyrrelser i lavspændingsnettene. Registrering af kundeafbrud sker i henhold til Forsyningstilsynets vejledning [Ref. 4]. Kun afbrud af en varighed på mindst 1 minut indgår i datagrundlaget. Desuden indgår kun kunder på almindelige vilkår, dvs. forbrugere (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 2021. I tabel 2.1 ses det samlede kundeantal pr. statistikområde for 2021.

Tabel 2.1 Kundeantal pr. statistikområde for 2021

Område \ År	2021
Lavspænding	3.294.152
1-24 kV	3.404.076
25-99 kV	3.466.607
100-169 kV	3.466.607
170-400 kV	3.466.607

I 2021 var der i alt 3.478.676 kunder i Danmark [Ref. 5].

I nærværende rapport afviger tallene på 1-24 kV og 25-99 kV marginalt fra de tal, som findes i rapporten 'Leveringssikkerhed i Danmark - Afbrudsstatistik for det danske elnet 2010-2019', som blev udgivet i 2020. Årsagen til afvigelsen er, at der var en fejl i beregningen af antallet af kunder på 1-24 kV- og 25-99 kV-niveau. Regnefejlen førte til, at kunder fra nogle mindre netselskaber, som er forsynet fra andre netselskaber, blev talt med to gange. Indflydelsen af regnefejlen på de resulterende værdier for SAIDI, SAIFI og CAIDI er lav med en maksimumafvigelse på ca. 0,6 %.

3. DEFINITION OG BEGREBSFORKLARING

Konventioner og begreber, der er brugt i rapporten, kan findes i tabel 3.1.

Tabel 3.1 Forklaring, begreber og definitioner

Begreb	Forklaring
100-350 kV	132 kV, 150 kV og 220 kV.
1-24 kV	Mellemspændingsområde. I denne rapport 10 kV, 15 kV og 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. Gennemsnitlig leveringsikkerhed i procent af året.
CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index. Gennemsnitlig varighed af et kundefafbrydning.
Force majeure	Udefra kommende hændelser af særlig anormal karakter. Oftest storme i Danmark. Forsyningstilsynet afgør, hvilke hændelser der er force majeure.
GNS	Gennemsnit.
Kundefafbrydning	Se afbrud.
Lavspænding	Spændingsområde under 1 kV.
SAIDI	System Average Interruption Duration Index. Gennemsnitlig varighed af kundefafbrydning pr. kunde.
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index. Gennemsnitlig afbrydningshyppighed pr. kunde.
Standardafvigelse	Statistisk begreb brugt til at beskrive spredning i et datasæt. Det udtrykker observationers gennemsnitlige afvigelse fra datasættets gennemsnit.
Statistikområde	Grupperet spændingsområde.
Tredjepart	Afbrud i eget statistikområde forårsaget af ydre påvirkninger, der er menneskeskabte, og som hverken direkte eller indirekte kan tilskrives netvirksomheden eller underentreprenører til netvirksomheden [Ref. 1].
Uvarslet	Afbrud, hvor kunden ikke er blevet varslet, oftest grundet en pludselig opstået fejl (se også 'Varslet').

Definition og begrebsforklaring

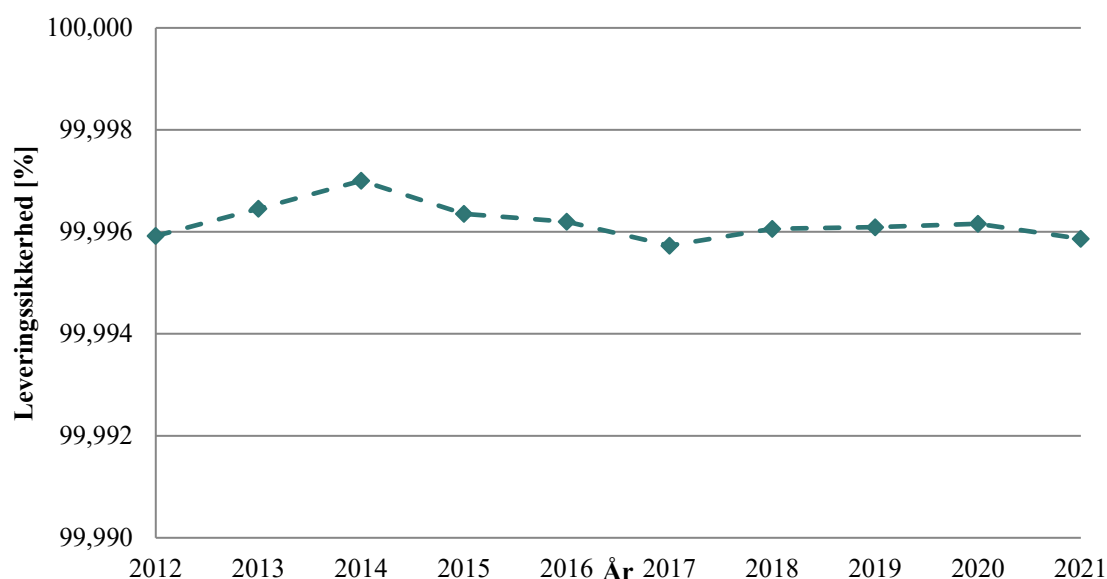
Begreb	Forklaring
Varslet	Afbrud anses som varslet i tilstrækkelig god tid, når varslingen sker mindst 48 timer før, afbruddet/arbejdet planlægges påbegyndt [Ref. 2].

4. LEVERINGSSIKKERHED I DANMARK - AFBRUDSSTATISTIK

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

Hele landet har en leveringssikkerhed på 99,996 % af årets 8.784 timer i 2021. Det er samme høje niveau, som er observeret for hele perioden 2012-2021.

I 2021 var en kunde i gennemsnit afbrudt i 21,8 minutter. For hele landet giver det en leveringssikkerhed på 99,996 % af årets 8.784 timer, hvilket er på niveau med den høje leveringssikkerhed for hele perioden.



Figur 4.1 Leveringssikkerhed i procent pr. år, ASAI⁶

Leveringssikkerheden for perioden 2012-2021 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 2012-2021. 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.

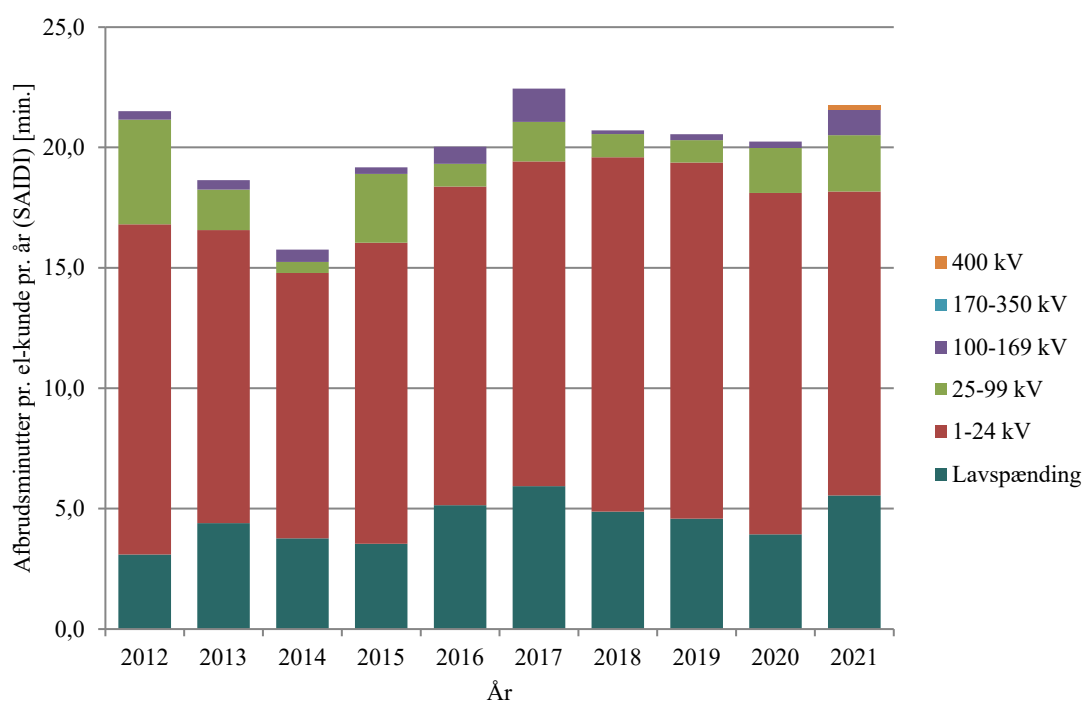
⁶ Leveringssikkerhed i % af året 8.760/8.784 timer – afhængigt af skudår

