

Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland

Resultaten 2016

Kenmerk : ME-TB-170002055, versie 1.0 (definitief)
Datum : 29 maart 2017

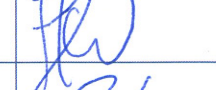
Netbeheer Nederland, vereniging van energienetbeheerders in Nederland

De vereniging Netbeheer Nederland is de belangenbehartiger van de landelijke en regionale elektriciteit- en gasnetbeheerders. Netbeheer Nederland is het aanspreekpunt voor netbeheerders aangelegenheden. De netbeheerders hebben twee hoofdtaken: zij faciliteren het functioneren van de markt en zij beheren de fysieke net-infrastructuur. Lid van deze vereniging zijn de wettelijk aangewezen landelijke en regionale netbeheerders voor elektriciteit en gas. Netbeheer Nederland organiseert het overleg met marktpartijen over aanpassingen van de marktfacilitering. Netbeheer Nederland doet namens de gezamenlijke netbeheerders voorstellen voor aanpassingen van de wettelijk verankerde codes voor ondermeer de structuur van de nettarieven. Netbeheer Nederland stelt ook de algemene voorwaarden op voor aansluiting en transport.

Autorisatieblad

Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland Resultaten 2016

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden aan werkgroep Nestor rapportage E	14 maart 2017
1.0	Commentaar werkgroep Nestor rapportage E verwerkt	29 maart 2017

	Naam	Paraaf
Opgesteld door	Tom Bogaert en Luuk Derksen	
Eindcontrole door	Hans Wolse	
Vrijgegeven door	Rik Luiten	

Samenvatting

Dit rapport presenteert de betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten in Nederland in 2016. Het rapport is gebaseerd op de individuele storingsregistratie door de Nederlandse elektriciteitsnetbeheerders voor zowel het laag-, midden- als (extra)hoogspanningsnet. Deze storingsregistratie bevat storingen, onvoorziene onderbrekingen (verder in het rapport aangeduid als “onderbreking”) en voorziene onderbrekingen. Voorziene onderbrekingen zijn onderbrekingen als gevolg zijn van onderhoud, reparaties of uitbreiding. Deze onderbrekingen worden ook wel geplande onderbrekingen genoemd.

Het rapport geeft hiermee inzicht in de betrouwbaarheid van de elektriciteitslevering op nationaal niveau. Sinds 1976 registreren de netbeheerders storingen in hun elektriciteitsnetten. Het doel van deze storingsregistratie is het meten en zo nodig verbeteren de betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten. De storingsdata kan onder andere worden gebruikt voor het doorvoeren van wijzigingen in de infrastructuur, het plegen van doeltreffender onderhoud en het optimaliseren van het storingsproces. Sinds 1998 worden de storingsgegevens ook gebruikt voor de rapportage over de betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten aan de Autoriteit Consument & Markt (ACM).

Onvoorziene onderbrekingen

Tabel S.1 bevat een overzicht van de belangrijkste kwaliteitsindicatoren voor de betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten in Nederland. Deze tabel presenteert kwaliteitsindicatoren voor 2016 en het gemiddelde over de voorgaande vijf jaar (periode 2011-2015, hierna: vijfjarig gemiddelde).

Tabel S.1: Kwaliteitsindicatoren voor onvoorziene onderbrekingen

Kwaliteitsindicator	2016	Gemiddelde 2011-2015	Verschil 2016 t.o.v. 2011-2015
Onderbrekingen	19.366	18.929	2%
Getroffen klanten per onderbreking	122	141	-14%
Gem. onderbrekingsduur [min]	73,5	76	-3%
Jaarlijkse uitvalduur [min/jaar]	21,0	25	-17%
Onderbrekingsfrequentie [aantal/jaar]	0,285	0,333	-14%

In 2016 zijn er 20.502 storingen opgetreden, waarvan er 19.366 tot een onderbreking hebben geleid. Daarmee is het aantal onderbrekingen in 2016 ongeveer 2% hoger dan het aantal onderbrekingen van het vijfjarig gemiddelde. Het gemiddelde aantal getroffen klanten per onderbreking was in 2016 122 en ligt hiermee 14% onder het vijfjarig gemiddelde. De gemiddelde onderbrekingsduur bedroeg in 2016 73,5 minuten. Dit is ruim 3% korter dan het vijfjarig gemiddelde.

De onderbrekingsfrequentie is een maat voor het gemiddeld aantal keer dat een klant in een jaar met een onderbreking wordt geconfronteerd. In 2016 bedroeg de onderbrekingsfrequentie 0,285. Dit is 14% lager dan het vijfjarig gemiddelde.

De jaarlijkse uitvalduur bedroeg in 2016 21 minuten. Dit betekent dat de elektriciteitslevering bij een klant in Nederland gemiddeld 21 minuten onderbroken was. De elektriciteitslevering was daarmee 99,996015% van de tijd beschikbaar. De jaarlijkse uitvalduur was in 2016 4 minuten korter dan het vijfjarig gemiddelde.

Evenals in voorgaande jaren hebben de onderbrekingen in het middenspanningsnet het grootste aandeel in de totale jaarlijkse uitvalduur. De jaarlijkse uitvalduur wordt als de belangrijkste indicator op het gebied van betrouwbaarheid gezien. Als het vijfjarige gemiddelde van Nederland wordt vergeleken

met de jaarlijkse uitvalduur van de ons omringende Europese landen, scoort Nederland goed. Alleen Duitsland presteert beter met een vijfjarig gemiddelde van 20 minuten. Het gemiddelde van de andere landen ligt hoger. Zo is de jaarlijkse uitvalduur in Frankrijk en Engeland met respectievelijk 69 en 74 minuten ruim driemaal zo lang¹. De vergelijking met het buitenland moet als indicatief worden beschouwd, omdat er tussen de landen verschillen zijn in de wijze van registratie. Dit kan invloed hebben op de omvang van de gerapporteerde uitvalduur. De verschillen hebben bijvoorbeeld betrekking op het meenemen van (extra) hoogspanningsonderbrekingen, extreem lange onderbrekingen en/of de manier van klantregistratie.

De tien grootste onderbrekingen van 2016 variëren wat betreft omvang van 1,1 tot 12,7 miljoen verbruikersminuten. Het aandeel van deze tien onderbrekingen op de jaarlijkse uitvalduur is bijna 20%.

In 2016 werden op hoogspanningsniveau de meeste storingen veroorzaakt door de categorie 'veroudering/slijtage' met 23% van de storingen. Op de tweede plaats kwam 'overig van buitenaf' met 17% van de storingen. Oorzaken als 'externe herkomst', 'montage' en 'inwendig defect' zijn ieder voor zich verantwoordelijk voor minder dan 10% van de storingen.

In middenspanningsnetten was 'Inwendig defect' met 27% van het aantal storingen de belangrijkste storingsoorzaak in 2016. Dit zijn veelal storingen in moffen. Op de tweede plaats staat 'Graafwerkzaamheden' (22%), gevolgd door 'veroudering/slijtage' (20%). De omvang van alle andere oorzaken – denk aan 'bediening', 'beveiliging' en 'overbelasting' is individueel niet groter dan 5%.

Voor de laagspanningsnetten geldt dat 'graafwerkzaamheden' als meest voorkomende storingsoorzaak wordt geregistreerd. In 2016 was graafwerk bij 27% van het aantal storingen de oorzaak. Op de tweede plaats volgt de oorzaak 'sluimerende storing' met 21%. Een sluimerende storing is een storing als gevolg van een fout waarvan een eenduidige oorzaak (nog) niet bekend is en die zich één of meerdere keren heeft voor gedaan. De derde plaats wordt ingenomen door en 'veroudering/slijtage' met 14%. Andere storingsoorzaken – denk aan 'overbelasting', 'inwendig defect' en 'montage' – zijn allemaal minder/lager dan 10%.

Voorziene onderbrekingen

Voorziene onderbrekingen zijn onderbrekingen die onder andere het gevolg zijn van onderhoud, reparaties of uitbreiding. Kenmerk is dat de betreffende aangeslotenen altijd tijdig moeten worden geïnformeerd of dat de onderbreking in overleg met de aangeslotenen wordt voorzien. Onderhoud aan het net is noodzakelijk om de betrouwbaarheid op een hoog niveau te houden.

Voorziene onderbrekingen komen voornamelijk voor in het laagspanningsnet vanwege het ontbreken van redundantie of omschakelmogelijkheden. De jaarlijkse uitvalduur voor een klant in 2016 als gevolg van voorziene onderbrekingen bedraagt 6,3 minuten. Dit is 16% hoger dan het vijfjarig gemiddelde. Ook blijkt dat in 2016 gemiddeld één op de 27 klanten werd geconfronteerd met een stroomonderbreking ten gevolge van voorziene werkzaamheden. Dit is 16% meer dan het vijfjarige gemiddelde.

¹ Bron internationale cijfers: CEER (2016), CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply (data update), het vijfjarige gemiddelde heeft betrekking op de periode 2010-2014

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	6
2. Het elektriciteitsnet	7
2.1. Verschillende spanningsniveaus	7
2.2. Extra hoogspanningsnet	7
2.3. Hoogspanningsnet	8
2.4. Middenspanningsnet	9
2.5. Laagspanningsnet	10
2.6. Netbeheerders	10
3. Onvoorziene Niet Beschikbaarheid	12
3.1. Kwaliteitsindicatoren betrouwbaarheid	12
3.2. Tien grootste onderbrekingen	18
3.3. Oorzaken van storingen	20
4. Voorziene Niet Beschikbaarheid	27
4.1. (Extra) hoogspanning	28
4.2. Middenspanning	28
4.3. Laagspanning	29
5. Storingsregistratie	31
5.1. Betere nauwkeurigheid	31
5.2. Ontwikkelingen	31
Bijlage A De tien grootste onderbrekingen in 2016	33
Bijlage B Begrippenlijst	44
Bijlage C Tabellen laagspanning 2016	46
Bijlage D Tabellen middenspanning 2016	48
Bijlage E Tabellen hoogspanning 2016	51
Bijlage F Tabellen extra hoogspanning 2016	54
Bijlage G Tabellen voorziene onderbrekingen 2016	57
Colofon	59

1. Inleiding

Dit rapport presenteert de betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten in Nederland in 2016. Het is gebaseerd op de gezamenlijke storingsregistratie van de Nederlandse elektriciteitsnetbeheerders. Deze registratiesystematiek staat bekend onder de naam Nestor Elektriciteit en bestaat sinds 1976. Deze storingsregistratie bevat storingen, onvoorziene onderbrekingen (vaak aangeduid als “onderbreking”) en voorziene onderbrekingen. Voorziene onderbrekingen zijn onderbrekingen als gevolg zijn van onderhoud, reparaties of uitbreiding. Deze onderbrekingen worden ook wel geplande onderbrekingen genoemd.

Dit rapport geeft een algemene indruk van de betrouwbaarheid van de elektriciteitslevering aan een klant in Nederland. De besproken betrouwbaarheidscijfers hebben betrekking op het laag-, midden- en (extra) hoogspanningsnet en zijn gebaseerd op gegevens van de netbeheerders. Individuele betrouwbaarheidscijfers komen niet in dit rapport voor en worden door de netbeheerders rechtstreeks aan de Autoriteit Consument & Markt (ACM) gerapporteerd.

Hoofdstuk 2 beschrijft de opbouw van de elektriciteitsvoorziening in Nederland. In hoofdstuk 3 wordt informatie gegeven over de betrouwbaarheid van het Nederlandse elektriciteitsnet. In dit hoofdstuk wordt informatie gegeven over de storingsoorzaken in laag-, midden- en hoogspanningsnetten. Hoofdstuk 4 geeft informatie over voorziene onderbrekingen (geplande werkzaamheden die leiden tot onderbrekingen). Hoofdstuk 5 gaat tenslotte in op de ontwikkelingen van de storingsregistratie.

Dit rapport bevat beschrijvingen van de tien grootste onderbrekingen die in 2016 hebben plaatsgevonden. In de beschrijvingen wordt aandacht besteed aan de oorzaak en de gevolgen van de onderbrekingen. Ook de actie die is genomen om vergelijkbare onderbrekingen in de toekomst te voorkomen, wordt nader belicht. De beschrijvingen zijn gebaseerd op aangeleverde informatie van de desbetreffende netbeheerders en zijn opgenomen in Bijlage A. Voor uitleg van veel gehanteerde begrippen in dit rapport wordt verwezen naar Bijlage B. Bijlage C tot en met Bijlage F bevatten tabellen met de betrouwbaarheidskwaliteitsindicatoren voor laag-, midden- en (extra) hoogspanningsnet in 2016. Bijlage G bevat de kwaliteitsindicatoren voor voorziene onderbrekingen.

De data die ten grondslag ligt aan dit rapport wordt aangeleverd door de netbeheerders. De netbeheerders zijn verantwoordelijk voor de kwaliteit en volledigheid van de storingsdata.

2. Het elektriciteitsnet

Het elektriciteitsnet zorgt ervoor dat elektrische energie van de plaats waar dit wordt opgewekt, wordt getransporteerd naar afnemers. Strikt genomen moet in plaats van 'opgewekt' worden gesproken van 'omgezet'. Energie kan immers niet worden gecreëerd, maar enkel worden omgezet. Het elektriciteitsnet is als het ware te beschouwen als de weg waarover elektrische energie van de opwekker naar de afnemer wordt getransporteerd. De omzetting naar elektrische energie gebeurt in Nederland overwegend vanuit fossiele brandstoffen (bijvoorbeeld door gas- of kolengestookte centrales), maar het aandeel duurzaam opgewekte energie door bijvoorbeeld zon of wind neemt toe. Ten aanzien van het beheer van het net moeten verschillende aspecten tegenover elkaar worden afgewogen, waaronder veiligheid, duurzaamheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid.

2.1. Verschillende spanningsniveaus

Wanneer een elektrische stroom door een geleider vloeit, treden er energieverliezen op. Hoe hoger het spanningsniveau is, hoe lager deze verliezen zijn. Het elektriciteitsnet heeft daarom verschillende spanningsniveaus. In Nederland worden vier netvlakken onderscheiden. Deze zijn:

- Extrahoogspanning (EHS): ≥ 220 kV
- Hoogspanning (HS): ≥ 35 kV en < 220 kV
- Middenspanning (MS): > 1 kV en < 35 kV
- Laagspanning (LS): ≤ 1 kV

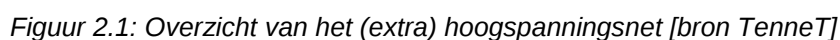
Indien een grote hoeveelheid elektrische energie moet worden getransporteerd, is het dus het meest efficiënt om dit met een hoog spanningsniveau te doen. Zeker als het om een lange afstand gaat.

2.2. Extra hoogspanningsnet

Het extra hoogspanningsnet, ook wel het koppel- of transmissienet genoemd, transporteert elektrische energie over grotere afstanden binnen Nederland. De grotere elektriciteitscentrales, vanaf 500 MVA, zijn hierop aangesloten. Dit net heeft ook verbindingen met België, Duitsland, en daarnaast nog via gelijkstroomverbindingen met Groot-Brittannië en Noorwegen.

TenneT is de netbeheerder van dit net met een spanningsniveau van 220 kV of 380 kV. Het extra hoogspanningsnet bestaat uit circa 2.840 km bovengrondse lijn en circa 40 km ondergrondse kabel.

Een verstoring in het extra hoogspanningsnet mag niet tot uitval van de energievoorziening van aangesloten leiden. Dit net is daarom redundant ontworpen zodat falen van of onderhoud aan een component niet leidt tot uitval van aangesloten (ook bekend als: n-1). Pas als daarna nog een (cruciale) component faalt, bestaat de kans dat dit wel gepaard gaat met uitval van een groot aantal aangesloten. Een overzicht van het Nederlandse (extra)hoogspanningsnet is weergegeven in figuur 2.1.



Het hoogspanningsnet, ook wel het transportnet genoemd, verbindt het extra hoogspanningsnet met de distributienetten. Op het hoogspanningsnet zijn onder andere elektriciteitscentrales, energie intensieve industrie en grotere windmolenparken (35 tot 500 MVA) aangesloten. Het hoogspanningsnet bestaat voornamelijk uit netten met een spanningsniveau van 50 kV, 110 kV of 150 kV, waarbij netten met de laatste twee genoemde spanningsniveaus sinds 1 januari 2008 in beheer zijn van de landelijke netbeheerder TenneT. Het hoogspanningsnet bestaat uit circa 5.020 km bovengrondse lijn en circa 3850 km ondergrondse kabel.

In principe is ook het hoogspanningsnet “n-1” veilig. Volgens de Netcode Elektriciteit hoeven aansluitingen met een aansluitvermogen kleiner dan 100 MW, mits de energieonderbreking binnen 6 uur kan worden hersteld, overigens niet aan het n-1 criterium te voldoen. Omzetting vanaf extra hoogspanning naar hoog- of midden-spanning vindt plaats in hoogspanningstations, waarvan de componenten vaak in de open lucht zijn opgesteld.

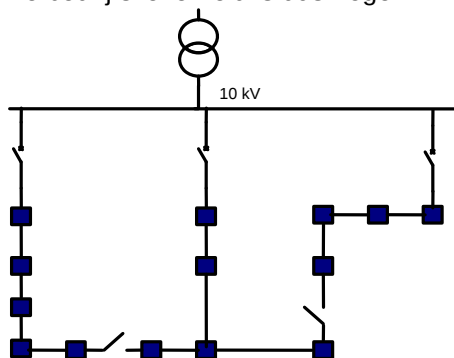


Figuur 2.2: Hoogspanningsstation

2.4. Middenspanningsnet

Het middenspanningsnet wordt ook wel het distributienet genoemd. Op dit net zijn vermogens tussen circa 0,2 MVA en 35 MVA aangesloten zoals bijvoorbeeld spoorwegen, industrie, warmtekrachtcentrales, windmolens en ook de ‘transformatorhuisjes’ die in woonwijken staan. Het meest voorkomende spanningsniveau in het middenspanningsnet is 10 kV. Middenspanningsnetten worden beheerd door regionale netbeheerders, waarvan in paragraaf 2.6 een overzicht is gegeven. Het net is geheel ondergronds uitgevoerd, de kabels hebben een totale lengte van ongeveer 106.600 km.