4.1. SAIDI – GENNEMSNITLIG 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. I nærværende rapport svarer perioden til et år, så SAIDI beskriver, hvor længe en kunde i gennemsnit er afbrudt om året i minutter.

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

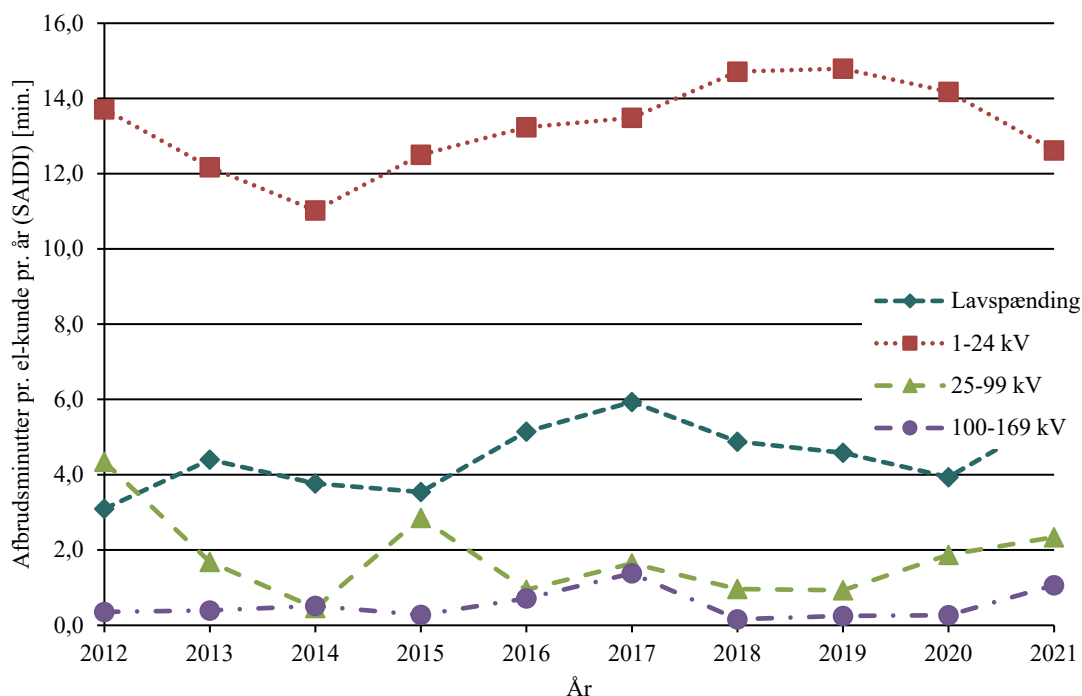
På figur 4.2 kan det ses, at en kunde i 2021 i gennemsnit var afbrudt i 21,8 minutter, hvor statistikområdet 1-24 kV var den største bidrager med 12,6 minutter svarende til ca. 58 % af minutterne.



Figur 4.2 Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde i minutter opgjort på statistikområder pr. år (SAIDI)

Fra 2012 til 2014 er den gennemsnitlige afbrudsvarighed faldet fra 21,0 minutter til 15,8 minutter. Dog er afbrudsvarigheden steget igen fra 2014 til 2021 med 5,9 minutter. Stigningen skyldes primært 1-24 kV-statistikområdet, hvor varigheden er steget med 1,6 minutter.

På figur 4.3 præsenteres SAIDI-nøgletallene fordelt på spændingsniveau. Dette tydeliggør de forskellige statistikområders udvikling i afbrudsvarighed gennem perioden.



Figur 4.3 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

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

På statistikområde 170-400 kV er afbrudsvarigheden 0 minutter i gennemsnit over hele perioden 2012-2021, 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 1-24 kV-statistikområdet er der en faldende tendens fra 2012 og frem til 2014. Derefter er der en stigende tendens i afbrudsvarigheden fra 2015 og frem. I 2021 var SAIDI på 1-24 kV 12,6 minutter.

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 enkeltstående hændelser.

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

I tabel 4.1 er nøgletallene og den gennemsnitlige værdi gennem de seneste ti år vist. Endvidere er summen af indeksene, dvs. den samlede gennemsnitlige varighed pr. år, indsat.

Tabel 4.1 SAIDI de seneste ti år. Talværdierne for indekset SAIDI til brug i figur 4.2 figur 4.3

SAIDI: System Average Interruption Duration Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde)											
Afbrudsvarighed pr. kunde [min]											
SAIDI	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GNS
Lavspænding	3,1	4,4	3,8	3,5	5,1	5,9	4,9	4,6	3,9	5,6	4,5
1-24 kV	13,7	12,2	11,0	12,5	13,2	13,5	14,7	14,8	14,2	12,6	13,2
25-99 kV	4,3	1,7	0,5	2,9	0,9	1,6	1,0	0,9	1,9	2,3	1,8
100-169 kV	0,4	0,4	0,5	0,3	0,7	1,4	0,2	0,2	0,3	1,1	0,5
170-400 kV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Sum	21,5	18,6	15,8	19,2	20,0	22,4	20,7	20,5	20,2	21,8	20,1

4.2. SAIFI – GENNEMSITLIG AFBRUDSHYPPIGHED PR. KUNDE

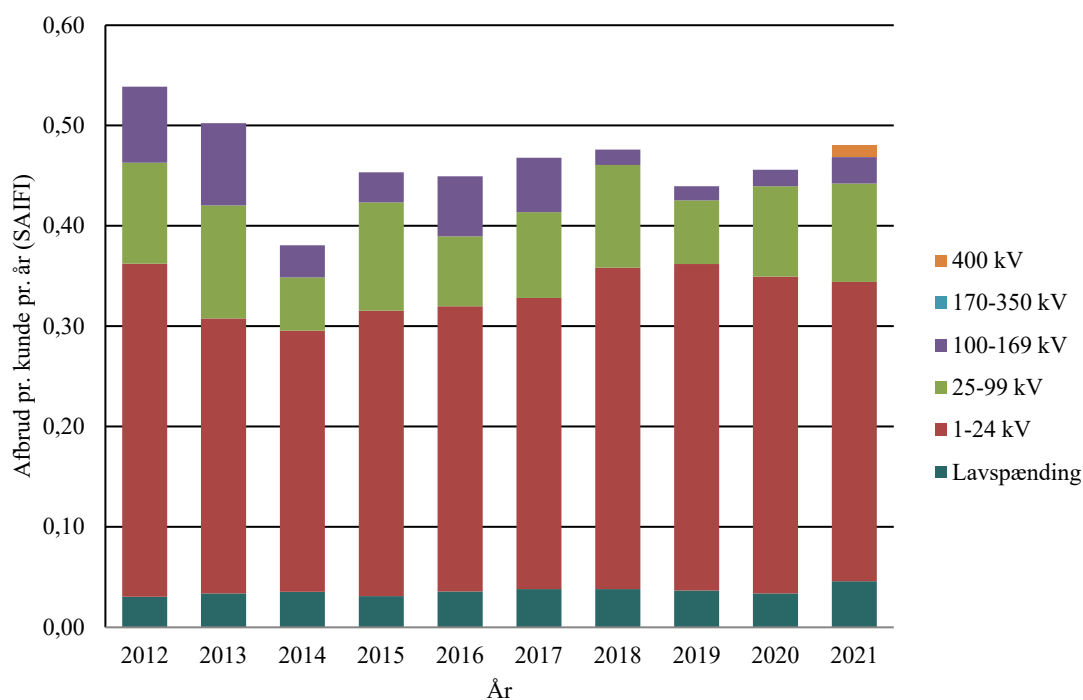
SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) beskriver, hvor mange gange en kunde i gennemsnit har været afbrudt i en given periode. I nærværende rapport anvendes en periode på et år, så det er antal gange afbrudt pr. år i gennemsnit.

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

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.

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 4.4 er SAIFI-nøgletallene præsenteret for årene 2012 til 2021. Figuren tydeliggør den årlige udvikling i afbrudshyppighed pr. kunde i perioden.



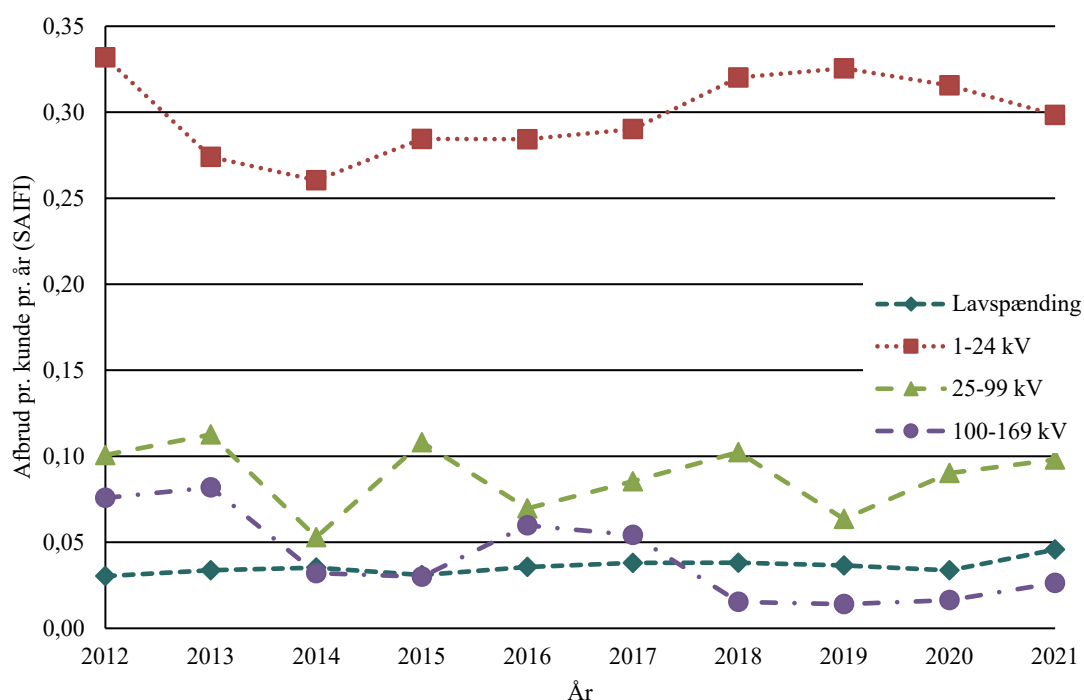
Figur 4.4 Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde opgjort på årstal (SAIFI)

SAIFI svinger omkring 0,48 afbrud pr. år, hvilket betyder, at en kunde i gennemsnit afbrydes en gang hvert andet år.

I 2021 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 2012-2021 står statistikområdet 1-24 kV for det største bidrag til den samlede afbrudshyppighed (0,30 afbrud pr. kunde pr. år i 2021), mens statistikområdet 25-99 kV bidrog næstmest (0,10 afbrud pr. kunde pr. år i 2021). Lavspænding og 100-169 kV har i 2021 stået for henholdsvis 0,05 og 0,03 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 4.5 fordelt på statistikområder. Her fremgår det tydeligt, at statistikområdet 1-24 kV står for det største bidrag (i gennemsnit lidt under to tredjedele), 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 statistikområderne med de laveste bidrag.



Figur 4.5 Gennemsnitlig afbrudshyppighed pr. kunde opgjort på statistikområderne (SAIFI)

For 1-24 kV har SAIFI været lavest i 2014, hvor en kunde var afbrudt 0,26 gange. Efter 2014 kan en stigende tendens observeres, og i 2021 var en kunde i gennemsnit afbrudt 0,30 gange. På lavspændingsnettet lå afbrudshyppigheden pr. kunde mellem 0,03 og 0,04. I 2021 var SAIFI 0,05. 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 4.5. Graferne viser ikke, at afbrudshyppigheden har hverken 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. Dog, hvis der er et afbrud, påvirker det mange kunder.

I statistikområdet 25-99 kV kan der i enkelte år ses større udsving, fx 2013, 2015 og 2018. Her bidrager dette statistikområde i højere grad til afbrudshyppigheden end i de øvrige år. Udsvingene skyldtes hovedsageligt enkeltstående hændelser som er yderligere beskrevet i afsnit 5. Den gennemsnitlige afbrudshyppighed for 25-99 kV er 0,09 afbrud pr. kunde pr. år i perioden 2012-2021.

I statistikområdet 100-169 kV kan det også observeres, at der er år med større udsving. I 2012, 2013, 2016 og 2017 stiger hyppigheden af store afbrud, og dette spændingsniveau bidrager mere til afbrudshyppigheden pr. kunde end lavspændingsnettet i disse år.

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

Værdierne for det beregnede indeks vises i tabel 4.2 for alle årene. Gennemsnittet over de se-
neste ti år samt summen pr. år, dvs. samlet gennemsnitlig afbrudshyppighed for alle kunder på
alle spændingsniveauer, er udregnet.

For tiårsperioden ligger det samlede gennemsnit på 0,46 afbrud pr. kunde pr. år, svarende til at
man som kunde i gennemsnit vil opleve en strømafbrydelse cirka hvert andet år.