De structuur van de meeste middenspanningsnetten is ringvormig of vermaasd. In een ringsysteem worden de verbruikers in een ring op de voeding aangesloten. De kabellengte van dit systeem is relatief kort, maar de kabeldikte relatief groot. In een maassysteem worden de verbruikers niet alleen in een ring aangesloten, maar ook onderling doorverbonden. Dit systeem biedt netbeheerders meer mogelijkheden om klanten via een alternatieve route te voeden als er onverhoopt een storing optreedt. De bedrijfszekerheid is dus hoger.



Figuur 2.3: Veelvoorkomende structuur MS-net

In de praktijk worden de middenspanningsnetten meestal radiaal (open distributieringen) bedreven (zie figuur 2.3) en zijn ze zo ontworpen dat (handmatig) kan worden omgeschakeld om de energielevering te herstellen nadat een storing is opgetreden. De netbeheerder lokaliseert in dat geval de storing, isoleert de foutplaats en herstelt de energielevering via een ander deel van het middenspanningsnet. Veelal wordt het middenspanningsdistributienet (MS-D) zoals figuur 2.3 is weergegeven, gevoed vanuit het bovenliggende hoogspanningstation via een vermaasd middenspanningstransportnet (MS-T) net dat (n-1) veilig wordt bedreven vaak met meerdere MS-T stations. Naast kabelschade ten gevolge van graafwerkzaamheden zijn kabel- en mofstoringen de voornaamste oorzaak van spanningsuitval.

2.5. Laagspanningsnet

De 'haarvaten' van het elektriciteitsnet worden gevormd door het laagspanningsnet waarop voornamelijk huishoudens, maar ook winkels en kleine bedrijven zijn aangesloten. In de meeste gevallen is dit net uitgevoerd als een 3-fasen systeem met een spanningsniveau van 400 V tussen de fasen en 230 V tussen de fase en de nul. De maximale aansluitwaarde van een aangeslotene is in de orde van grootte van 200 kW. Het laagspanningsnet heeft een lengte van ongeveer 221.860 km, waarvan 180 km bestaat uit bovengrondse lijn.

Als er een storing optreedt in het laagspanningsnet kan meestal niet worden omgeschakeld om de energielevering te herstellen. De netbeheerder zal de storing moeten lokaliseren en herstellen om de getroffen aansluitingen vervolgens weer van energie te kunnen voorzien. In sommige gevallen kan hierbij ook gebruik gemaakt worden van een noodstroomaggregaat.

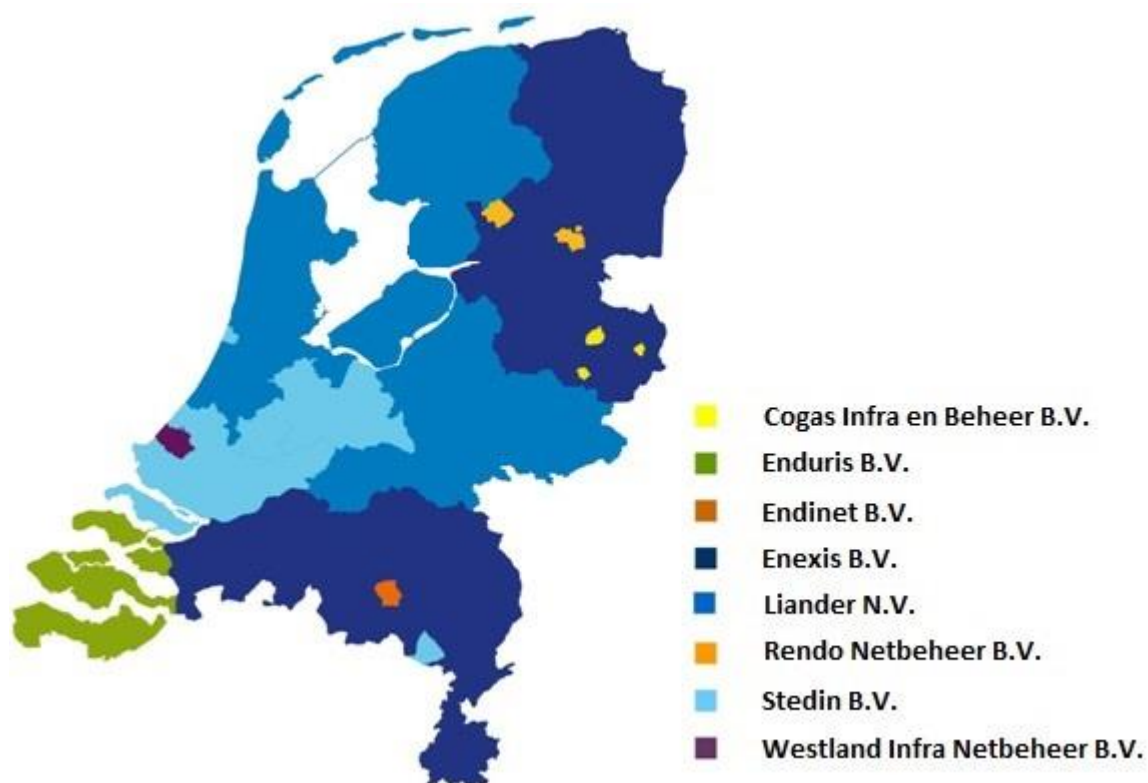
Dit verklaart ook waarom een onderbreking van de energielevering in het laagspanningsnet gemiddeld een langere onderbrekingsduur heeft dan een storing in het middenspanningsnet. Daarnaast kan het, in tegenstelling tot HS en MS, voorkomen dat slechts één van de drie fasen wordt onderbroken, waardoor een aantal aangeslotenen nog wel een onverstoorde energievoorziening hebben. Het laagspanningsnet wordt gevoed vanuit het middenspanningsnet waarbij de transformatie van midden- naar laagspanning veelal gebeurt in 'transformatorhuisjes' die in woonwijken staan, zoals aangegeven in figuur 2.4.



Figuur 2.4: Transformatorhuisje

2.6. Netbeheerders

Het (extra) hoogspanningsnet, van 110 kV en hoger, wordt beheerd door de landelijke netbeheerder TenneT. Voor het beheer van midden- en laagspanningsnetten zijn acht verschillende regionale netbeheerders verantwoordelijk. Een aantal van deze regionale netbeheerders heeft ook een eigen hoogspanningsnet in beheer met een spanning van 50 kV. Figuur 2.5 toont een overzicht van de regionale elektriciteitsnetbeheerders.



Figuur 2.5: Overzicht van regionale elektriciteitsnetbeheerders

3. Onvoorziene Niet Beschikbaarheid

Dit hoofdstuk geeft een algemene beschouwing van de Onvoorziene Niet Beschikbaarheid (ONB) van de Nederlandse elektriciteitsnetten vanaf 0,4 kV tot en met 380 kV in 2016. Daarnaast wordt een overzicht gegeven van de oorzaken van de storingen. Onvoorziene niet beschikbaarheid is een synoniem voor onderbrekingen als gevolg van storingen. Indien er sprake is van onderbrekingen als gevolg van geplande werkzaamheden wordt dit ook wel voorziene niet beschikbaarheid genoemd. Deze worden in het volgende hoofdstuk toegelicht.

3.1. Kwaliteitsindicatoren betrouwbaarheid

De beschikbaarheid van het transport van elektriciteit naar de klant wordt gekarakteriseerd door een vijftal belangrijke kwaliteitsindicatoren:

- Onderbrekingen (aantal per jaar)
- Gemiddeld aantal getroffen klanten per onderbreking (aantal per jaar)
- Gemiddelde onderbrekingsduur (minuten)
- Jaarlijkse uitvalduur (minuten per jaar)
- Onderbrekingsfrequentie (aantal per jaar)

Deze kwaliteitsindicatoren worden zowel absoluut beschouwd als ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde (2011-2015). Een overzicht van de getalwaarden voor de kwaliteitsindicatoren is weergegeven in tabel 3.1. Voor een nadere definitie wordt verwezen naar bijlage B.

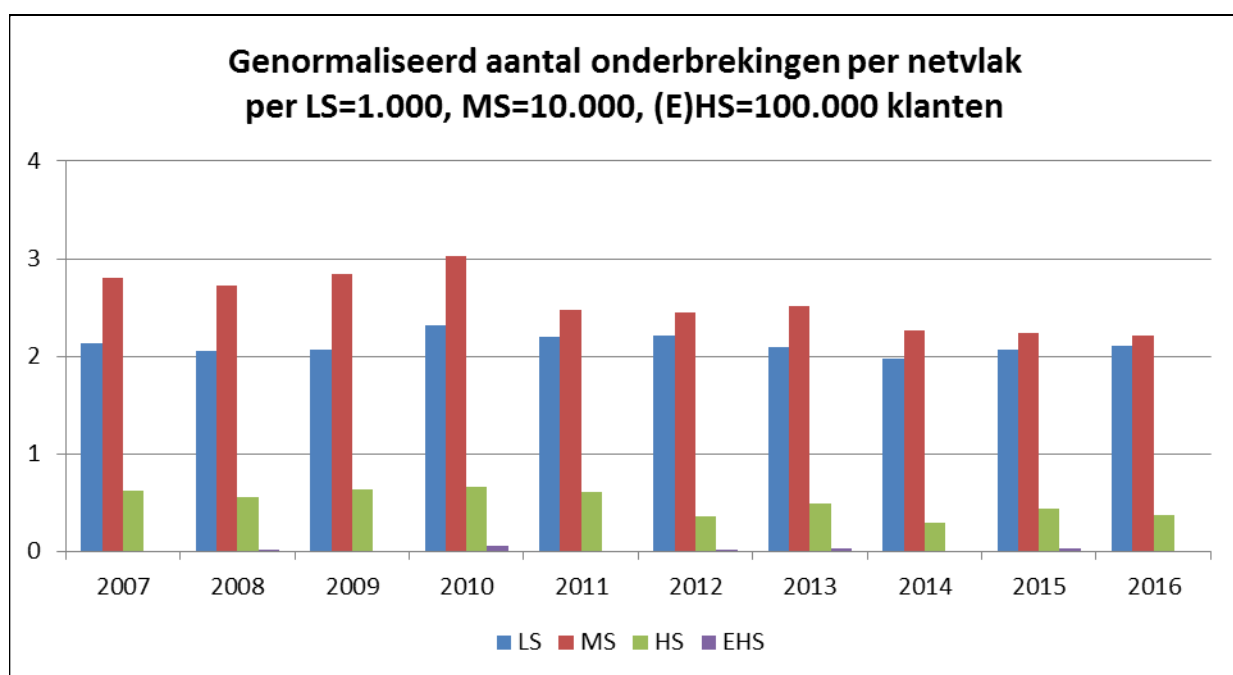
Tabel 3.1: Kwaliteitsindicatoren voor onvoorziene onderbrekingen in Nederland

Kwaliteitsindicator	2016	Gemiddelde 2011-2015	Vershil 2016 t.o.v. 2011-2015
Onderbrekingen	19.366	18.929	2%
EHS net	0	1	-
HS net	31	35	-10%
MS net	1.841	1.931	-5%
LS net	17.494	16.962	3%
Getroffen klanten per onderbreking	122	141	-14%
EHS net	0	202.650	-
HS net	19.513	16.264	20%
MS net	776	822	-6%
LS net	19	19	-1%
Gem. onderbrekingsduur [min]	73,5	76,1	-3%
EHS net	0,0	98,5	-
HS net	43,8	23,1	89%
MS net	68,2	76,0	-10%
LS net	151,0	156,3	-3%
Jaarlijkse uitvalduur [min/jaar]	21,0	25,3	-17%
EHS net	0,0	2,5	-
HS net	3,2	1,6	96%
MS net	11,7	14,9	-21%
LS net	6,0	6,3	-4%
Onderbrekingsfrequentie [aantal/jaar]	0,285	0,333	-14%
EHS net	0,000	0,025	-
HS net	0,073	0,071	4%
MS net	0,172	0,197	-13%
LS net	0,040	0,040	-1%

3.1.1. Aantal onvoorziene onderbrekingen

Er zijn in 2016 in totaal 19.366 onderbrekingen geregistreerd; dit is ongeveer 2% meer dan het vijfjarig gemiddelde. Het laagspanningsnet neemt met 17.494 onderbrekingen het gros van de onderbrekingen voor zijn rekening. In het middenspanningsnet hebben 1.841 onderbrekingen plaatsgevonden. Het afgelopen jaar zijn in het hoogspanningsnet 31 onderbrekingen opgetreden. In het extra hoogspanningsnet hebben zich in 2016 geen onderbrekingen voorgedaan.

Figuur 3.1 geeft voor de afgelopen tien jaar het aantal geregistreerde onderbrekingen weer. Een vergelijking met betrekking tot het absolute aantal onderbrekingen over de jaren heen is niet goed te maken. Dit omdat het aantal klanten en het aantal netcomponenten namelijk jaarlijks fluctueert, wat leidt tot een stijging of daling van het absolute aantal onderbrekingen. Om een goede vergelijking te kunnen maken is ervoor gekozen om het aantal onderbrekingen per hoeveelheid klanten te berekenen.

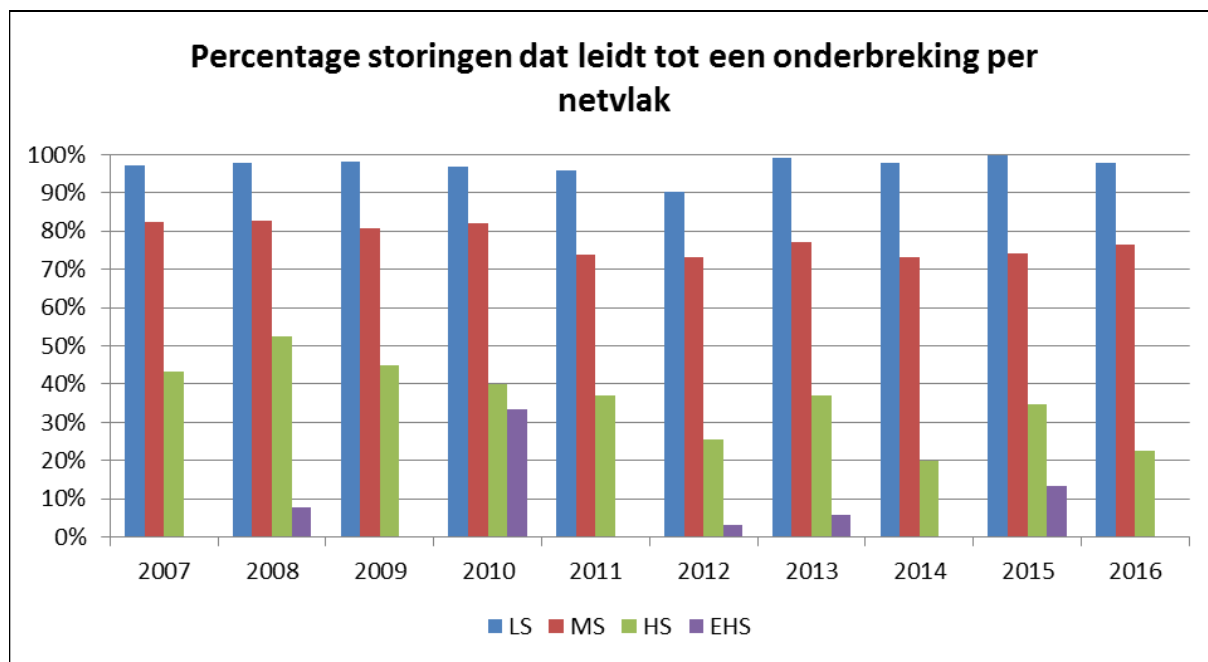


Figuur 3.1: Genormaliseerd aantal onderbrekingen per netvlak, 2007 – 2016

3.1.2. Getroffen klanten per onvoorziene onderbreking

Niet alle storingen leiden tot onderbrekingen. Door dubbele uitvoering (redundantie) komen onderbrekingen ten gevolge van storingen in de (extra) hoogspanningsnetten relatief het minst vaak voor. In figuur 3.2 is het percentage storingen weergegeven dat ook daadwerkelijk tot een onderbreking bij een klant leidt. Een onderbreking trof in 2016 gemiddeld 122 klanten. Het vijfjarig gemiddelde bedraagt 141 klanten per onderbreking.

Het percentage van de storingen dat resulteerde in een onderbreking in 2016 was ruim 16% voor het (extra) hoogspanningsnet, ruim 76% voor het middenspanningsnet en bijna 98% voor het laagspanningsnet.