Tabel 4.2 Talværdierne for indekset SAIFI til brug i figur 4.4 og figur 4.5

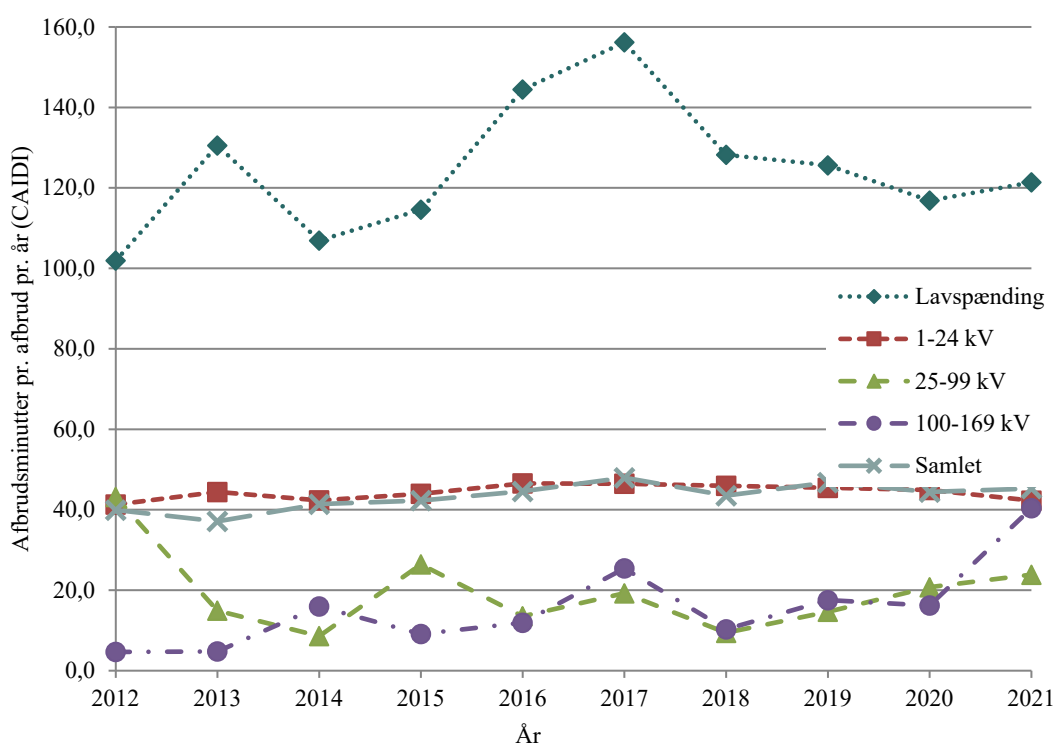
SAIFI: System Average Interruption Frequency Index (Gennemsnitligt antal afbrud pr. kunde)											
Afbrud pr. kunde [antal]											
SAIFI	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GNS
Lavspænding	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04
1-24 kV	0,33	0,27	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,33	0,32	0,30	0,30
25-99 kV	0,10	0,11	0,05	0,11	0,07	0,09	0,10	0,06	0,09	0,10	0,09
100-169 kV	0,08	0,08	0,03	0,03	0,06	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04
170-400 kV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,00
Sum	0,54	0,50	0,38	0,45	0,45	0,47	0,48	0,44	0,46	0,48	0,46

4.3. CAIDI – GENNEMSNITLIG VARIGHED AF KUNDEAFBRUD FOR ET SPECIFIKT STATISTIKOMRÅDE

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

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

Dette nøgletal beskriver altså: Hvis man bliver afbrudt, hvor længe er man så uden strøm i gennemsnit?



Figur 4.6 Gennemsnitligt antal minutter en kunde er afbrudt opgjort på forskellige statistikområder

På figur 4.6 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, mens fejlen udbedres.

I lavspændingsnet er den gennemsnitlige afbrudstid størst. I perioden 2012-2021 ligger tallet imellem 102-156 minutter pr. afbrud. Fra 2012 til 2017 viste CAIDI på lavspænding en stigende tendens, som kunne tyde på, at udbedringstiden blev længere i lavspændingsnettet. Siden 2017 har tendensen dog været faldende til 121 minutter i 2021.

CAIDI-nøgletallene for statistikområde 1-24 kV viser kun små ændringer. Det gennemsnitlige antal afbrudsminutter ligger på under halvdelen af antal minutter for lavspænding. Tallet var lavest i 2012 (41,3 minutter) og højest i 2016 (46,6 minutter). Gennemsnitsværdien for hele perioden er 44,4 minutter med en standardafvigelse på 1,8 minutter og dermed uden store afvigelser over hele perioden.

For statistikområderne 25-99 kV og 100-169 kV er der store afvigelser. På disse højere spændingsniveauer er der få fejl, dog – hvis der sker en fejl – påvirker den mange kunder. Det bliver synligt i større udsving, som kan føres tilbage til få eller enkelte hændelser. Standardafvigelsen for disse statistikområder er da også på henholdsvis 9,6 minutter og 10,2 minutter, hvilket er signifikant, da gennemsnittet er henholdsvis 19,5 minutter og 15,6 minutter.

CAIDI-nøgletallet for 170-400 kV er nul i løbet af perioden 2012-2021, da der ikke har været driftsforstyrrelser, som har givet anledning til kundeafbrud, og derfor er disse ikke vist i figur 4.6.

Grafen viser også CAIDI-nøgletallene samlet for alle statistikområder. Fordi afbrud på 1-24 kV-statistikområdet er dominerende i beregningen af SAIFI og SAIDI, ligger den samlede CAIDI-kurve tæt ved 1-24 kV CAIDI-kurven. Alligevel kan vi se en svagt stigende tendens siden 2013. Mellem 2013 og 2021 steg indikatoren fra 37,1 minutter pr. afbrud til 45,3 minutter.

I tabel 4.3 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 4.1 og tabel 4.2 er der ingen årlig sum, men et samlet tal beregnet på baggrund af den samlede sum for SAIDI og SAIFI. Se eventuelt afsnit A2.4 for en dybdegående forklaring.

Tabel 4.3 Værdierne af CAIDI og gennemsnittet af indekset pr. spændingsniveau

CAIDI: Customer Average Interruption Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. afbrud)											
Afbrud pr. kunde [antal]											
CAIDI	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GNS
Lavspænding	102,0	130,5	106,9	114,6	144,6	156,2	128,2	125,6	116,9	121,4	124,7
1-24 kV	41,3	44,4	42,3	44,0	46,6	46,5	46,0	45,5	44,9	42,3	44,4
25-99 kV	43,2	14,9	8,6	26,4	13,5	19,2	9,4	14,6	20,7	23,9	19,5
100-169 kV	4,6	4,8	15,9	9,1	11,9	25,4	10,3	17,5	16,2	40,4	15,6
170-400 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,0	1,5
Samlet	39,9	37,1	41,4	42,3	44,6	48,0	43,5	46,8	44,4	45,3	43,3

5. LEVERINGSSIKKERHED FOR STATISTIKOMRÅDET 1-24 KV

Leveringssikkerheden for spændingsniveauet 1-24 kV analyseres ved at se nærmere på kundeafbrud 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 syv forskellige afbrudskategorier⁷ for den gennemsnitlige leveringssikkerhed [Ref. 4, side 9 af 23]:

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)
6. Afbrud som følge af aftaler om levering af fleksibilitetsydelse, herunder afbrydelighedsaftaler (belyses ikke nærmere)
7. Afbrud som følge af forsknings-, udviklings- og demonstrationsprojekter, hvor der er offentlig medfinansiering.

Force majeure-hændelser for perioden 2012-2021

I 2013 oplevedes flere hændelser i forbindelse med orkanerne Allan og Bodil.

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.

I 2019-2021 var der ingen afbrud, som skyldtes force majeure.

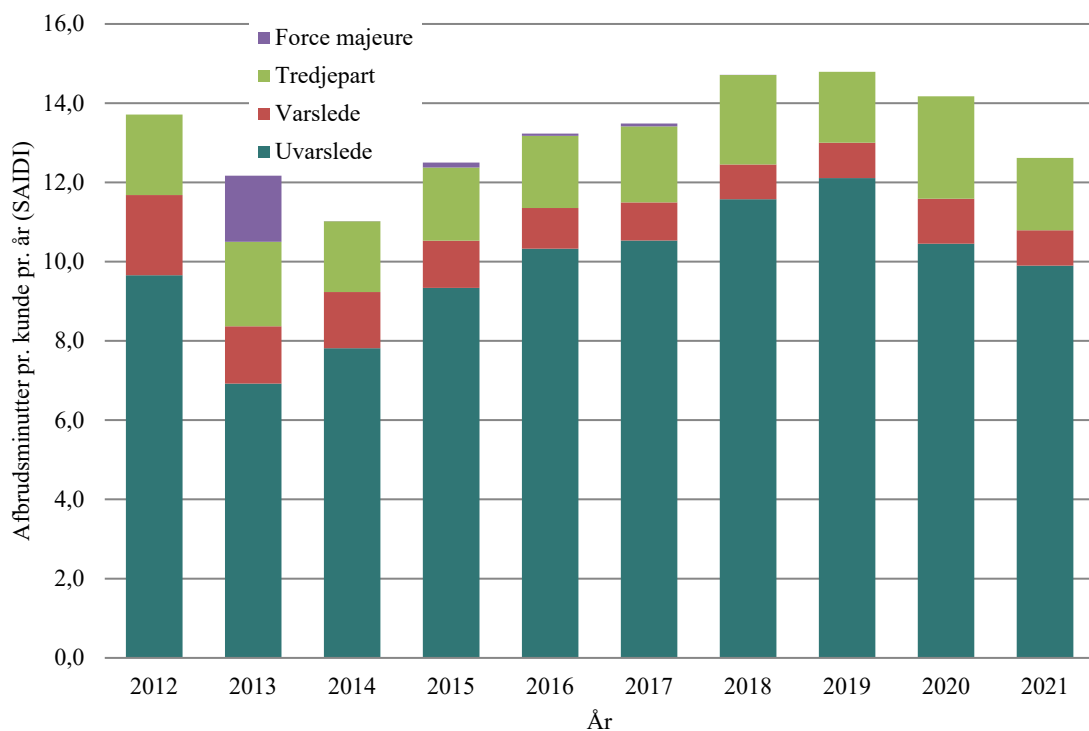
Alle større storme siden 1891 kan findes i Ref. 4. Det er Forsyningstilsynet, der afgør, om en storm er force majeure. Denne ordning har eksisteret siden 2007.

⁷ Afbrudskategorier markeret med "grå" vægtes 0% i Forsyningstilsynets regulering og benchmark af kvalitet i leveringen.

5.1. SAIDI – GENNEMSNITLIG VARIGHED AF AFBRUD PR. KUNDE

I figur 5.1 ses den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde opdelt i afbrudskategorier for statistikområdet 1-24 kV for perioden 2012-2021.

'Tredjepart' er betegnelsen for en afbrydelse forårsaget af en udefrakommende hændelse, der er menneskeskabt, og som hverken direkte eller indirekte kan tilskrives netselskabet eller netselskabets underentreprenører. 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, fx planlagt vedligehold og udskiftning af komponenter.



Figur 5.1 Fordelingen af den gennemsnitlige kundeforfbrudsvarighed i minutter opgjort på 1-24 kV-statistikområdet (SAIDI)

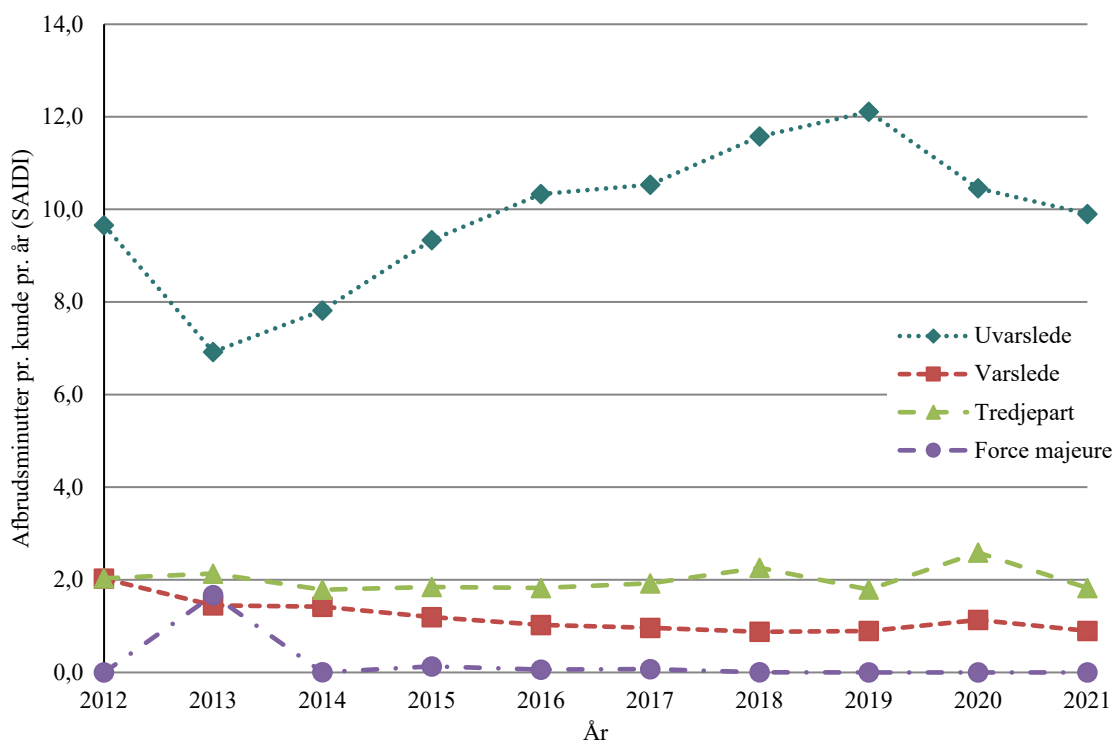
For 1-24 kV-statistikområdet er der i perioden 2012-2014 en faldende tendens i den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde (13,7 minutter i 2012 til 11,0 minutter i 2014). Derefter er der en stigende tendens op til 14,8 minutter i 2019. Stigningen skyldes uvarslede afbrud. I 2022 var SAIDI lavere med 12,6 minutter.

Den største del af afbruddene kommer fra uvarslede afbrud. I 2012 var afbrudsvarigheden 9,7 minutter pr. kunde fra uvarslede afbrud, dvs. ca. 70 %. I 2019 var varigheden af uvarslede afbrud pr. kunde 12,1 minutter, som er den højeste værdi i perioden 2012-2021. I 2021 bidrog uvarslede afbrud med 9,9 minutter og udgjorde ca. 78 % af SAIDI på 1-24 kV.

Den gennemsnitlige afbrudsvarighed pr. kunde som følge af varslede afbrud har haft en svagt faldende tendens. I 2012 var SAIDI 2,0 minutter, og i 2021 faldt det til 0,9 minutter.

Afbrud som følge af tredjepart er mellem 1,8-2,6 minutter i hele perioden. Værdien er højest i 2020 med 2,6 minutter og skyldes muligvis igangværende store infrastruktur-projekter.