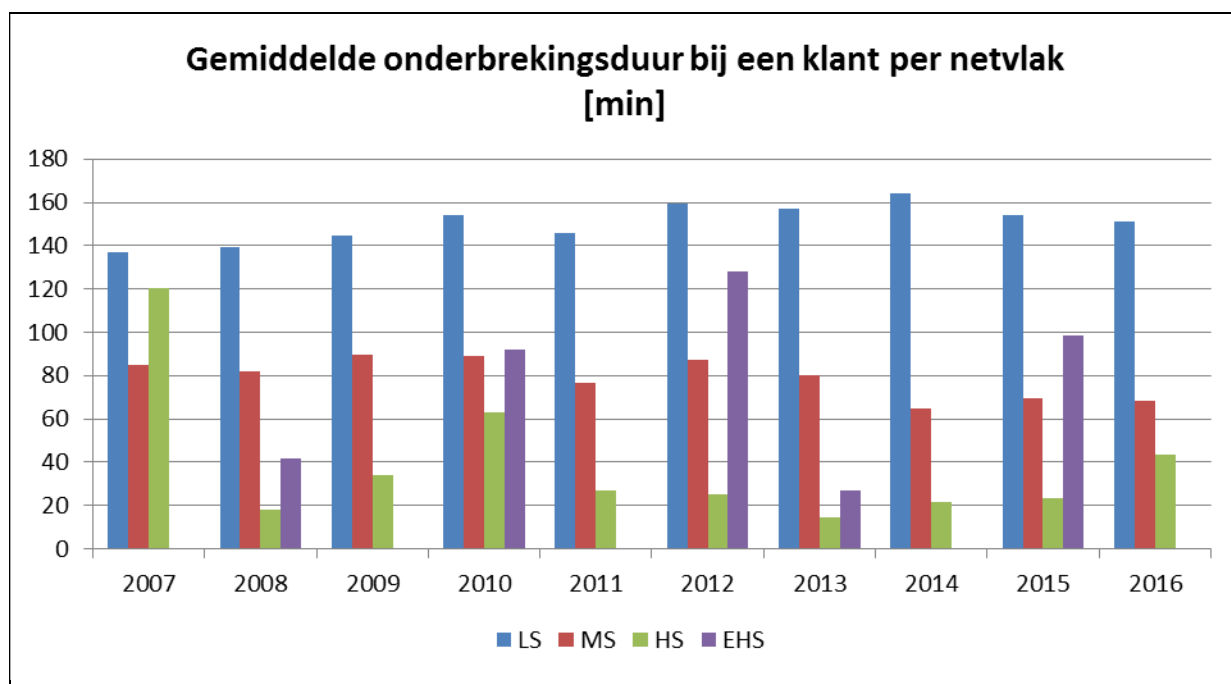


Figuur 3.2: Percentage storingen dat leidt tot een onderbreking per netvlak, 2007 – 2016

3.1.3. Onderbrekingsduur

De gemiddelde onderbrekingsduur bedroeg in 2016 73,5 minuten. Dit is ruim 3% korter dan het vijfjarig gemiddelde.

Figuur 3.3 geeft de gemiddelde onderbrekingsduur per netvlak weer voor de afgelopen tien jaar. De onderbrekingsduur in het (extra) hoogspanningsnet is sterk afhankelijk van incidenten, hierdoor kunnen de waarden jaarlijks sterk fluctueren. De onderbrekingsduur in het hoogspanningsnet bedraagt 43,8 minuten in het afgelopen jaar, dit is een stijging van 89% ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde van 23 minuten. Het geringe aantal onderbrekingen in het HS-net heeft als gevolg dat de onderbrekingsduur sterk afhankelijk is van individuele onderbrekingen in dit net, en daardoor jaarlijks ook aanzienlijk kan variëren. In het extra hoogspanningsnet hebben zich in 2016 geen onderbrekingen voorgedaan.



Figuur 3.3: Gemiddelde onderbrekingsduur bij een klant per netvlak, 2007 – 2016

De onderbrekingen in het middenspanningsnet waren in 2016 gemiddeld in 68,2 minuten verholpen. Ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde is de onderbrekingsduur ruim 10% gedaald. Deze daling kan verklaard worden doordat er steeds meer distributie automatisering in het middenspanningsnet wordt toegepast. Denk hierbij aan op afstand uitleesbare storingsverklippers en op afstand bedienbare schakelaars. De onderbrekingstijd kan hierdoor verkort worden. In het laagspanningsnet bedraagt de gemiddelde onderbrekingsduur 151 minuten in 2016. Dit is een daling van ruim 3% ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde.

3.1.4. Jaarlijkse uitvalduur

De jaarlijkse uitvalduur is internationaal een veelgebruikte kwaliteitsindicator om de mate van betrouwbaarheid aan te geven. Het is het gemiddelde aantal minuten dat een klant in Nederland geen stroom heeft gehad.

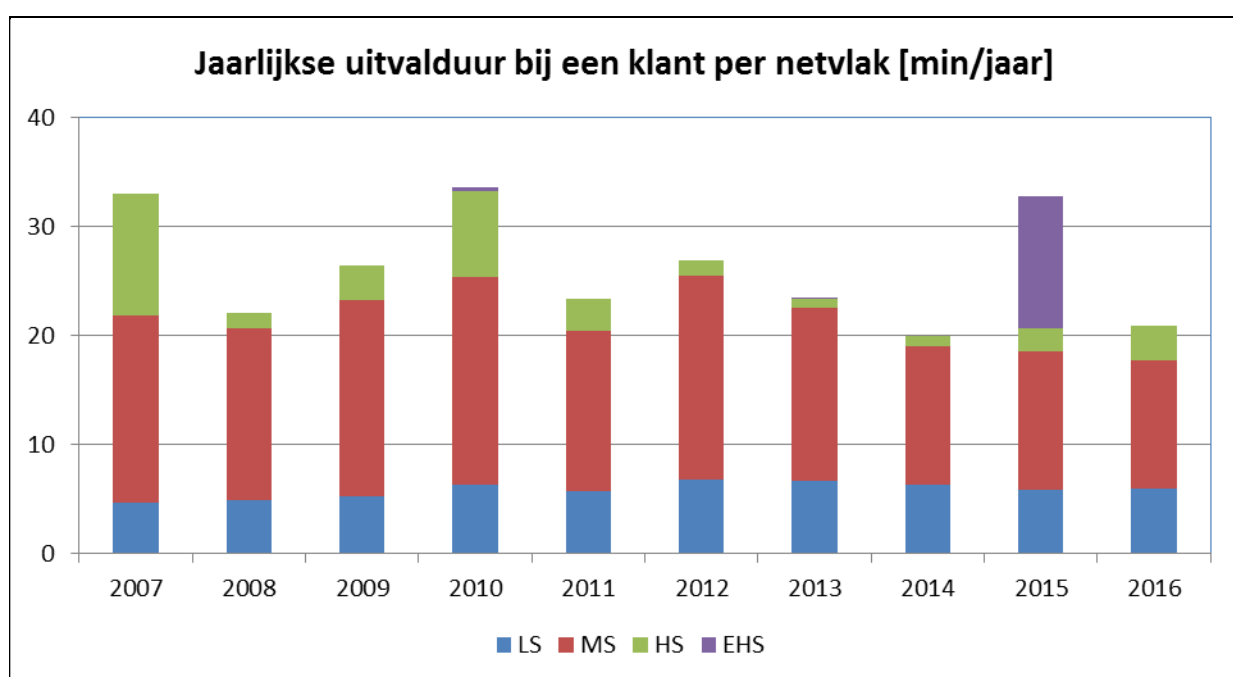
Nederlandse klanten zijn in 2016 gemiddeld met een lagere uitvalduur geconfronteerd dan in de afgelopen 5 jaar het geval was. De jaarlijkse uitvalduur bedroeg 21 minuten, en ligt hiermee 4 minuten onder het vijfjarige gemiddelde. Als het vijfjarige gemiddelde (25 minuten) wordt vergeleken met de jaarlijkse uitvalduur van de ons omringende Europese landen, scoort Nederland zeer goed. Alleen Duitsland presteert beter met een vijfjarig gemiddelde van 20 minuten. In Engeland bedraagt het vijfjarig gemiddelde van de jaarlijkse uitvalduur 74 minuten, in Frankrijk bedraagt de jaarlijkse uitvalduur meer dan 69 minuten². Opgemerkt dient te worden dat er tussen de landen onderling verschillen zijn in registratie wat invloed heeft op de omvang van de gerapporteerde uitvalduur. De verschillen hebben bijvoorbeeld betrekking op het meenemen van (extra) hoogspanningsonderbrekingen en/of de manier van klantregistratie. De vergelijking met het buitenland moet daarom als indicatief worden beschouwd.

² Bron internationale cijfers: CEER (2016), CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply (data update), het vijfjarige gemiddelde heeft betrekking op de periode 2010-2014

Evenals in voorgaande jaren hebben de onderbrekingen in het middenspanningsnet het grootste aandeel in de totale uitvalduur (56%). Het (extra) hoogspanningsnet draagt 15% bij op de totale uitvalduur. Dit is grotendeels veroorzaakt door een storing in Diemen. Omgerekend naar percentages was de beschikbaarheid 99,996015% in 2016 en 99,99518090% over de voorgaande vijf jaren.

In 2016 hebben er geen onderbrekingen in het extra hoogspanningsnet plaatsgevonden. De jaarlijkse uitvalduur in het hoogspanningsnet bedraagt 3,2 minuten en ligt daar mee boven het vijfjarig gemiddelde van 2,5 minuten. De jaarlijkse uitvalduur in het middenspanningsnet bedraagt 11,7 minuten en ligt daarmee 21% onder het vijfjarig gemiddelde van 14,9 minuten. De jaarlijkse uitvalduur in het laagspanningsnet bedraagt 6,0 minuten en ligt daarmee op het vijfjarig gemiddelde van 6,3 minuten.

Figuur 3.4 geeft de jaarlijkse uitvalduur weer voor de afgelopen tien jaar en hoe deze is verdeeld over de verschillende netvlakken.



Figuur 3.4: Jaarlijkse uitvalduur bij een klant per netvlak, 2007 – 2016

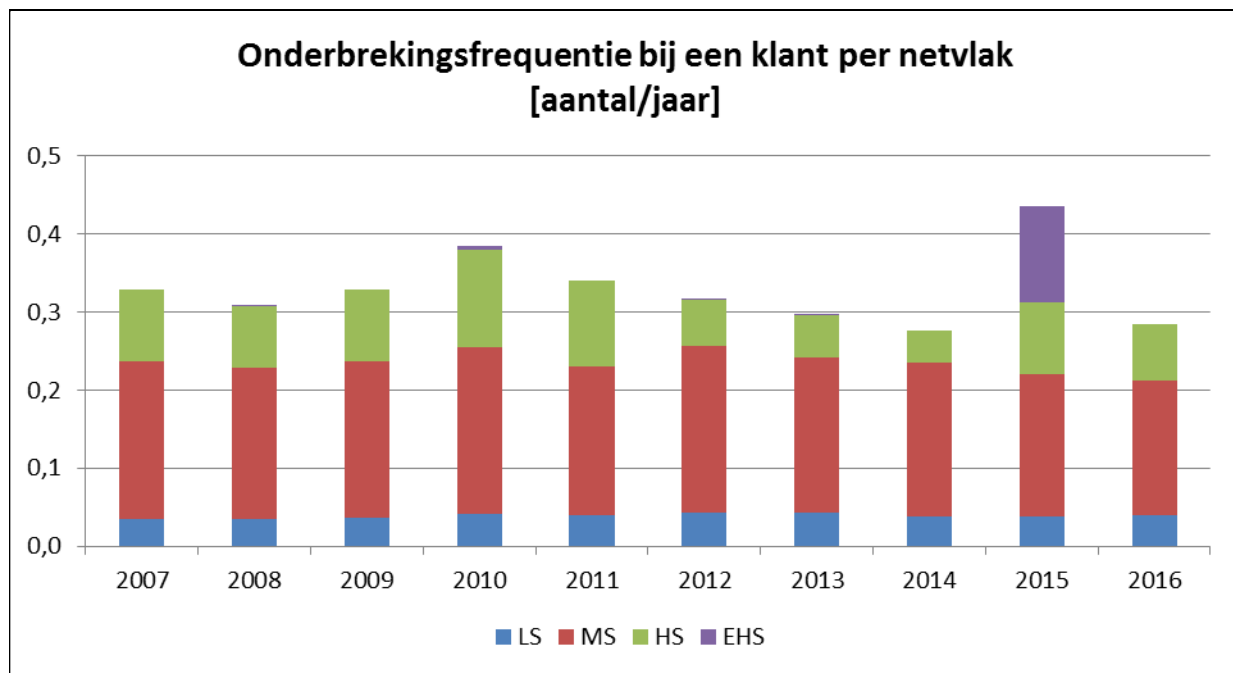
De jaarlijkse uitvalduur schommelt waardoor een duidelijke trend niet te onderscheiden is. Mede ten grondslag hieraan ligt het al dan niet optreden van zeer grote onderbrekingen (onderbrekingen met meer dan 2,5 miljoen verbruikersminuten). In 2016 hebben er vijf zeer grote onderbrekingen plaatsgevonden. Zie paragraaf 3.2 voor meer informatie.

3.1.5. Onderbrekingsfrequentie

In 2016 is een klant gemiddeld 0,285 keer met een onderbreking geconfronteerd. Op basis van dit gegeven wordt een Nederlandse klant gemiddeld eens in de 3,5 jaren door een stroomonderbreking getroffen.

De onderbrekingsfrequentie is ruim 14% lager dan het vijfjarig gemiddelde. De afname is met name veroorzaakt door een daling van 13% in het middenspanningsnet. De onderbrekingsfrequentie in het hoogspanningsnet en laagspanningsnet is ongeveer gelijk aan het vijfjarig gemiddelde.

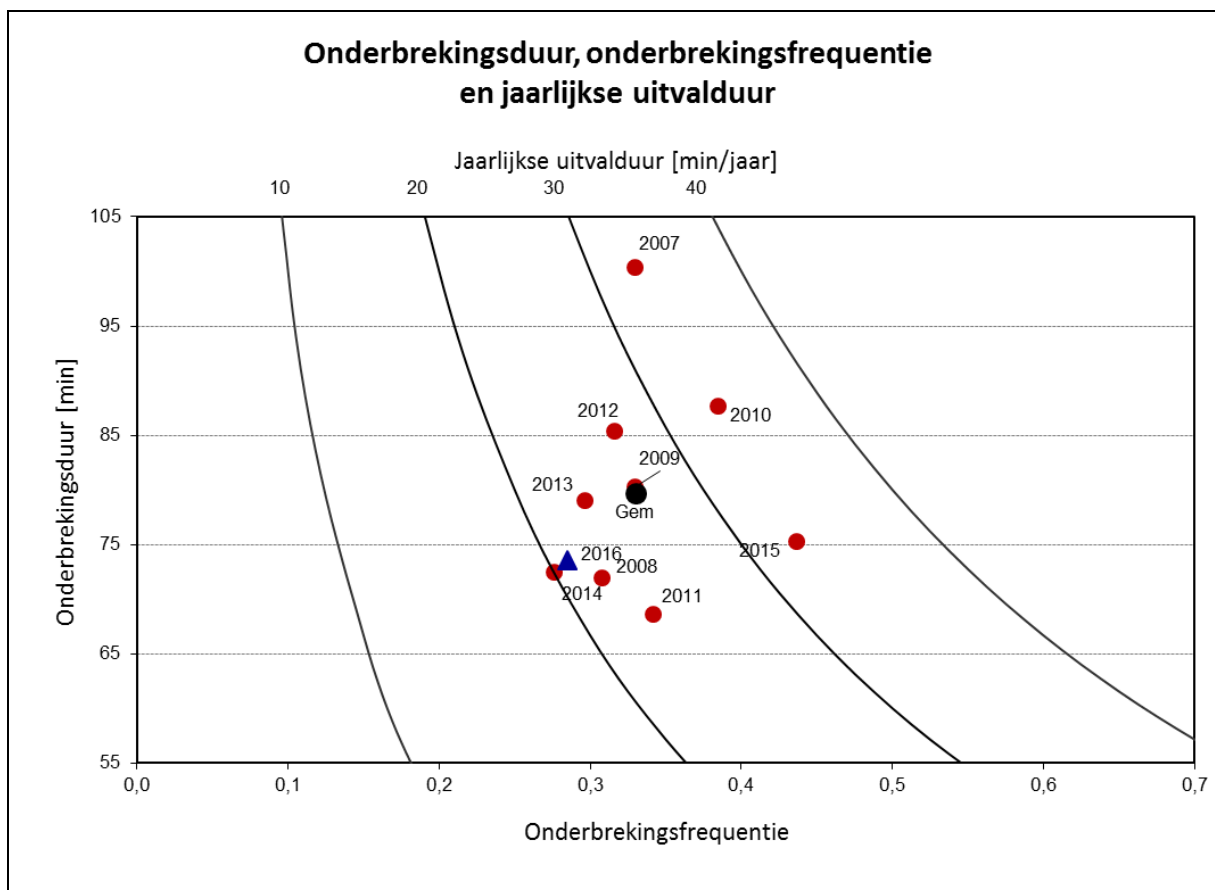
Figuur 3.5 geeft de onderbrekingsfrequentie per klant per netvlak weer voor de afgelopen tien jaar.



Figuur 3.5: Onderbrekingsfrequentie bij een klant per netvlak, 2007-2016

3.1.6. Kwaliteitsindicatoren 2006-2016

In figuur 3.6 is voor de afgelopen tien jaar de gemiddelde onderbrekingsduur uitgezet in relatie tot de onderbrekingsfrequentie door storingen in het Nederlandse elektriciteitsnet. In deze figuur is tevens het gemiddelde over de afgelopen tien jaar af te lezen. Het jaar 2016 is weergegeven door een blauwe driehoek. De curven geven een constante jaarlijkse uitvalduur weer. Deze zijn gebaseerd op het product van de onderbrekingsduur en onderbrekingsfrequentie.