På figur 5.2 ses udviklingen af afbrudsvarigheden pr. kunde for hver afbrudskategori. Den viser, at uvarslede afbrud er hovedårsagen til afbrudsminutterne på 1-24 kV-statistikområdet, og at der har været en stigende tendens fra 2013 til 2019. Endvidere er det tydeligt, at varigheden for varslede hændelser er svagt nedadgående. Som forventet kan det ses, at afbrud pga. force majeure sker sjældent, og der er ingen tendens at spore i varigheden.



Figur 5.2 Gennemsnitlig kundefbrudsvarighed i minutter opgjort på 1-24-kV-statistikområdet (SAIDI)

Tallene brugt i dette afsnit kan findes i tabel 5.1. 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 5.1 Talværdierne for SAIDI anvendt i figur 5.1 og figur 5.2

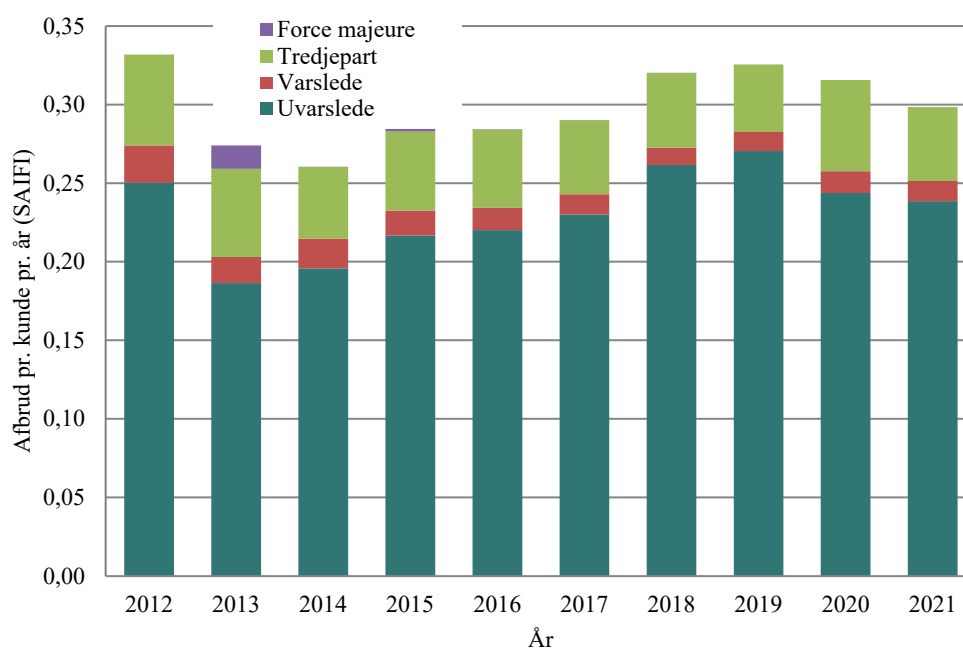
SAIDI: System Average Interruption Duration Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. kunde)											
Afbrudsvarighed pr. kunde [min]											
SAIDI	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GNS
Uvarslet	9,7	6,9	7,8	9,3	10,3	10,5	11,6	12,1	10,4	9,9	9,9
Varslede	2,0	1,4	1,4	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1	0,9	1,2
Tredjepart	2,0	2,1	1,8	1,8	1,8	1,9	2,3	1,8	2,6	1,8	2,0
Force majeure	0,0	1,7	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Sum	13,7	12,2	11,0	12,5	13,2	13,5	14,7	14,8	14,2	12,6	13,2

5.2. SAIFI – GENNEMSITLIG AFBRUDSHYPPIGHED PR. KUNDE

På figur 5.3 er hyppigheden af kundeafbrud på det udvalgte statistikområde fordelt på afbrudskategorier.

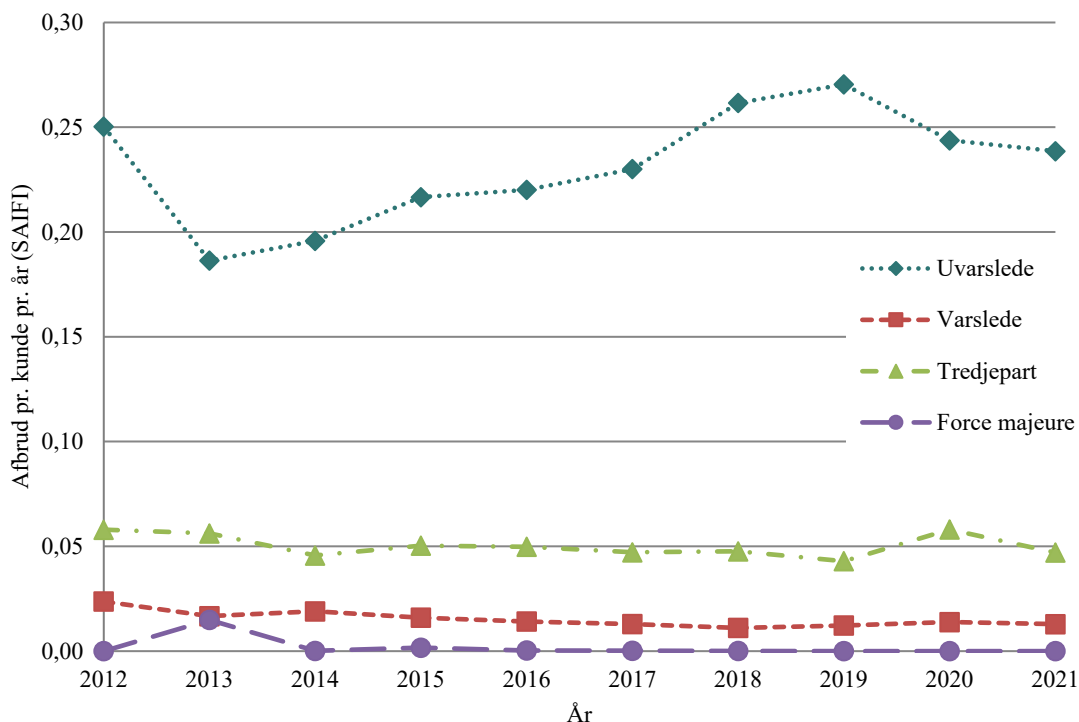
I 2012 og 2019 var det gennemsnitlige antal afbrud pr. kunde 0,33, som var det højeste niveau i perioden 2012-2021. Det laveste niveau blev observeret i 2014, hvor afbrudshyppigheden var 0,26. I 2021 er hyppigheden 0,30 gange, som er den tredjehøjeste værdi i tiårsperioden. Hovedparten af afbruddene kommer fra uvarslede afbrud.

I hele perioden har antal gange, en kunde har været afbrudt grundet et varslet afbrud, ligget mellem 0,01-0,02. En kunde har været afbrudt som følge af tredjepartshændelser 0,04-0,06 gange for hele perioden.



Figur 5.3 Fordelingen af antal gennemsnitlige kundeafbrud opgjort på 1-24-kV-statistikområdet (SAIFI)

Figur 5.4 viser udviklingen af afbrudshyppigheden over tid for de forskellige afbrudskategorier. Grafen viser en stigende tendens for uvarslede afbrud i perioden 2013-2019.



Figur 5.4 Gennemsnitlig kundeafbrudshyppighed opgjort på 1-24-kV-statistikområdet (SAIFI)

Afbrudshyppigheden pga. varslede- og tredjepartsafbrud er næsten konstant i hele perioden. For tredjepartsafbrud kan der dog observeres en stigning i 2020.