Figuur 3.6: Onderbrekingsduur, onderbrekingsfrequentie en jaarlijkse uitvalduur, 2007 – 2016

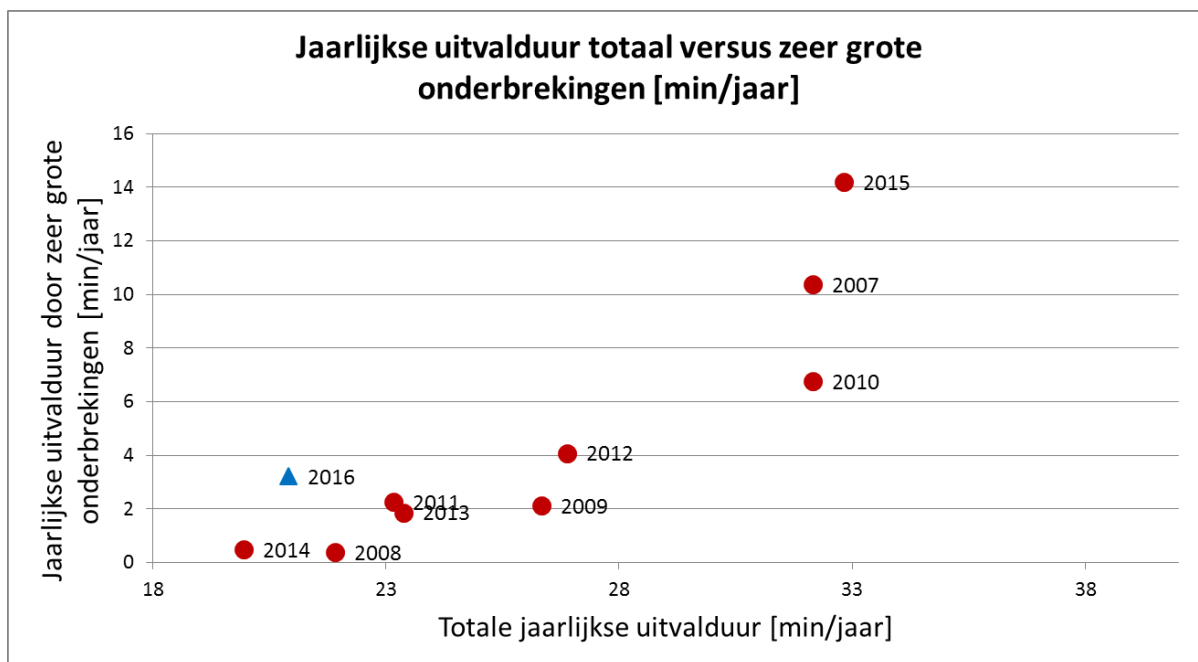
Uit figuur 3.6 blijkt dat de gemiddelde onderbrekingsduur, de onderbrekingsfrequentie en de jaarlijkse uitvalduur over de laatste tien jaar, fluctueert. Wat opgemerkt kan worden is dat in 2016 de jaarlijkse uitvalduur relatief laag is ten opzichte van voorgaande jaren.

3.2. Tien grootste onderbrekingen

De tien grootste onderbrekingen hebben een aandeel van 4,2 minuten in de jaarlijkse uitvalduur van 21 minuten. De grootste onderbreking had een omvang van bijna 13 miljoen verbruikersminuten en nam ruim 1,5 van de 21 minuten van de jaarlijkse uitvalduur voor haar rekening. Het aandeel zeer grote onderbrekingen (omvang van meer dan 2,5 miljoen verbruikersminuten) bedraagt 3,2 minuten.

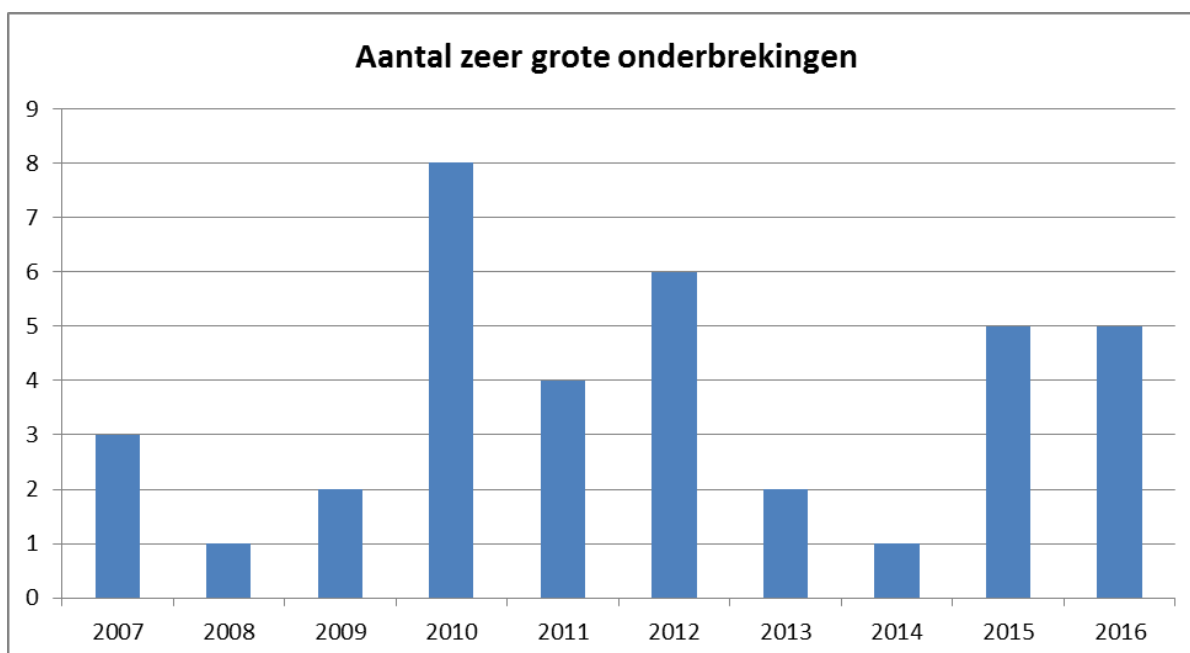
Figuur 3.7 laat het verband zien tussen de totale jaarlijkse uitvalduur en de jaarlijkse uitvalduur die veroorzaakt is door zeer grote onderbrekingen.

Bijlage A van dit rapport bevat een beschrijving van de tien grootste onderbrekingen in 2016.



Figuur 3.7: Jaarlijkse uitvalduur totaal versus zeer grote onderbrekingen, 2007 – 2016

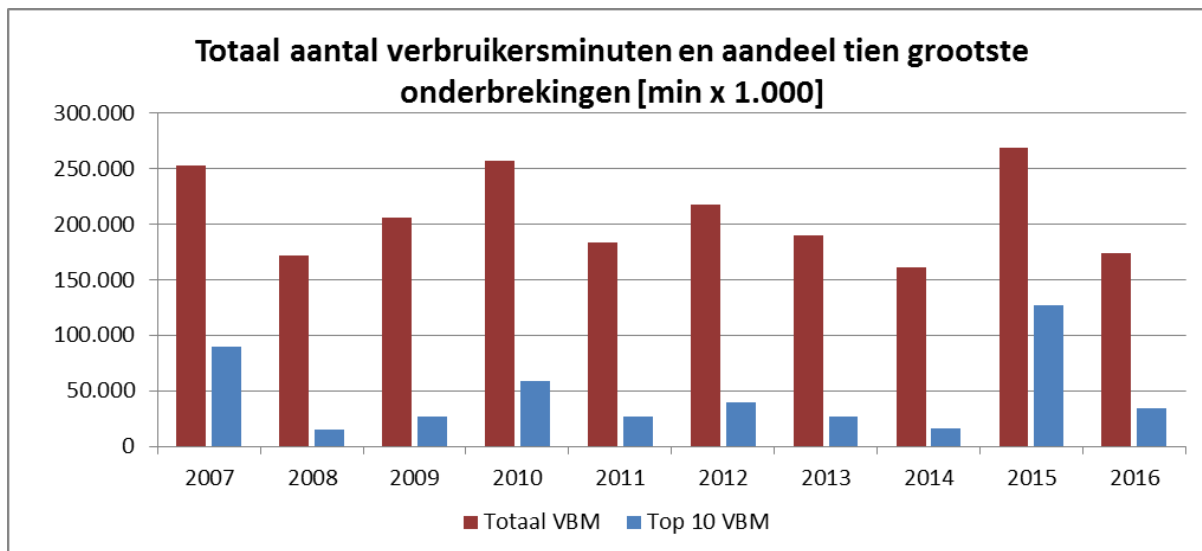
Figuur 3.8 toont het aantal jaarlijkse zeer grote onderbrekingen over de periode 2007 tot en met 2016. De figuur laat zien dat het aantal zeer grote onderbrekingen per jaar sterk varieert. In 2016 waren er vijf zeer grote onderbrekingen.



Figuur 3.8: Aantal zeer grote onderbrekingen, 2006 - 2016

In figuur 3.9 is het verloop van het totaal aantal verbruikersminuten van de afgelopen 10 jaar weergegeven. Evenals het aandeel van de tien grootste onderbrekingen in dit totaal. Het optreden of juist uitblijven van grote onderbrekingen is van significante invloed op het totaal aantal

verbruikersminuten en dus op de jaarlijkse uitvalduur. Het aandeel van de top 10 in het totaal aantal verbruikersminuten ligt op het gemiddelde van de afgelopen 10 jaar.



Figuur 3.9: Totaal aantal verbruikersminuten en aandeel tien grootste onderbrekingen, 2007 – 2016

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de tien grootste onderbrekingen in de afgelopen 10 jaar. Er is één onderbrekingen uit 2016 terug te vinden in de tabel. Deze bevindt zich op de vijfde plaats met ruim 12,6 miljoen verbruikersminuten.

Tabel 3.2: Tien grootste onderbrekingen in Nederland, 2007 – 2016

	Jaar	Plaats	Verbruikersminuten
1	2015	Diemen	99.785.104
2	2007	Bommeler- en Tielerwaard	70.749.933
3	2010	Sassenheim	16.747.238
4	2009	Tiel en Zaltbommel	13.280.725
5	2016	Diemen	12.687.638
6	2013	Enschede	12.335.305
7	2012	Rotterdam	9.890.709
8	2011	Tiel en de Bommelerwaard	8.664.054
9	2010	Nijmegen	8.220.163
10	2012	Nieuwegein	7.935.688

3.3. Oorzaken van storingen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de oorzaken van geregistreerde stroomstoringen in de verschillende netvlakken. Naast de oorzaken wordt voor de verschillende netvlakken een verdeling van de verbruikersminuten naar storingsoorzaak gepresenteerd.

3.3.1. Extra hoogspanning

Het extra hoogspanningsnet (220 kV en 380 kV) heeft een lengte van circa 2.880 kilometer en is redundant uitgevoerd. Storingen met een oorsprong in dit net zullen dus zelden tot een onderbreking leiden in dit net of de onderliggende netten. Het gaat om een klein aantal storingen dat van jaar tot jaar relatief sterk kan fluctueren. Storingen in het extra hoogspanningsnet zijn in 2007 voor het eerst in Nestor gerapporteerd.

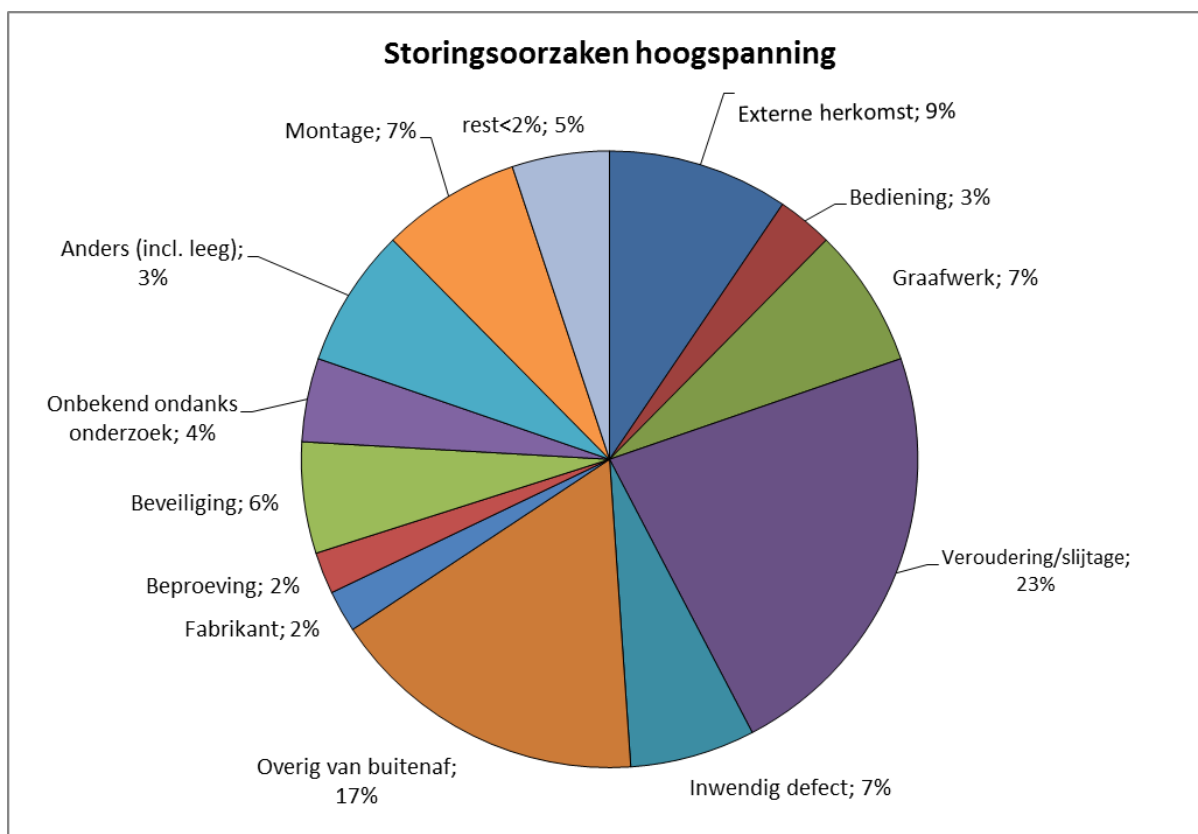
Als er een onderbreking in het extra hoogspanningsnet plaatsvindt, is dit bijna altijd in een enkele niet redundante verbinding. In afwijking van de wettelijk vastgelegde kwaliteitseisen aan het extra hoogspanningsnet, mogen aangeslotenen op dit net zelf bepalen wat de robuustheid en redundantie van hun aansluiting is. Veel aangeslotenen kiezen hierbij, uit kostenoverwegingen, voor een niet redundante optie waardoor de kans op onderbreking in de aansluiting significant hoger is dan in het publieke extra hoogspanningsnet. Deze mogelijkheden hebben klanten eveneens op hoogspanning en middenspanning, waarbij ze dezelfde afweging kunnen maken.

In 2016 waren er geen storingen in het extra hoogspanningsnet die leidde tot een onderbreking. In de voorgaande vijf jaren varieerde het aantal onderbrekingen van nul tot twee.

3.3.2. Hoogspanning

Het hoogspanningsnet (50 kV, 110 kV en 150 kV) heeft een totale lengte van ongeveer 8.870 kilometer en is redundant uitgevoerd. Stroomonderbrekingen in het hoogspanningsnet treffen doorgaans duizenden klanten, maar kunnen meestal snel worden opgelost door middel van omschakelmogelijkheden.

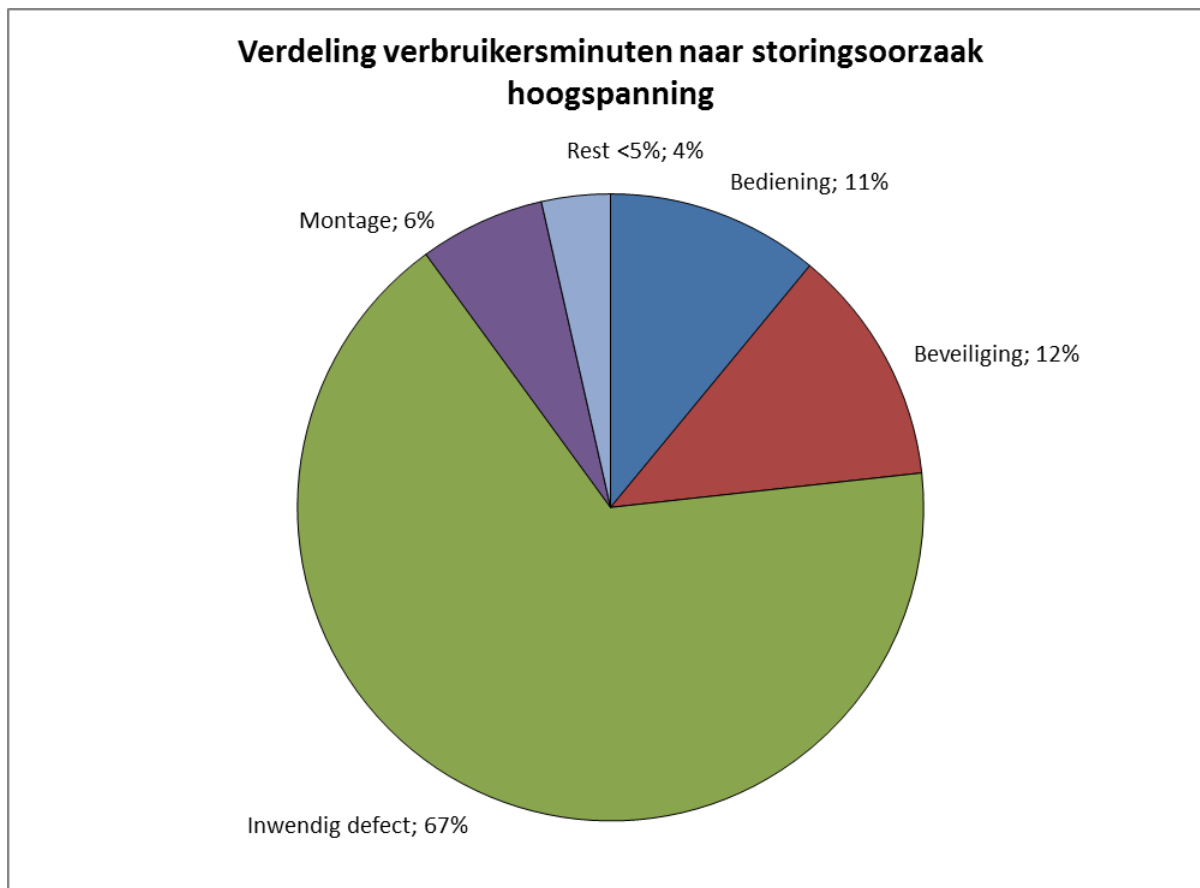
In figuur 3.10 zijn de oorzaken van storingen in het hoogspanningsnet verdeeld over verschillende categorieën, en afgebeeld als percentage van het totaal aantal storingen (137 stuks).