Værdierne for SAIFI for 1-24 kV vises i tabel 5.2 for alle årene. Gennemsnittet over de seneste ti år samt summen pr. år, dvs. samlet gennemsnitlig afbrudshyppighed for alle afbrudskategorier, er udregnet.

Tabel 5.2 Talværdierne for SAIFI for 1-24-kV-statistikområdet pr. afbrudskategori 1-4 anvendt i figur 5.3 og figur 5.4

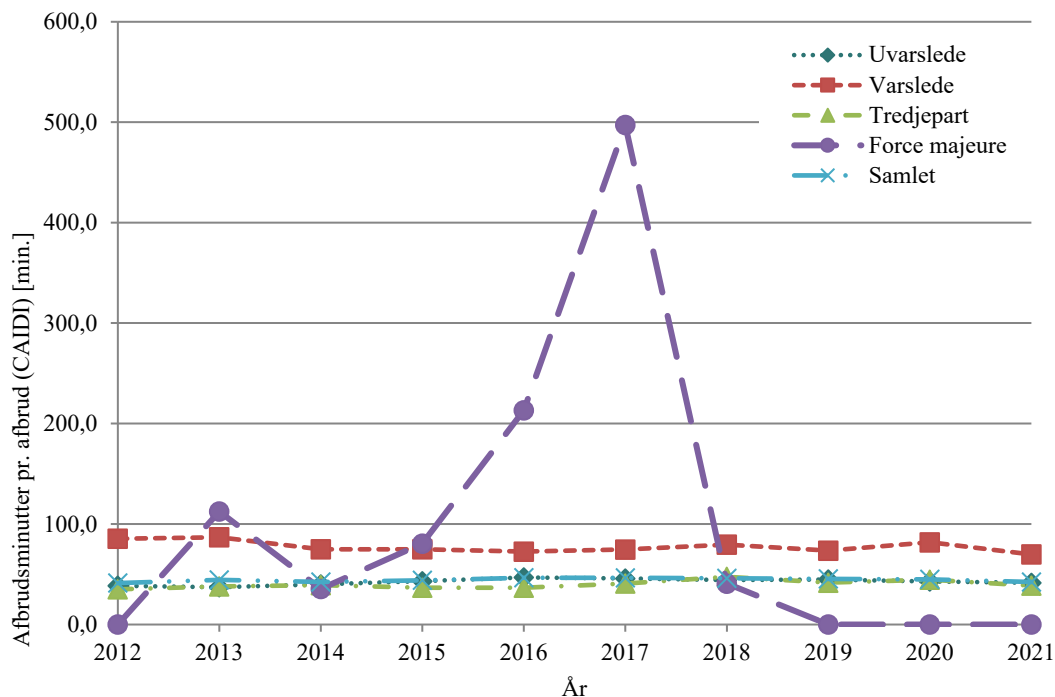
SAIFI: System Average Interruption Frequency Index (Gennemsnitligt antal afbrud pr. kunde)											
Afbud pr. kunde [antal]											
SAIFI	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GNS
Uvarslede	0,25	0,19	0,20	0,22	0,22	0,23	0,26	0,27	0,24	0,24	0,23
Varslede	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Tredjepart	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05
Force majeure	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sum	0,33	0,27	0,26	0,28	0,28	0,29	0,32	0,33	0,32	0,30	0,30
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

5.3. CAIDI – DEN GENNEMSNITLIGE 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 et udtryk for den gennemsnitlige varighed af et afbrud.

CAIDI kan ikke ligesom SAIDI og SAIFI summeres over afbrudskategorier, og derfor er figur 5.5 vist kategoriopdelt.



Figur 5.5 Gennemsnitligt antal minutter en kunde er afbrudt ved forskellige typer afbrud (CAIDI)

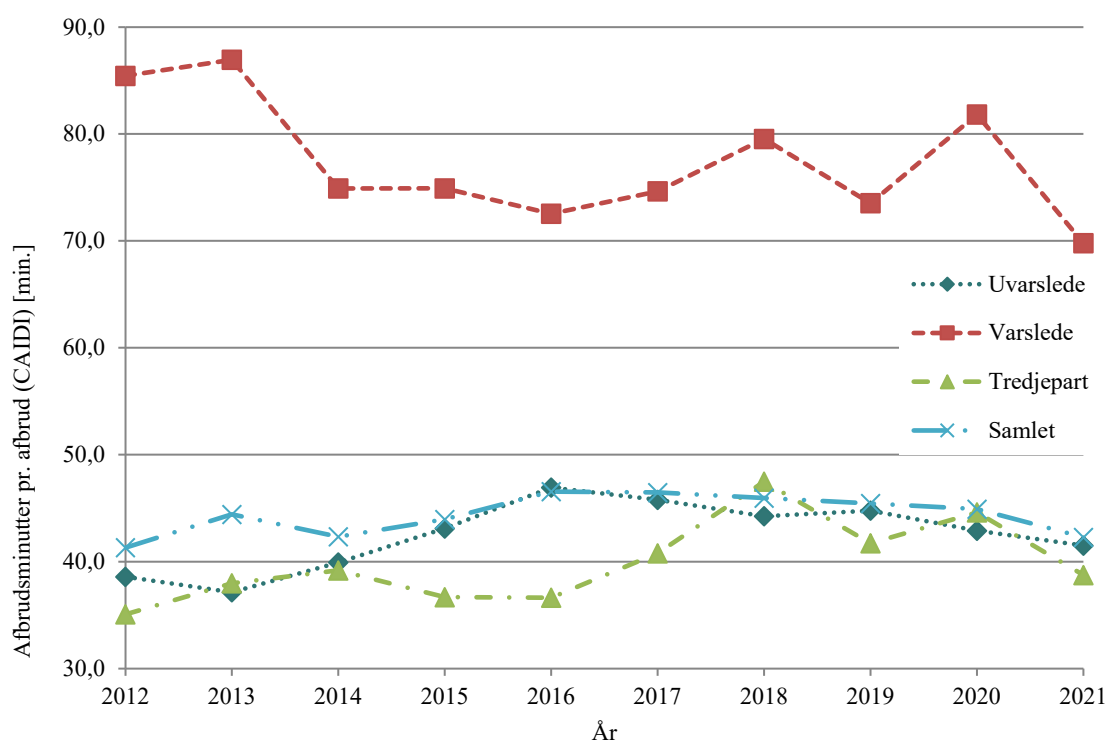
Grafen viser, at der er små afvigelser i kategorierne "Uvarslede", "Varslede" og "Tredjepart" og store afvigelser ved "Force majeure".

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 udbedringerne ofte er tidskrævende. Det afspejles i CAIDI-indikatoren, som går helt op til ca. 500 minutter. Til gengæld er der i disse situationer ofte tale om relativt få afbrudte kunder.

På figur 5.5 kan det aflæses, at der er tre år med nul afbrudsminutter grundet force majeure, mens andre år ligger højt. I 2013 var der force majeure-afbrud grundet orkaner. CAIDI er her 112,5 minutter, dvs. længere end ved varslet afbrud. I 2015 var der force majeure-afbrud grundet orkan, da stormen Gorm ramte Danmark i november måned. I 2017 var der flere storme, der førte til flere oversvømmelser af stationer, og det forklarer den høje CAIDI-værdi på 497 minutter pr. afbrud.

På figur 5.6 vises udviklingen af CAIDI fra 2012 til 2021 for det udvalgte statistikområde 1-24 kV, men kun for kategorierne "Uvarslede", "Varslede" og "Tredjepart". Her er "Force Majeure" ikke vist, så udviklingen i de øvrige kategorier bedre kan inspiceres. Derudover vises det samlede CAIDI-nøgletal.