Figuur 3.10: Storingsoorzaken hoogspanning, 2016

In 2016 werden de meeste storingen veroorzaakt in de categorie 'veroudering/slijtage' (23%), gevolgd door de oorzaak 'overig van buitenaf' met 17% van het aantal storingen.

Figuur 3.11 geeft de uitvalduur van de belangrijkste oorzaken van onderbrekingen in het hoogspanningsnet als percentage van de verbruikersminuten.



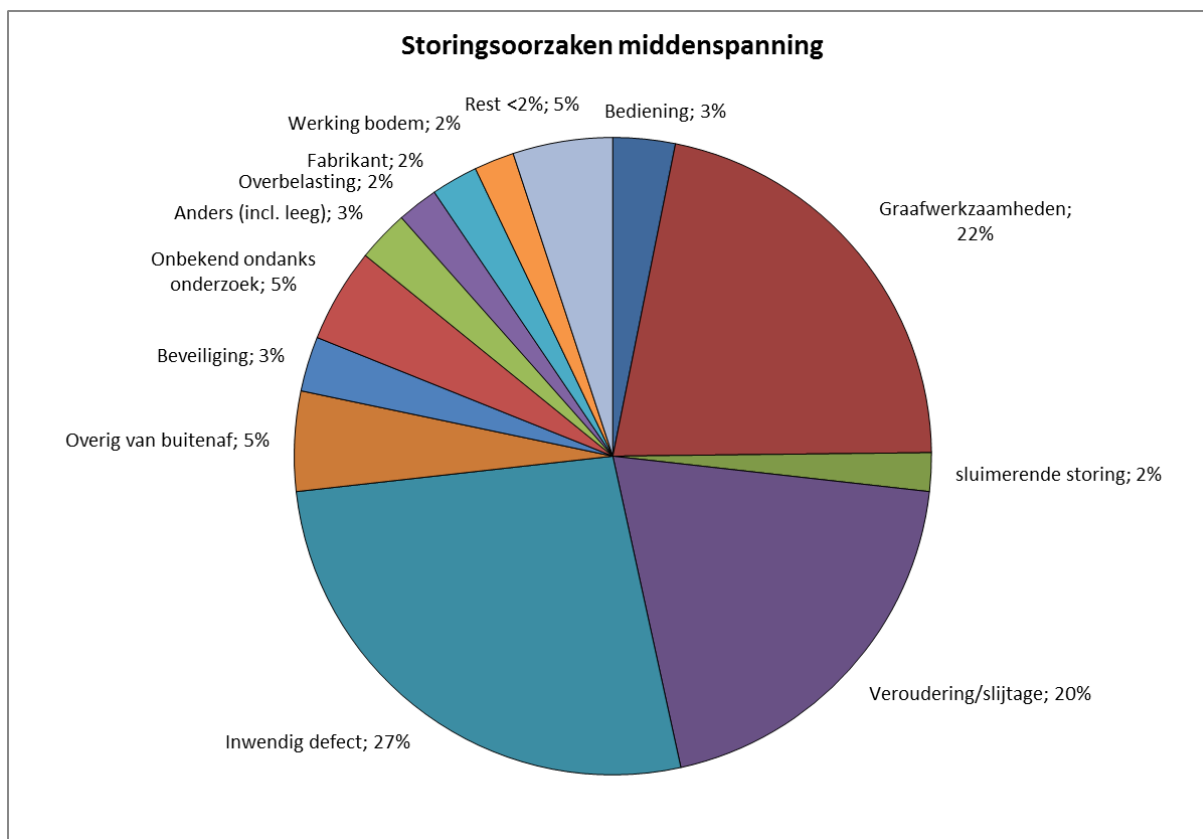
Figuur 3.11: Verdeling verbruikersminuten naar storingsoorzaak hoogspanning, 2016

In figuur 3.11 is te zien dat de categorie 'inwendig defect' in 2016 verantwoordelijk was voor 67% van de verbruikersminuten. Het aantal onderbrekingen met deze oorzaak bedraagt 5 van de 31 onderbrekingen. De categorie 'beveiliging' is verantwoordelijk voor 12% van de verbruikersminuten, het betreft hier 3 onderbrekingen.

3.3.3. Middenspanning

Het middenspanningsnet heeft een totale lengte van ongeveer 106.600 kilometer en is geheel ondergronds uitgevoerd. De netten zijn doorgaans uitgevoerd in twee delen; transport- en distributiedeel. Het transport deel is redundant uitgevoerd en het distributiedeel is grotendeels ringvormig uitgelegd met als voordeel dat veel overgangen naar het laagspanningsnet van twee kanten bereikbaar zijn. Hierdoor zijn er mogelijkheden om stroom tijdens storingen via een alternatieve route toch aan de klant te leveren. In 74% van de gevallen bij een MS-onderbrekingen is de levering binnen twee uur hersteld. Als er een onderbreking optreedt, worden in het merendeel van de gevallen honderden tot enkele duizenden klanten getroffen.

Figuur 3.12 geeft de belangrijkste oorzaken weer van storingen in het middenspanningsnet in 2016.



Figuur 3.12: Storingsoorzaken middenspanning, 2016

In 2016 is 'Inwendig defect' de belangrijkste storingsoorzaak, met 27% van de storingen. De oorzaak 'Graafwerkzaamheden', eindigt met 22% op de tweede plaats. Op de derde plaats van oorzaken eindigt 'veroudering/slijtage' met 20%. In de categorie 'rest <2%' zijn oorzaken opgenomen die wel te benoemen zijn, maar ieder minder dan 2% voorkomen. Voorbeelden hiervan zijn 'beproeving' en 'weersinvloed'. Onder de categorie 'anders (incl. leeg)' vallen storingen die in geen enkele andere categorie onder te brengen zijn.

Middenspanningsstoringen hebben de grootste invloed op de jaarlijkse uitvalduur (zie figuur 3.4). Figuur 3.13 geeft de gebruikersminuten van de belangrijkste oorzaken van onderbrekingen weer als percentage van het totale aantal gebruikersminuten in het middenspanningsnet. De categorieën 'inwendig defect' en 'veroudering/slijtage' dragen met respectievelijk 30% en 20% bij aan de gebruikersminuten, gevolgd door 'graafwerkzaamheden' met 17%. De verschillen tussen figuur 3.12 en figuur 3.13 zijn verder beperkt.



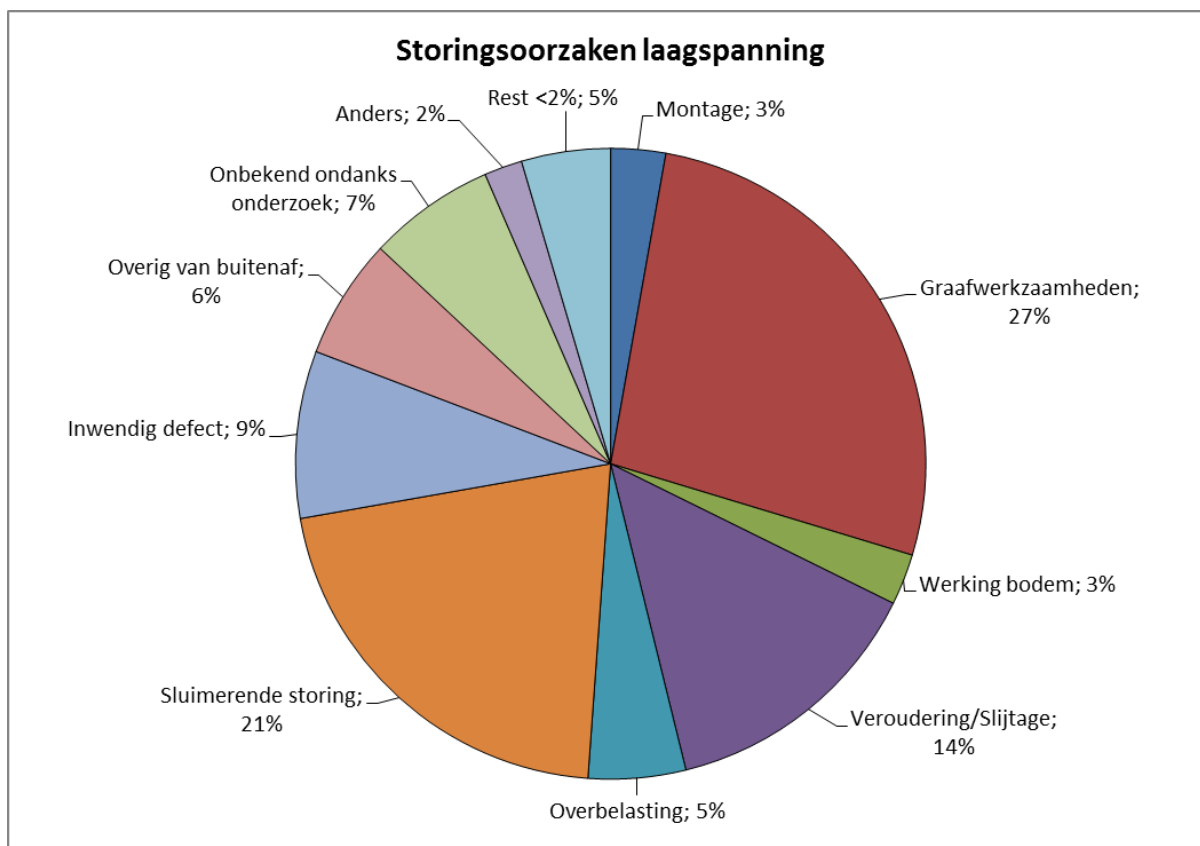
Figuur 3.13: Verdeling verbruikersminuten naar storingsoorzaak middenspanning, 2016

3.3.4. Laagspanning

Het laagspanningsnet heeft een totale lengte van ongeveer 221.860 kilometer en is vrijwel geheel ondergronds uitgevoerd. Met name in zeer waterrijke gebieden met drassige bodem bevindt zich een bovengronds laagspanningsnet. Dit omdat ondergrondse kabels in dit gebied zouden kunnen verzakken. De totale lengte van het bovengrondse laagspanningsnet is 180 km.

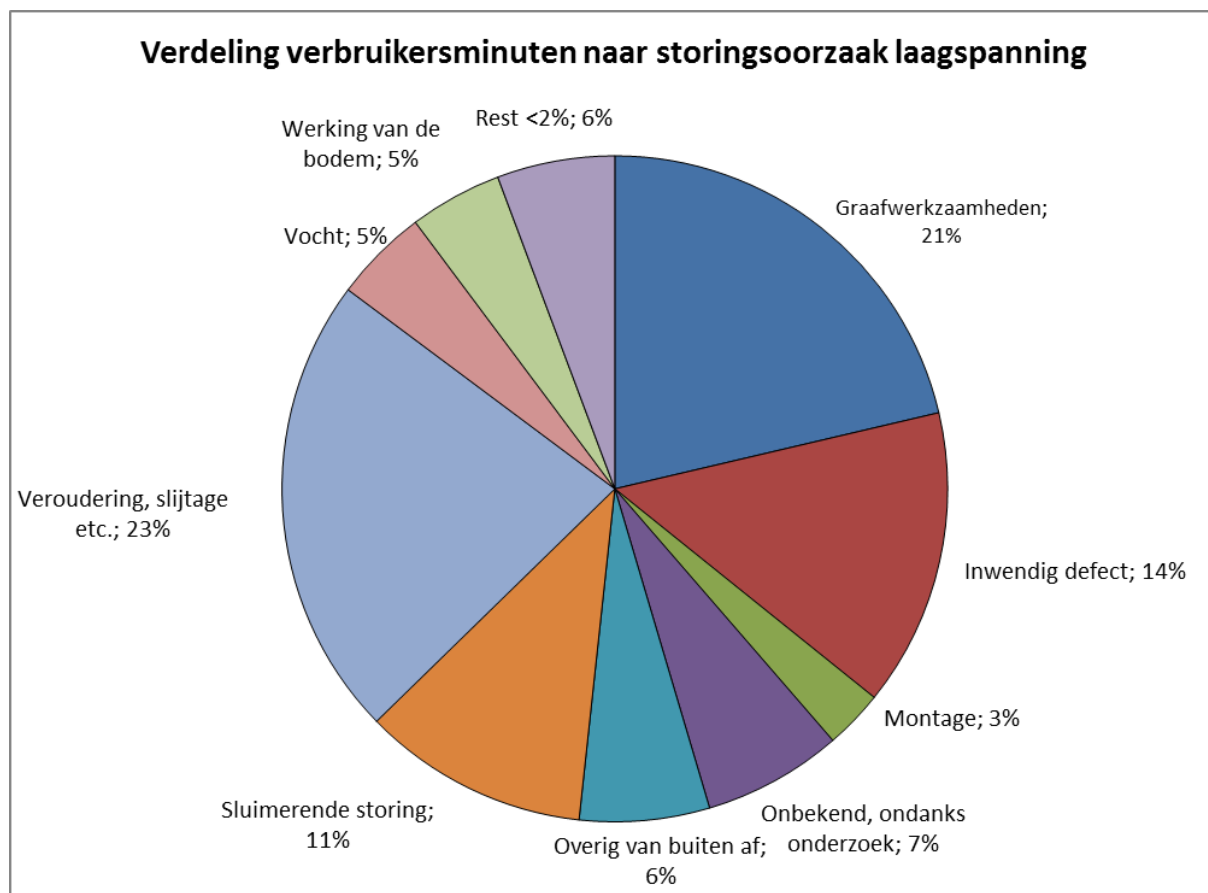
In tegenstelling tot de midden- en hoogspanningsnetten zijn de laagspanningsnetten meestal enkelvoudig uitgevoerd en niet redundant. Dit houdt in dat een storing in het algemeen direct leidt tot een onderbreking van de elektriciteitslevering. Als er een storing plaatsvindt, moet eerst de plek van de storing worden geïsoleerd om het gestoorde component te repareren of te vervangen. Vervolgens wordt de levering aan de meeste klanten hervat. Na reparatie van de gestoorde component wordt de levering voor de overige getroffen klanten hersteld.

Figuur 3.14 geeft de storingsoorzaken voor laagspanning weer. 'Graafwerkzaamheden' is met 27% van de storingen de grootste storingsoorzaak, gevolgd door de categorie 'sluimerende storing' (21%). Een sluimerende storing is het gevolg van een fout waarvan een eenduidige oorzaak (nog) niet bekend is en die zich één of meerdere keren heeft voor gedaan. De categorie 'veroudering/slijtage' is in 2016 goed voor 14% van de storingen in het laagspanningsnet. In 'rest <2%' zijn oorzaken opgenomen zoals 'weersinvloed' en 'bediening'. De categorie 'anders' betreft storingen die in geen enkele andere categorie onder te brengen zijn.



Figuur 3.14: Storingsoorzaken laagspanning, 2016

Figuur 3.15 geeft de verbruikersminuten van de belangrijkste oorzaken van onderbrekingen weer als percentage van de totale verbruikersminuten in het laagspanningsnet. In figuur 3.15 is te zien dat 'veroudering slijtage' 23% van de verbruikersminuten in het laagspanningsnet veroorzaakt, terwijl deze categorie 14% van de laagspanningsstoringen veroorzaakt (zie figuur 3.14). In tegenstelling tot 'graafwerkzaamheden' en 'sluimerende storing' geldt voor 'veroudering/slijtage' en 'inwendig defect' dat hun bijdrage aan de verbruikersminuten groter is dan de bijdrage in het aantal storingen (figuur 3.14). Dit is te verklaren door het feit dat bij laatstgenoemde twee storingsoorzaken het lokaliseren van de storingsplaats geruime tijd in beslag kan nemen.



Figuur 3.15: Verdeling verbruikersminuten naar storingsoorzaak laagspanning, 2016

4. Voorziene Niet Beschikbaarheid

Dit hoofdstuk geeft de resultaten weer van de registratie van de Voorziene Niet Beschikbaarheid (VNB) in de Nederlandse elektriciteitsnetten (0,4 kV tot en met 380 kV) in 2016. Voorziene onderbrekingen zijn onderbrekingen die onder andere het gevolg zijn van nieuwbouw, vervanging/sanering of reparaties. Kenmerk is dat de betreffende aangesloten tijdig worden geïnformeerd. Onderhoud aan het net is noodzakelijk om de betrouwbaarheid op een hoog niveau te houden. Vanaf 2007 is met een deelnamepercentage van 100% gerapporteerd over voorziene onderbrekingen.

Voorziene onderbrekingen komen voornamelijk voor in het laagspanningsnet (99,5% van het aantal getroffen klanten in 2016), vanwege het ontbreken van redundantie. De jaarlijkse uitvalduur in 2016 voor een klant als gevolg van voorziene onderbrekingen bedraagt gemiddeld 6,3 minuten. Eén op de 27 klanten werd in 2016 geconfronteerd met een onderbreking ten gevolge van voorziene werkzaamheden.

Tabel 4.1 bevat een overzicht van de belangrijkste kwaliteitsindicatoren voor de voorziene onderbrekingen van 2016, vergeleken met het vijfjarig gemiddelde. Sinds de start van de rapportage van de voorziene onderbrekingen in 2006 zijn in het (extra)hoogspanningsnet geen voorziene onderbrekingen gemeld. Vandaar dat in tabel 4.1 het (extra)hoogspanningsnet niet is opgenomen.

Tabel 4.1: Kwaliteitsindicatoren voorziene onderbrekingen

Kwaliteitsindicatoren VNB	2016	Gemiddelde 2011-2015	Vershil 2016 t.o.v. 2011-2015
Getroffen klanten	305.162	256.582	19%
MS-net	1.578	4.270	-63%
LS-net	303.584	252.312	20%
Gem. onderbrekingsduur [min]	170	169	1%
MS-net	173	183	-5%
LS-net	170	169	1%
Jaarlijkse uitvalduur [min/jaar]	6,277	5,389	16%
MS-net	0,033	0,097	-66%
LS-net	6,244	5,292	18%
Onderbrekingsfrequentie [aantal/jaar]	0,0369	0,0319	16%
MS-net	0,0002	0,0005	-64%
LS-net	0,0367	0,0314	17%

Het aantal getroffen klanten is ten opzichte van het vijfjarige gemiddelde nagenoeg gelijk. De onderbrekingsfrequentie is ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde met ongeveer 16% toegenomen. De gemiddelde onderbrekingsduur ligt in 2016 met 170 minuten 1% hoger dan het vijfjarig gemiddelde.

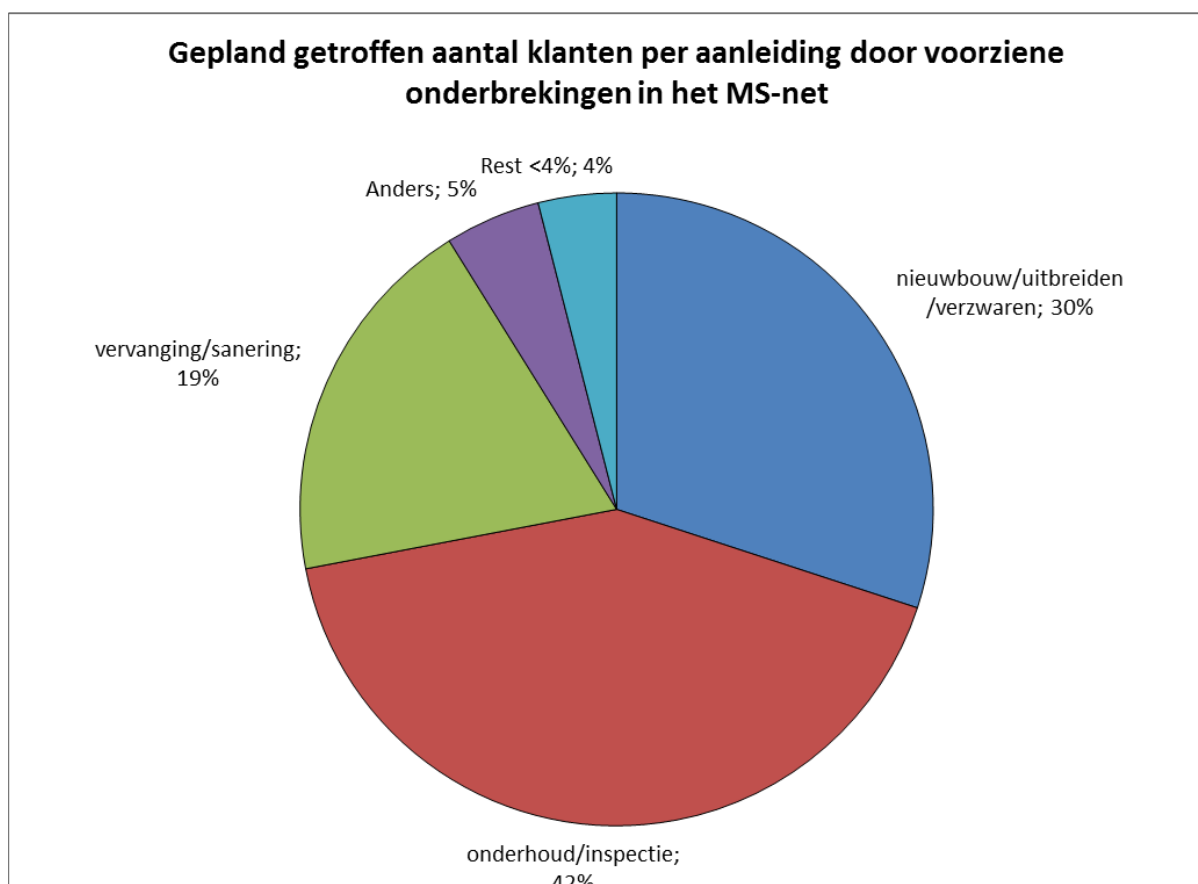
4.1. (Extra) hoogspanning

Er zijn in 2016 geen voorziene onderbrekingen geregistreerd met een oorsprong in het (extra) hoogspanningsnet. Bijlage G bevat dan ook geen rapportblad met betrekking tot voorziene onderbrekingen in het (extra) hoogspanningsnet.

4.2. Middenspanning

In 2016 hebben de voorziene onderbrekingen in het middenspanningsnet een gemiddelde onderbrekingsfrequentie van 0,0002. Dit houdt in dat een klant gemiddeld eens in de 5.000 jaar zal worden getroffen door een voorziene onderbreking in een middenspanningsnet. De gemiddelde duur van de voorziene onderbrekingen in het middenspanningsnet bedraagt in 2016 2,9 uur (173 minuten). Dit ligt onder het vijfjarig gemiddelde van 183 minuten. De jaarlijkse uitvalduur komt uit op 0,033 minuten. Dit is 66% minder ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde. Het aantal getroffen klanten in het middenspanningsnet bedraagt 1.578 en is hiermee 63% afgenomen ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde.

Figuur 4.1 toont het percentage voorzien getroffen klanten onderscheiden naar aanleiding. De aanleiding 'onderhoud/inspectie' is goed voor 42% van het aantal getroffen klanten. Op een tweede plaats staat 'nieuwbouw/uitbreiden/verzwaren' met 30% van het aantal getroffen klanten. Op de derde plaats staat 'vervanging/sanering' met 19%. Bijlage G bevat een rapportblad met betrekking tot voorziene onderbrekingen in het middenspanningsnet.

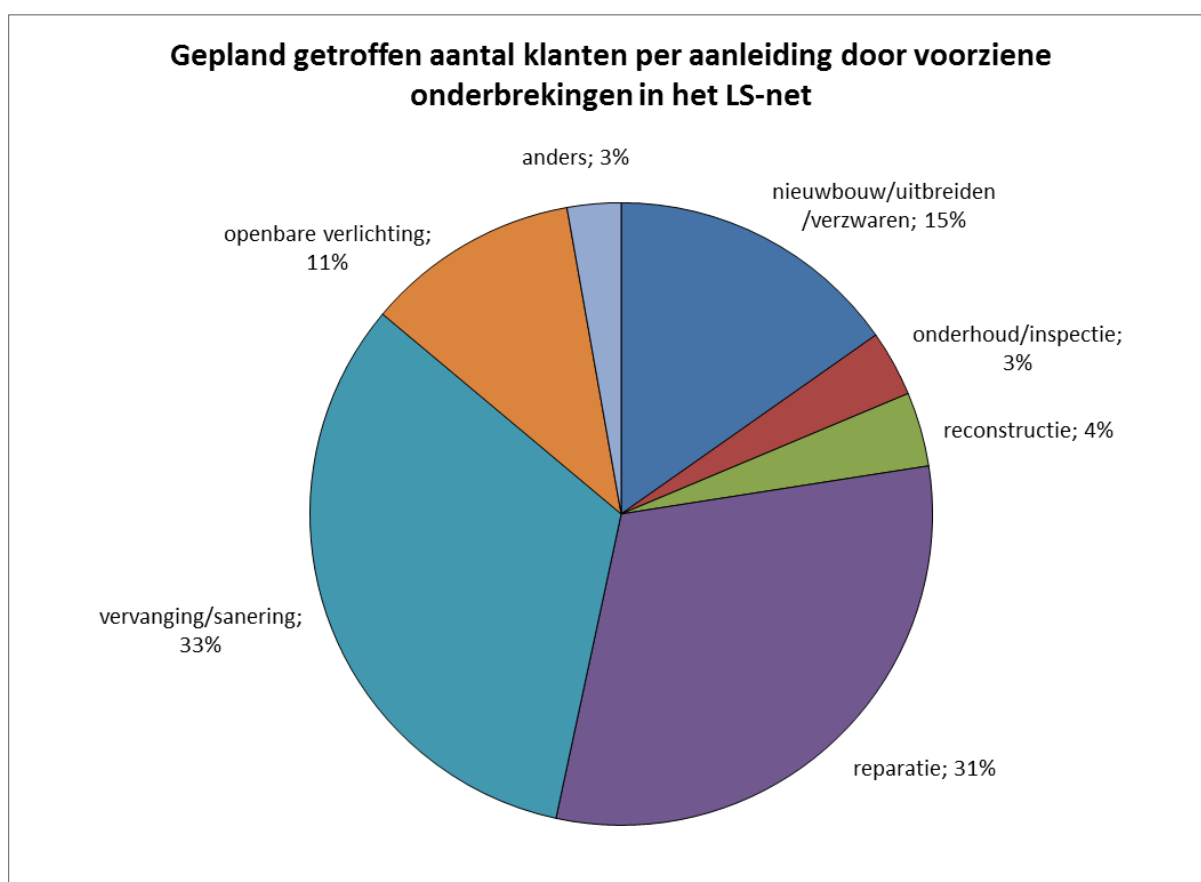


Figuur 4.1: Voorzien getroffen aantal klanten per aanleiding door voorziene onderbrekingen in het MS-net, 2016

4.3. Laagspanning

In 2016 hebben de voorziene onderbrekingen in het laagspanningsnet een gemiddelde onderbrekingsfrequentie van 0,0367. Dit houdt in dat een klant gemiddeld eens in de 27 jaar zal worden getroffen door een voorziene onderbreking in het laagspanningsnet. De gemiddelde duur van de onderbrekingen bedraagt ongeveer 2,8 uur (170 minuten). Dit is ongeveer gelijk aan het vijfjarig gemiddelde. De gemiddelde jaarlijkse uitvalduur per laagspanningsklant is in 2016 licht gedaald naar 6,3 minuten, en ligt daarmee 16% hoger dan het vijfjarig gemiddelde van 5,4 minuten. Het aantal getroffen klanten door voorziene onderbrekingen in het laagspanningsnet is met 20% toegenomen ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde en komt uit op 303.584.

Figuur 4.2 toont het percentage voorzien getroffen laagspanningsklanten onderscheiden naar aanleiding. De aanleiding 'vervanging/sanering' vormt met 33% de grootste categorie, gevolgd door 'reparatie' en 'nieuwbouw/uitbreiden/verzwaren' met respectievelijk 31% en 15%.



Figuur 4.2: Voorzien getroffen aantal klanten per aanleiding door voorziene onderbrekingen in het LS-net, 2016

In tabel 4.2 en tabel 4.3 wordt het aantal getroffen klanten van voorziene onderbrekingen in het laagspanningsnet per aanleiding getoond, respectievelijk absoluut en procentueel. Absoluut zijn er redelijke veranderingen te zien. De categorie 'trapstanden trafo aanpassen' en 'openbare verlichting' zijn toegenomen (46% en 38%) en de categorie 'reconstructie' is afgenomen met 23% ten opzichte van het vijfjarige gemiddelde. Procentueel neemt zijn de verschillen klein ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde. De grootste verandering geldt voor de categorie 'reconstructie', deze categorie halveert bijna ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde. Bijlage G bevat een rapportblad met betrekking tot voorziene onderbrekingen in het laagspanningsnet.

Tabel 4.2: Voorziene getroffen LS-klanten per aanleiding, absoluut

Aanleiding	2016	Gemiddelde 2011-2015	Vershil 2016 t.o.v. 2011-2015
nieuwbouw/uitbreiden/verzwaren	46.292	48.839	-5%
onderhoud/inspectie	10.395	8.905	17%
reconstructie	11.705	15.193	-23%
reparatie	93.601	74.038	26%
vervanging/sanering	99.390	77.101	29%
trapstanden trafo aanpassen	411	281	46%
openbare verlichting	33.724	24.465	38%
anders (incl. leeg)	8.066	3.490	131%
Totaal	303.584	252.312	20%

Tabel 4.3: Voorziene getroffen LS-klanten per aanleiding, procentueel

Aanleiding	2016	Gemiddelde 2011-2015
nieuwbouw/uitbreiden/verzwaren	15,2%	19,4%
onderhoud/inspectie	3,4%	3,5%
reconstructie	3,9%	6,0%
reparatie	30,8%	29,3%
vervanging/sanering	32,7%	30,6%
trapstanden trafo aanpassen	0,1%	0,1%
openbare verlichting	11,1%	9,7%
anders (incl. leeg)	2,7%	1,4%
Totaal	100,0%	100,0%

5. Storingsregistratie

De storingsregistratie voor het Nederlandse elektriciteitsnet is een branche-initiatief uit 1975. Energiebedrijven konden daaraan op vrijwillige basis meedoen. In de loop der jaren zijn steeds meer bedrijven gaan deelnemen. Het doel van de registratie was aanvankelijk: meer inzicht krijgen in de oorzaken van stroomstoringen ter lering en verbetering van de netinfrastructuur. Dit doel stelde niet al te hoge eisen aan de nauwkeurigheid en volledigheid van de registratie. Het ging er aanvankelijk om een representatief beeld te krijgen. Ook was de aandacht primair gericht op de fysieke netcomponenten en de elektrotechnische storingsoorzaken. De “storingsduur” was vooral de herstelduur van de getroffen component; niet in de eerste plaats de tijd dat de klant geen stroom had. Dat is in de loop van de tijd veranderd.

5.1. Betere nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid en volledigheid van de storingsregistratie is afhankelijk van de nauwkeurigheid van registreren door de netbeheerders. Een toename van kwaliteitsbewustzijn in de jaren negentig heeft er toe geleid dat de registratie steeds nauwkeuriger gebeurt. Met name op het gebied van de laagspanningsstoringen. De komst van de Elektriciteitswet 1998 en de daaruit voortvloeiende verplichting om de resultaten van de storingsregistratie aan de toezichthouder op de energiemarkt, te rapporteren, heeft de aandacht voor en dus ook de nauwkeurigheid van de storingsregistratie een nieuwe impuls gegeven.

5.2. Ontwikkelingen

Het karakter van de registratie zal in de geliberaliseerde markt nog verder veranderen. De borging van de kwaliteit van de elektriciteitsvoorziening wordt het belangrijkste doel. Enkele opvallende mijlpalen zijn:

1976	Start van de storingsregistratie.
t/m 1990	Afname aandeel laagspanningsstoringen door vervanging bovengronds net door ondergronds net.
1991	Van handmatige, centrale naar geautomatiseerde, decentrale registratie.
1994	Verschijsning Europese norm voor kwaliteit netspanning, in de jaren daarna een toenemend kwaliteitsbewustzijn, onder meer resulterend in steeds betere registratie van laagspanningsstoringen en dus ook toename van het (geregistreerde) aandeel laagspanningsstoringen vanaf 1999.
2000	Invoering wettelijk verplichte storingsregistratie.
2003	Invoering geüniformeerde handleiding.
2004	De storingsregistratie van 2004 betreft voor het eerst sinds de invoering van de storingsregistratie 100% van alle Nederlandse aansluitingen op HS, MS en LS. Invoering van de kwaliteitsregulering (maatstafconcurrentie). Diverse netbeheerders werken aan een certificering van hun storingsregistratie processen. Gebruik van een nieuwe versie van de Nestor-software. Met deze software wordt er onderscheid gemaakt naar soorten klanten (LS, MS en HS). Verder is de nauwkeurigheid toegenomen door de eenduidigheid van de registratie.

De nieuwe I&I-wet (wijziging van de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet in verband met implementatie en aanscherping toezicht netbeheer van 1 juli 2004) kondigt (onder andere) nadere regels aan omtrent de registratie van kwaliteitsindicatoren.

- 2005 Op 20 december 2004 is de Ministeriele Regeling 'Kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas' verschenen. De regeling heeft in 2005 tot aanpassingen geleid. Vanaf 2006 moeten namelijk ook de voorziene onderbrekingen gerapporteerd worden. De Nestor-software is hier in 2005 op aangepast.
- 2006 De Nestor-rapporten zijn verbeterd en geven onder andere meer inzicht in de oorzaken van geregistreerde storingen. Ten behoeve van de kwaliteitsbewaking zijn er voor netbeheerders betere mogelijkheden om overzichten over tussentijdse perioden te maken.
Er wordt over 2006 voor het eerst gerapporteerd over onderbrekingen die het gevolg zijn van voorziene reparatie- en onderhoudswerkzaamheden. Het betreft voornamelijk een bedrijfsinterne rapportage, totdat de volledigheid en kwaliteit van de gegevens voldoende zijn.
- 2007 De kwaliteit van de gegevens over de voorziene onderbrekingen is in 2007 voldoende. Er is een hoofdstuk over de voorziene onderbrekingen toegevoegd aan het openbare rapport 'Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland'. De storingen in het extra hoogspanningsnet zijn over 2007 voor het eerst gerapporteerd.
- 2008 In dit jaar is het beheer van de meeste 110 kV- en 150 kV-netten overgedragen van de regionale netbeheerders naar TenneT. De Cross Border Lease-netten blijven in beheer bij de regionale netbeheerder. Voor Nestor wordt nog steeds dezelfde systematiek gebruikt; ook de software is niet aangepast. Voor de kwaliteitsindicatoren als totaalcijfers over Nederland maakt de overdracht van beheer ook geen verschil.
- 2012 De Nestor handleiding E is aangepast evenals het Kwaliteitbeheersplan.
- 2013 Er is een e-learning cursus ontwikkeld. Alle netbeheerders zorgen ervoor dat betrokken medewerkers deze cursus gaan volgen
- 2014 Extra aandacht voor de kwaliteit van de registratie, onder meer door audits bij alle deelnemende netbeheerders en de organisatie van een gezamenlijke workshop.