På figuren fremgår det, at der har været en faldende tendens for varslede afbrud fra 2012 til 2016, hvor CAIDI faldt fra 85,4 minutter til 72,6 minutter. I 2021 er CAIDI for varslede faldet til 69,8 minutter. I de viste tre kategorier giver varslede afbrud de højeste CAIDI-tal. Typisk drejer det sig om planlagte reparationsarbejder, hvor kunder er blevet varslet.



Figur 5.6 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 2012-2021. Dermed er et gennemsnitligt uvarslet afbrud mindst 35 % kortere end et varslet. En tendens i CAIDI for uvarslede afbrud kan ikke identificeres.

I hele perioden varede et gennemsnitligt tredjepartsafbrud imellem 35,1 minutter (2012) og 47,5 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 3,0 minutter. Middelværdien i tiårsperioden er på 44,4 minutter.

Gennemsnittet over de seneste ti år og den samlede værdi pr. år for CAIDI for statistikområde 1-24 kV vises i tabel 5.3 for alle årene.

Tabel 5.3 Talværdierne for afbrudskategorierne for CAIDI for 1-24 kV opdelt i afbrudskategorier anvendt i figur 5.5 og figur 5.6

CAIDI: Customer Average Interruption Index (Gennemsnitlig afbrudsvarighed pr. afbrud)											
Afbrudsvarighed pr. afbrud [minutter]											
CAIDI	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GNS
Uvarslede	38,6	37,1	39,9	43,1	46,9	45,8	44,3	44,8	42,9	41,5	42,5
Varslede	85,4	86,9	74,9	74,9	72,6	74,6	79,6	73,6	81,7	69,8	77,4
Tredjepart	35,1	38,0	39,2	36,7	36,6	40,8	47,5	41,7	44,6	38,7	39,9
Force majeure	0,0	112,5	35,5	80,6	213,1	497,2	40,7	0,0	0,0	0,0	98,0
Samlet	41,3	44,4	42,3	44,0	46,6	46,5	46,0	45,5	44,9	42,3	44,4

6. REFERENCELISTE

- Ref. 3: CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity Supply. 26. juli 2018.
<https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/963153e6-2f42-78eb-22a4-06f1552dd34c>
(Sidst besøgt 22-11-2022)
- Ref. 4: Forsyningstilsynet, Vejledning til indberetning af afbrudsstatistik for netvirksomhedens leveringskvalitet i 2021, marts 2022.
<https://forsyningstilsynet.dk/media/10814/vejledning-til-afbrudsdata-for-leveringskvalitet-2021.pdf>
(Sidst besøgt 22-11-2022)
- Ref. 5: Detailmarkedsrapporten
Energinet, Januar 2021.
<https://energinet.dk/Energidata/Detailmarkedsrapporten>
(sidst besøgt 22-11-2022)
- Ref. 6: 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 22-11-2022)

APPENDIKS 1. ELFAS-SAMARBEJDET

A1.1. Selskaber i ELFAS-samarbejdet pr. 1. januar 2021

Nedenstående tabel viser de selskaber, som i 2022 indberettede fejl- og afbrudsdata til ELFAS-samarbejdet. For hvert selskab er anført, hvilke(t) statistikområde(r) de enkelte selskaber har indberettet data for.

Tabel A1.1 Selskaber i ELFAS-samarbejdet ved opstart i 2021

Netselskabsnavn	Lav-spænding	1-24 kV	25-99 kV	100-169 kV	170-350 kV	400 kV
I alt	18	18	18	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			
N1 Randers A/S	x	x	x			
Elnet Midt A/S	x	x	x			
Dinel A/S	x	x	x			
TRE-FOR EI-Net A/S	x	x	x			
Thy-Mors Energi Elnet A/S	x	x	x			
Ikast EI Net A/S	x	x	x			
NOE Net A/S	x	x	x			
RAH Net A/S	x	x	x			
L-NET A/S	x	x	x			
FLOW Elnet A/S	x	x	x			
Vores Elnet A/S	x	x	x			
Radius Elnet A/S	x	x	x			
Cerius A/S	x	x	x			
Elektrus A/S	x	x				
NK-Forsyning A/S	x	x				
EI-Net Øst A/S	x	x	x			

APPENDIKS 2. BEREGNINGSMETODER

A2.1. Indsamling af data

Netselskaber, der deltager i ELFAS-samarbejdet, indberetter løbende til ELFAS, når der er hændelser. Alle fejlrapporter valideres manuelt hos Green Power Denmark 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-rapporter samt i 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 tilbage 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. 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.

A2.2. 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.

A2.3. 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.

A2.4. CAIDI – Gennemsnitlig varighed af et kundefafbryd for et givet statistik-område

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, hvorfor det samlede CAIDI-tal skal beregnes ud fra vægtede tal for at give et korrekt resultat.

Beregningsmetoder

Dette eksemplificeres her med 2021-tallene:

Afbrudshyppighed pr. kunde pr. år (SAIFI)	2021
Sum	0,48

Afbrudsvarighed pr. kunde pr. år (SAIDI)	2021
Sum	21,8

Afbrudsvarighed pr. afbrud (CAIDI)	2021
Lavspænding	121,4
1-24 kV	42,3
25-99 kV	23,9
100-169 kV	40,4
170-350 kV	0
400 kV	15,0

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 4.3.

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

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.

A2.5. ASAI – Leveringssikkerhed i procent af året

ASAI (Average Service Availability Index: Procent af året en kunde ikke er afbrudt) er forholdet mellem antal 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.

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

A2.6. 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):

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

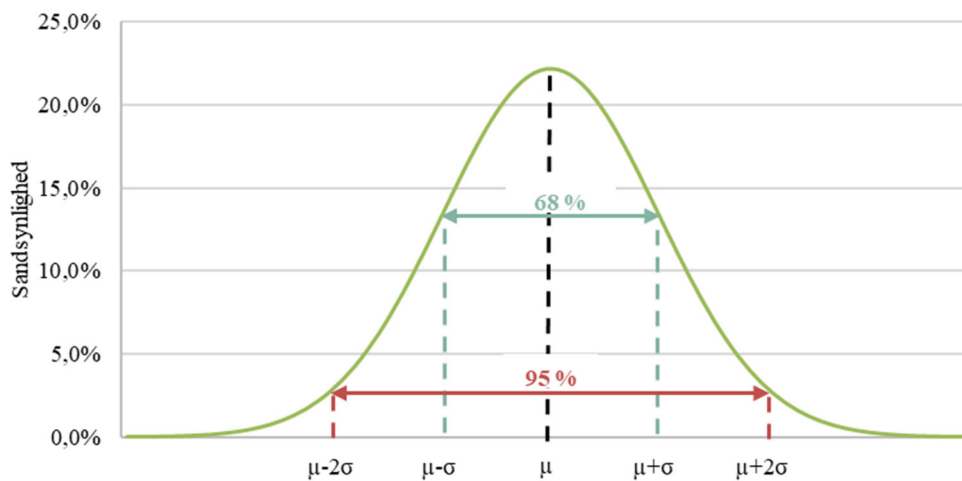
Standardafvigelsen er så kvadratroden af variansen:

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

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 nedenstående figur findes et eksempel på en normalfordeling, hvor gennemsnitsværdien plus/minus standardafvigelsen og to gange standardafvigelsen er vist.



Figur A2.1 Diagram