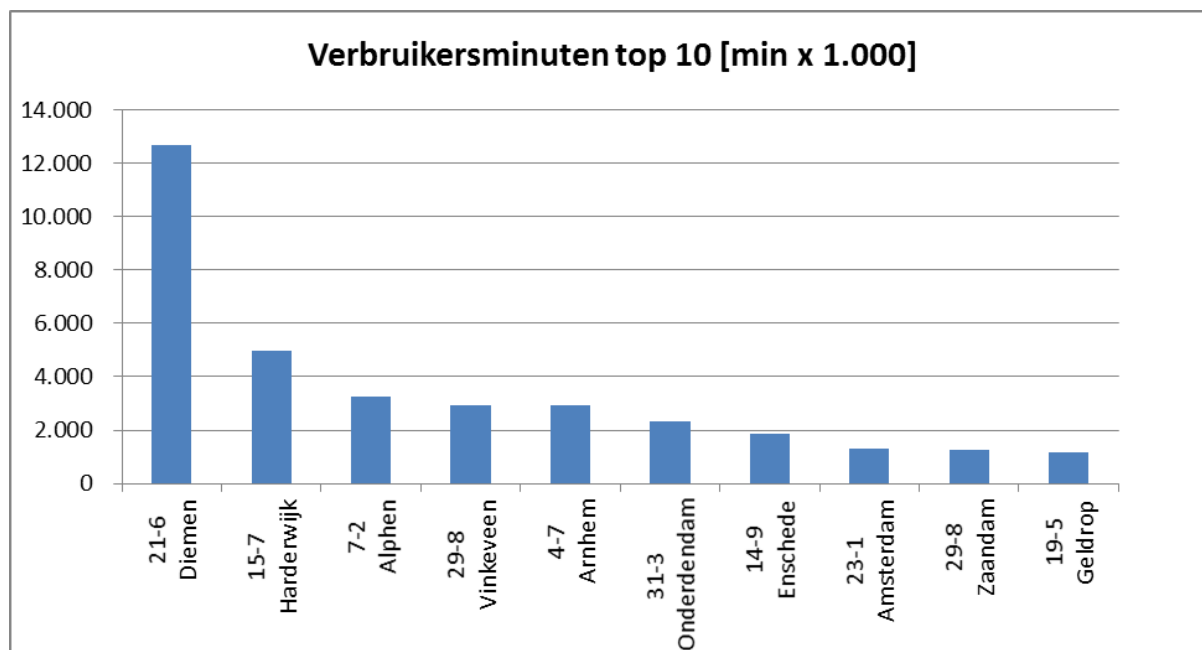
BIJLAGE A DE TIEN GROOTSTE ONDERBREKINGEN IN 2016

Onderbrekingen hebben vervelende gevolgen voor de getroffen klant(en). Dit geldt in het bijzonder voor langdurige onderbrekingen. Deze bijlage bevat beschrijvingen van de tien onderbrekingen met het grootste aantal verbruikersminuten in 2016.

Tabel A.1: Tien grootste onderbrekingen

Rank	Netvlak	Plaats	Aanvangsdatum	Verbruikersminuten
1	HS	Diemen	21-06-2016	12.687.638
2	HS	Harderwijk	15-07-2016	4.957.592
3	HS	Alphen	07-02-2016	3.236.930
4	MS	Vinkeveen	29-08-2016	2.930.376
5	HS	Arnhem	04-07-2016	2.908.852
6	MS	Onderdendam	31-03-2016	2.305.217
7	MS	Enschede	14-09-2016	1.839.093
8	LS	Amsterdam	23-01-2016	1.319.692
9	MS	Zaandam	29-08-2016	1.260.126
10	MS	Geldrop	19-05-2016	1.144.325

Figuur A.1 bevat een overzicht van de omvang van de tien onderbrekingen met de grootste omvang in 2016. De omvang varieert van 1,1 tot 12,7 miljoen verbruikersminuten. Zonder deze tien onderbrekingen was de jaarlijkse uitvalduur in 2016 4,2 minuten lager uitgevallen.



Figuur A.1: Aantal verbruikersminuten van tien grootste onderbrekingen, 2016

Top 10 ranking:	1
Plaats:	Diemen
Aanvang tijdstip:	21 juni 2016, 20:11 uur
Aantal getroffen klanten:	25.693
Omvang:	12.687.638 VBM
Netvlak:	150 kV

Karakteristieken

Op dinsdag 21 juni 2016 wordt om ten gevolge van een technisch mankement één van de twee in bedrijf zijnde transformatoren in 150 kV station Venserweg automatisch uitgeschakeld. Hierdoor zijn 13.526 klanten spanningsloos geworden.

Uiteindelijk is er brand ontstaan in één van de hoogspanningsgebouwen. Om het blussen van de brand mogelijk te maken is op last van de brandweer de gehele installatie spanningsloos gemaakt. Hierdoor zijn nog 12.167 klanten spanningsloos geworden.

Oorzaken

In de verbinding tussen de hoogspanningsinstallaties van de betrokken netbeheerders is een kortsluiting ontstaan. De kortsluitstroom die hier het gevolg van was, is door de beveiligingsapparatuur gedetecteerd waarna dit deel van de installatie direct is uitgeschakeld.

Op een gegeven moment werd rookontwikkeling waargenomen in de hoogspanningsinstallatie en is de brandweer gebeld. De brandweer heeft een smeul- en gloeibrand geconstateerd. Conform de veiligheidsvoorschriften van de brandweer is vervolgens de gehele installatie spanningsloos gemaakt om de bluswerkzaamheden mogelijk te maken.

Na het afronden van de bluswerkzaamheden en het vrijgeven van de installaties door de brandweer zijn alle installaties één voor één weer in bedrijf genomen. Vanwege de complexiteit en omvang van de getroffen installaties alsmede ten gevolge van het gedwongen langdurig spanningsloos schakelen van deze installaties, hebben deze herstelwerkzaamheden geruime tijd in beslag genomen.

Maatregelen

De betrokken netbeheerders hebben gezamenlijk een storingsanalyse uitgevoerd naar de oorzaken en het verloop van deze storing. Een onafhankelijk onderzoek is uitgevoerd naar de oorzaak en achtergronden van dit incident. De conclusies en aanbevelingen uit deze onderzoeken worden verwerkt in de relevante procedures.

Top 10 ranking:	2
Plaats:	Harderwijk
Aanvang tijdstip:	15 juli 2016, 14:47 uur
Aantal getroffen klanten:	122.703
Omvang:	4.957.592 VBM
Netvlak:	150 kV

Karakteristieken

Op 15 juli 2016 om 14:47 uur vindt tijdens schakelwerkzaamheden een kortsluiting plaats in de 150kV-rail in onderstation Harderwijk. Alle vijf 150 kV verbindingen naar onderstation Harderwijk worden door de beveiliging uitgeschakeld. Hierdoor worden drie onderstations, twaalf onderliggende stations en een klantstation spanningsloos. 122.703 klanten in de gemeenten Lelystad, Harderwijk, Nunspeet, Ermelo, Putten en Nijkerk komen zonder spanning te zitten. De klanten in Nijkerk worden het eerst weer bijgeschakeld na 4 minuten. De laatste klanten worden om 15:55 uur weer van spanning voorzien.

Oorzaak

Na de storing wordt ter plekke geconstateerd dat een pool van de B-railscheider van trafo 4 niet in goede positie staat en deze heeft een railsluiting op de 150kV-rail veroorzaakt. De beveiliging heeft daarop alle voedende 150kV-verbindingen uitgeschakeld.

Na onderzoek blijkt dat de oorzaak van de storing is te wijten aan het niet goed functioneren van het aandrijfmechanisme van deze railkeuzescheider.

Oplossing

De betrokken netbeheerders hebben gezamenlijk een storingsanalyse opgesteld met de gebeurtenissen en gevolgen tijdens deze storing. Tevens is er onafhankelijk onderzoek uitgevoerd naar de oorzaak van deze storing. De actiepunten die uit deze onderzoeken zijn gekomen, worden opgepakt door de betrokken netbeheerders.

Top 10 ranking:	3
Plaats:	Alphen aan den Rijn
Aanvang tijdstip:	7 februari 2016, 16:32 uur
Aantal getroffen klanten:	88.635
Omvang:	3.236.930 VBM
Spanningsniveau:	50 kV

Karakteristieken

Op 7 februari schakelen om 16:32, tegelijkertijd met een 10 kV vermogensschakelaar in onderstation Alphen-West, ook de drie 50 kV trafoschakelaars in onderstation Alphen-West uit. Hierdoor raakt de 50 kV rail spanningsloos en zijn er zes onderstations spanningsloos. Ruim 88.000 klanten in de gemeenten Alphen aan de Rijn, Nieuwkoop, Zuidplas, Zoeterwoude en Waddinxveen hebben geen spanning. Tussen 16.41 en 17:07 uur worden de onderstations weer ingeschakeld. Om 19:09 is de energievoorziening naar alle klanten weer hersteld.

Oorzaak

De storing is begonnen met een defecte 10kV kabel vanuit het onderstation Alphen-West. Deze optredende kortsluitstroom heeft ook de schakelaar-reservebeveiliging van 50/10 kV transformator 1 onterecht geactiveerd en het gehele 50 kV deelnet afgeschakeld. Deze schakelaar-reservebeveiliging dient ervoor dat bij een weigerende 50 kV schakelaar de voedingen vanuit de 150/50 kV transformatoren afgeschakeld wordt, maar heeft nu ten onrechte het 50 kV deelnet afgeschakeld.

Oplossing

De volgende aanbevelingen uit het intern onderzoek naar de oorzaak van de storing zijn opgevolgd:

- Aanpassen van de beveiligingsinstellingen op onderstation Alphen-West en vergelijkbare stations.
- Richting bedrijfsvoering wordt aan het besturingssysteem de melding 'schakelaar-reservebeveiliging gewerkt' toegevoegd als deze schakelaar-reservebeveiliging door de 50/10 kV transformatoren wordt geactiveerd.

Top 10 ranking:	4
Plaats:	Vinkeveen
Aanvang tijdstip:	29 augustus 2016, 18:41 uur
Aantal getroffen klanten:	16.056
Omvang:	2.930.376 VBM
Spanningsniveau:	10 kV

Karakteristieken

Op vrijdag 29 augustus 2016 om 18:41 uur valt in Vinkeveen en omliggende dorpen de stroom uit ten gevolge van kortsluiting in de 10 kV-rail van 50/10 kV-transformatorstation Vinkeveen. Hierdoor raken 218 middenspanningsruimten spanningsloos. Alle klanten hadden na 3 uur en 35 minuten, op om 22:16 weer spanning.

Oorzaak

Door waterlekage vanuit het plafond is er water op de 10 kV-rail gekomen, dit veroorzaakte een railsluiting waardoor het gehele station spanningsloos werd.

Nadere oorzaak lekkage:

- De hemelwaterafvoerbuis in de grond was geknikt/platgedrukt door bodemwerking, hierdoor kon het hemelwater niet snel genoeg worden afgevoerd.
- De locatie van de vergaarbak, de gevelconstructie en scheuren in het betonnen plafond boven de 10 kV-installatie hebben ervoor gezorgd dat het hemelwater in de elektrische installatie kon binnendringen

Oplossing

- De hemelwaterafvoerbuis in de grond is gerepareerd;
- De vergaarbak lager plaatst(en) en de geveldoorvoer(en) aanpassen;
- Vergelijkbare constructie vergaarbakken in andere stations worden aangepast;
- Vervolg bouwkundig onderzoek station Vinkeveen om oorzaak en risico van scheuren in het plafond te bepalen;
- Verbeteren keten- en systeemregistratie voor bouwkundige zaken.

Top 10 ranking:	5
Plaats:	Arnhem
Aanvang tijdstip:	4 juli 2016, 7:57 uur
Aantal getroffen klanten:	52.505
Omvang:	2.908.852 VBM
Spanningsniveau:	50 kV

Karakteristieken

Op 4 juli 2016 is een meting gepland aan de spannings- en stroomtransformatoren van een 50kV-veld op onderstation Kattenberg te Arnhem-Noord. Om 07.57 uur is tijdens het vrij schakelen van een 50kV-rail de hele 50 kV-installatie van het onderstation spanningsloos geraakt. Hierdoor zijn naast onderstation Kattenberg ook nog vier andere stations spanningsloos geraakt. In totaal zijn er ruim 52.000 klanten getroffen in de gemeenten Arnhem, Renkum, Roosendaal en Rheden. Na overleg en afstemming met de aanwezige technici wordt één 50 kV rail weer onder spanning gebracht. Vanaf 08:25 worden de getroffen 50 kV stations gefaseerd weer bijgeschakeld. Om 10:00 zijn de laatste klanten weer van energie voorzien.

Oorzaak

Tijdens het vrij schakelen van rail C verschijnt de alarmmelding 'standnavolger onjuist'. Deze melding duidt erop dat de betreffend sturing niet correct tot stand is gekomen. De bedrijfsvoerder neemt contact op met de technicus op het station, hij meldt aan de technicus dat hij tegen een alarm is aangelopen tijdens het schakelen. De technicus probeert op het station de scheider nogmaals in de juiste positie te laten komen. Maar onbedoeld wordt de sturing op railscheider D uitgevoerd in plaats van railscheider C. Railscheider D wordt onder belasting gescheiden. Hierdoor ontstaat een vlamboog, waardoor de railbeveiliging de hele installatie uit veiligheid uitschakelt. Hierop zijn de voedende lijnen uitgeschakeld en is de gehele 50kV installatie spanningsloos geworden.

Oplossing

De betreffende railscheider D is vervangen.

Er is onderzoek gedaan naar de status en conditie van railscheiders in onderstation Kattenberg. Er is tevens een analyse uitgevoerd naar de schakelfoutvergrendeling op dit onderstation, waardoor dergelijke situaties in de toekomst worden ondervangen door de vergrendeling.

Top 10 ranking:	6
Plaats:	Onderdendam
Aanvang tijdstip:	31 maart 2016, 13:25 uur
Aantal getroffen klanten:	15.264
Omvang:	2.305.217 VBM
Spanningsniveau:	10 kV

Karakteristieken

Op donderdag 31 maart 2016 spreekt om 13:25 in het HS/MS station Winsum Ranum de beveiliging aan MS-zijde van de transformator aan en wordt transformator T111 afgeschakeld. Hierdoor raken 15.264 klanten spanningsloos. Rond 13:44 heeft een aanzienlijk deel van de klanten weer spanning. Het duurt tot 22:10 voordat ook de laatste klanten weer spanning hebben.

Oorzaak

De oorzaak van de uitschakeling is een kortsluiting in de middenspanningsinstallatie op het 10/10 kV regelstation Onderdendam dat aangesloten is achter het HS/MS station Winsum Ranum. Doordat als gevolg van de kortsluiting in een eindsluiting de differentiaalbeveiliging defect geraakt is, wordt transformator T111 op station Winsum Ranum uitgeschakeld.

Oplossing

Om 13:38 is er bij de brandweer een bericht binnengekomen van brand op het 10/10 kV regelstation Onderdendam. Nadat deze informatie met de netbeheerder gedeeld is, kunnen de kabels naar Onderdendam uitgeschakeld worden en kan transformator T111 op station Winsum Ranum om 13:44 weer ingeschakeld worden. Hiermee heeft een aanzienlijk deel van de klanten weer spanning.

Om 14:30 is de brand in station Onderdendam geblust en kan begonnen worden met schakelwerkzaamheden om klanten weer van spanning te voorzien. Aangezien de installatie deels niet meer gebruikt kan worden en het een uitgebreid gebied betreft vraagt het veel tijd voordat alle klanten weer voorzien zijn. Het duurt tot 22:10 dat de laatste klant weer spanning heeft.

Top 10 ranking:	7
Plaats:	Enschede
Aanvang tijdstip:	14 september 2016, 17:26 uur
Aantal getroffen klanten:	28.788
Omvang:	1.839.093 VBM
Spanningsniveau:	10 kV

Karakteristieken

Op woensdag 14 september 2016 wordt om 17:26 op HS/MS station Enschede Wesselerbrink de middenspanningsinstallatie uitgeschakeld door de beveiliging van transformator T112. Hierdoor raken 28.788 klanten spanningsloos. Om 18:38 hebben alle klanten weer spanning.

Oorzaak

Een paar weken voor het optreden van de storing is transformator T112 op HS/MS station Enschede Wesselerbrink vervangen. In 2013 is al een nieuwe transformator differentiaalbeveiliging geplaatst. Dit relais is vrijwel identiek aan de standaard toegepaste relais, maar blijkt achteraf net iets anders te werken dan de standaard beveiligingen. Bij het instellen van het relais na de transformator wisseling is dit over het hoofd gezien en is het relais ingesteld op een te lage waarde. Doordat het op 14 september erg warm is, is de belasting van de transformator hoger dan gemiddeld, met als gevolg dat de beveiliging uitschakelt.

Oplossing

Omdat niet helemaal duidelijk is, wat er precies aan de hand is, is eerst de MS-installatie gecontroleerd om te zien of hier onverhoopt geen storingen in zitten. Nadat dit niet het geval blijkt te zijn, wordt de transformator weer ingeschakeld. Hiermee hebben om 18:38 alle klanten weer spanning.

Top 10 ranking:	8
Plaats:	Amsterdam
Aanvang tijdstip:	23 januari 2016, 8:58 uur
Aantal getroffen klanten:	1.348
Omvang:	1.319.692 VBM
Spanningsniveau:	400 V

Karakteristieken

Op zaterdagochtend 23 januari 2016 om 8:58 meldt een klant aan de Van 't Hofflaan in Amsterdam aan de netbeheerder dat hij geen spanning heeft. Binnen 50 minuten is de monteur ter plaatse. Hij constateert een defecte 400 volt laagspanningskabel. Het blijkt een zeer complexe storingssituatie te zijn: in het kabelbed waarin de gestoorde LS-kabel ligt, liggen nog elf andere laag- en middenspanningskabels. Deze kabel met het gestoorde verbindingstuk (mof) ligt onderin het bed en heeft alle bovenliggende andere kabels beschadigd. Om alle beschadigde kabels veilig te repareren, worden de gehele middenspanningsruimte en aanliggende laagspanningskasten spanningsloos gemaakt. In totaal hebben hierdoor 1.348 klanten in de Watergraafsmeer in Amsterdam geen spanning. Op 24-1-2016 om 2:26 zijn alle klanten weer van spanning voorzien en is de storing hersteld.

Oorzaak

Er is een mof defect geraakt in een kabelbed met andere laag- en middenspanningskabels. De kabel van deze gestoorde mof ligt onderin het kabelbed en door de grote hitte zijn alle elf bovenliggende kabels verbrand. De reparatie was complex om tussen de verbrande kabels de juiste bij elkaar horende delen te vinden. Daarnaast is het herstel bemoeilijkt door de giftige dampen die vrijgekomen zijn door de verbranding van kabels en moffen.

Oplossing

Na het lokaliseren van de storing is er de hele dag, avond en nacht doorgewerkt aan de reparatie van alle defect geraakte kabels. Er is prioriteit gegeven aan het herstel van de energievoorziening van het verpleeghuis. Na afloop is er een analyse uitgevoerd naar het verloop van de storing. De bevindingen en aanbevelingen uit dit onderzoek worden verwerkt in de relevante procedures.

Top 10 ranking:	9
Plaats:	Zaandam
Aanvang tijdstip:	29 augustus 2016, 15:43 uur
Aantal getroffen klanten:	20.003
Omvang:	1.260.126 VBM
Spanningsniveau:	10 kV

Karakteristieken

Op maandagmiddag 29 augustus schakelt om 15:43 de beveiliging van transformator 2 uit in onderstation Zaandam-Noord. Hierdoor raakt één van twee 10 kV rails met 20.003 klanten spanningsloos in Zaanstad. Tegelijkertijd met het uitschakelen van transformator 2 is ook één afgaand 10 kV-veld uitgeschakeld. Door schilderwerkzaamheden is transformator 1 de hele dag uit bedrijf. Na overleg wordt besloten transformator 2 uit bedrijf te laten en transformator 1 gereed te maken voor in bedrijf name. Om 16:46 schakelt de engineer transformator 1 in. Hiermee hebben alle klanten, behalve één, weer spanning. De spanning naar deze klant wordt hersteld om 17:19. Daarmee is de storing hersteld.

Oorzaak

Het 10 kV veld C14 is gestoord geraakt door graafwerkzaamheden. Het beveiligingsrelais van dit betreffende veld heeft niet goed gefunctioneerd. Daarop kwam niet alleen het gestoorde afgaande veld zonder spanning, maar heeft de bovenliggende beveiliging van de rail de kortsluiting afgeschakeld en kwam het hele gebied dat via dit onderstation van stroom wordt voorzien zonder spanning te zitten. Het betreffende beveiligingsrelais is onderzocht en deze functioneerde niet correct.

Oplossing

Het betreffende beveiligingsrelais is vervangen. Er wordt onderzoek gedaan naar deze populatie beveiligingsrelais om dit soort storingen in toekomst te voorkomen.

Top 10 ranking:	10
Plaats:	Geldrop
Aanvang tijdstip:	19 mei 2016, 21:43 uur
Aantal getroffen klanten:	6.888
Omvang:	1.144.325 VBM
Spanningsniveau:	10 kV

Karakteristieken

Op donderdag 19 mei 2016 spreken om 21:43 in station in het HS/MS station Eindhoven Oost de beveiligingen van de kabels naar het station Wilhelminalaan in Geldrop aan en wordt dit station uitgeschakeld. Hierdoor raken 6.888 klanten spanningsloos. Om 00:56 heeft ook de laatste klant weer spanning.

Oorzaak

De oorzaak van de uitschakeling van station Wilhelminalaan is een ontplofte eindsluiting. Door de ontploffing is ook nog een railscheider in station Wilhelminalaan defect geraakt.

Oplossing

Het afschakelen van de beveiligingen op het HS/MS station wordt automatisch gemeld bij het bedrijfsvoeringscentrum van de netbeheerder. Bij aankomst van de storingsdienst bij het station Wilhelminalaan in Geldrop wordt rook geconstateerd. Daarom wordt assistentie van de brandweer ingeroepen. Na enige tijd ventileren door de brandweer en na metingen op gevaarlijke stoffen wordt de ruimte na anderhalf uur weer vrijgegeven om te betreden. Na inspectie en beproeving van de installatie wordt geconcludeerd dat één railsectie niet meer gebruikt kan worden. Deze wordt vrij geschakeld waarna het resterende deel van het station vanuit HS/MS station Eindhoven Oost weer onder spanning gezet. Nadat nog een aantal schakelhandelingen in het distributienet zijn uitgevoerd hebben alle klanten om 00:56 weer spanning.

BIJLAGE B BEGRIPPENLIJST

Netvlakken per spanningsniveau

- Extrahoogspanning (EHS): ≥ 220 kV
- Hoogspanning (HS): ≥ 35 kV en < 220 kV
- Middenspanning (MS): > 1 kV en < 35 kV
- Laagspanning (LS): ≤ 1 kV

Gemiddelde hersteltijd component

De gemiddelde duur van een storing aan een component [eenheid: uren:minuten].

Gemiddelde hersteltijd levering

De gemiddelde duur van een onderbreking ongeacht het aantal getroffen klanten per onderbreking [eenheid: uren: minuten].

Gemiddelde onderbrekingsduur

De gemiddelde duur van alle onderbrekingen waarin het aantal getroffen klanten per onderbreking wordt meegewogen [eenheid: minuten].

Deze kan ook berekend worden door de jaarlijkse uitvalduur te delen door de onderbrekingsfrequentie. De onderbrekingsduur hoeft niet persé gelijk te zijn aan de reparatieduur. Een netbeheerder kan door het treffen van tijdelijke maatregelen de elektriciteitslevering hervatten voordat de storing feitelijk verholpen is.

Voorziene onderbrekingen

Onderbrekingen die noodzakelijk zijn vanwege bijvoorbeeld onderhoud of vervanging. Het gaat hierbij om werkzaamheden die vooraf, op de voorgeschreven wijze, kenbaar zijn gemaakt.

Getroffen klanten

Het aantal individuele klanten dat bij een onderbreking geen spanning meer heeft.

Tot en met 2002 werd het aantal getroffen kanten tijdens een hoogspanningsstoring met behulp van een vuistregel berekend. De vuistregel luidde: *1 MW afgeschakeld vermogen komt overeen met 500 getroffen klanten*. Sinds 2003 worden de werkelijke aantallen gebruikt.

Jaarlijkse uitvalduur

Het aantal verbruikersminuten gesommeerd over alle onderbrekingen gedeeld door het totaal aantal klanten [eenheid: minuten per klant per jaar].

De jaarlijkse uitvalduur is eigenlijk het aantal minuten per jaar dat een laagspanningsklant gemiddeld geen stroom heeft.

Klant

Een aangeslotene bij een netbeheerder conform de definitie in de Netcode van de Energiekamer, overigens met uitzondering van aansluitingen zonder verblijfsfunctie, zoals lantaarnpalen, bushokjes etc.

Onderbrekingsfrequentie

Het totaal aantal getroffen klanten bij een onderbreking gedeeld door het totaal aantal klanten [eenheid: aantal onderbrekingen per jaar].

De onderbrekingsfrequentie geeft aan hoe vaak een klant per jaar met een onderbreking wordt geconfronteerd; dit heeft niet alleen met het aantal onderbrekingen te maken, maar ook met het aantal getroffen klanten per onderbreking: veel onderbrekingen die veel klanten treffen leidt tot een hoge

onderbrekingsfrequentie, weinig onderbrekingen die weinig klanten treffen leidt tot een lage onderbrekingsfrequentie. Het aantal onderbrekingen en het aantal getroffen klanten zijn tegen elkaar inwisselbaar: veel onderbrekingen die weinig klanten treffen kunnen tot dezelfde onderbrekingsfrequentie leiden als weinig onderbrekingen die veel klanten treffen.

Storingen met onderbrekingen

Onvoorziene onderbrekingen door storingen in het elektriciteitsnet waarbij aangesloten klanten geen stroom meer hadden.

Verbruikersminuten (VBM)

Per onderbreking, het product van het aantal getroffen klanten en de tijdsduur van de onderbreking in minuten [eenheid: minuten].

Verbruikersminuten worden gebruikt om de omvang van stroomonderbrekingen objectief met elkaar te kunnen vergelijken. Hierin komt zowel het aantal getroffen klanten als de duur van de onderbreking tot uiting. Als bijvoorbeeld 1000 klanten gedurende 1 minuut geen stroom hebben, is de omvang van de onderbreking 1000 verbruikersminuten; een onderbreking waarbij 10 klanten gedurende 100 minuten geen stroom ontvangen, heeft dezelfde omvang.

Vijfjarig gemiddelde

Het gemiddelde over de vijf jaar voorafgaand aan het jaar waarvoor dit rapport is opgesteld.

Zeer grote onderbrekingen

Onderbrekingen met een omvang van meer dan 2,5 miljoen verbruikersminuten. Ter indicatie: een onderbreking die aan de grenswaarde voldoet is een storing waarbij bijvoorbeeld 50.000 klanten gedurende 50 minuten geen elektriciteit hebben.

BIJLAGE C TABELLEN LAAGSPANNING 2016*Tabel C.1: Aantal LS-storingen per component en per oorzaak*

LS2: aantal LS-storingen per component en per oorzaak																	
component/oorzaak	fabrikant [-]	ontwerp [-]	montage [-]	graaf- werk [-]	werking bodem [-]	vocht [-]	verou- dering slijtage [-]	bediening [-]	weers- invloed [-]	over- belasting [-]	slui- merende storing [-]	inwendig defect [-]	overige van buitenaf [-]	onbekend ondanks onderz. [-]	anders (incl. leeg) [-]	externe herkomst [-]	totaal [-]
ogn-GPLK	9	5	12	764	65	21	390	7	12	13	213	199	76	150	19	0	1955
ogn-kunststof kabel	0	7	36	1119	43	18	126	8	10	13	137	132	144	140	37	0	1970
subtotaal ogn	9	12	48	1883	108	39	516	15	22	26	350	331	220	290	56	0	3925
ogh-GPLK	1	2	62	995	158	30	537	0	5	24	71	160	135	132	54	0	2366
ogh-kunststof kabel	9	2	96	1605	76	26	204	3	9	10	65	169	310	122	80	0	2786
subtotaal ogh	10	4	158	2600	234	56	741	3	14	34	136	329	445	254	134	0	5152
lijn, lijnisol., lijnklem, paal	0	0	0	7	0	0	17	0	18	1	9	1	13	8	13	0	87
subtotaal kabel + lijn	19	16	206	4490	342	95	1274	18	54	61	495	661	678	552	203	0	9164
kunststof mof	102	0	139	170	60	68	307	1	5	0	27	363	71	163	11	0	1487
massa mof	7	0	23	97	40	27	508	0	2	0	18	318	41	105	2	0	1188
subtotaal mof	109	0	162	267	100	95	815	1	7	0	45	681	112	268	13	0	2675
kunststof eindsluiting	1	0	51	12	15	17	92	0	6	0	0	41	77	15	17	0	344
massa eindsluiting	1	0	8	2	7	8	71	0	5	0	1	24	20	10	9	0	166
subtotaal eindsluiting	2	0	59	14	22	25	163	0	11	0	1	65	97	25	26	0	510
(patroon)lastscheider	2	3	5	0	0	1	22	5	1	21	73	19	17	32	2	0	203
laagspan.rek/kast	1	2	15	8	2	9	32	1	8	5	8	17	117	38	43	0	306
smeltveiligheid	0	43	18	6	0	7	83	9	5	558	262	47	18	114	7	0	1177
anders (incl. leeg)	2	12	39	25	2	10	93	86	67	249	2889	44	66	139	56	0	3779
subtotaal overig	5	60	77	39	4	27	230	101	81	833	3232	127	218	323	108	0	5465
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	91
totaal	135	76	504	4810	468	242	2482	120	153	894	3773	1534	1105	1168	350	91	17905

Tabel C.2: Kwaliteitsindicatoren van LS-storingen per component

LS3: kengetallen van LS-storingen per component							
component/kental	aantal storingen [-]	aantal onderbrekingen [-]	aantal eenheden [-]	eenheid	aantal storingen per 100 eenheden [1/periode*100]	gemid. hersteltijd component (over storingen) [uu:mm]	gemid. hersteltijd component (over onderbrekingen) [uu:mm]
ogn-GPLK	1955	1920	51800	km	3,77	48:09	44:16
ogn-kunststof kabel	1970	1894	94435	km	2,09	25:49	26:12
subtotaal ogn	3925	3814	146235	km	2,68	36:57	35:18
ogh-GPLK	2366	2309	21438	km	11,04	27:19	24:07
ogh-kunststof kabel	2786	2706	54005	km	5,16	19:29	19:00
subtotaal ogh	5152	5015	75443	km	6,83	23:05	21:21
lijn,lijnisol.,lijnklem,paal	87	69	180	km	48,33	30:54	28:01
subtotaal kabel+lijn	9164	8898	221858	km	4,13	29:06	27:23
kunststof mof	1487	1486	4153405	stuk	0,04	38:34	38:36
massa mof	1188	1184	1436551	stuk	0,08	62:33	62:10
subtotaal mof	2675	2670	5589956	stuk	0,05	49:13	49:03
kunststof eindsluiting	344	338	1507283	stuk	0,02	38:17	29:26
massa eindsluiting	166	163	902269	stuk	0,02	75:21	63:18
subtotaal eindsluiting	510	501	2409552	stuk	0,02	50:21	40:27
(patroon)lastscheider	203	201	600453	stuk	0,03	07:36	07:40
laagspan.rek/kast	306	294	173109	stuk	0,18	74:47	56:59
smeltveiligheid	1177	1155	2881343	stuk	0,04	16:40	16:45
anders (incl. leeg)	3779	3691				18:30	15:25
subtotaal overig	5465	5341	3654905	stuk	0,15	20:51	17:42
externe herkomst	91	84				03:52	04:05
totaal	17905	17494	221858	km	8,07	30:04	28:00

BIJLAGE D TABELLEN MIDDENSPIJNING 2016*Tabel D.1: Aantal MS-storingen per component per spanningsniveau*

MS1: aantal MS-storingen per component per spanningsniveau					
	3 - 5 kV	6 - 12,5 kV	20 kV	25-30 kV	Totaal
component	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
kabel	32	783	4	6	825
mof	8	854	5	8	875
eindsluiting	2	49	0	3	54
subtotaal	42	1686	9	17	1754
aardingsschakelaar	0	7	0	0	7
vermogensschakelaar	0	86	1	3	90
lastscheider	1	52	0	0	53
scheider	1	2	0	2	5
subtotaal	2	147	1	5	155
smoorpoel	0	0	0	0	0
rail	2	33	1	3	39
transformator	1	68	2	4	75
sec. installatie	0	141	5	9	155
smeltveiligheid	4	18	0	0	22
anders (incl. leeg)	3	189	4	7	203
subtotaal	10	449	12	23	494
externe herkomst	0	6	0	0	6
totaal	54	2288	22	45	2409

Tabel D.2: Aantal MS-storingen per component en per oorzaak

MS2: aantal MS-storingen per component en per oorzaak																			
component	fabrikant	net-ontwerp	montage	bedie-ning	graaf-werk	werking bodem	vocht	verou-dering slijtage	inwen-dig defect	overige van buitenaf	weers-invloed	beproe-ving	over-belasting	beveil-iging	sluime-rend	onbek. ondanks onderz.	anders (incl. leeg)	externe herkomst	totaal
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
kabel (papier-lood)	1	0	2	5	393	28	4	119	40	39	1	8	3	1	9	27	8	0	688
kabel (kunststof)	1	1	2	0	110	0	3	6	4	4	0	2	0	0	0	2	2	0	137
subtotaal kabel	2	1	4	5	503	28	7	125	44	43	1	10	3	1	9	29	10	0	825
mof (massa)	2	0	2	0	3	9	3	107	308	2	0	1	0	0	4	4	0	0	445
mof (kunststof)	38	1	15	0	7	5	9	76	104	2	0	0	0	0	1	9	3	0	270
mof (olie)	6	0	0	0	3	4	0	76	69	0	0	0	0	0	0	1	1	0	160
subtotaal mof	46	1	17	0	13	18	12	259	481	4	0	1	0	0	5	14	4	0	875
eindsluiting (massa)	0	0	0	0	1	0	2	4	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15
eindsl. (kunststof)	0	0	6	0	0	0	1	3	7	2	1	0	1	0	0	0	0	0	21
eindsluiting(olie/vet)	0	0	0	0	0	1	0	7	6	0	0	0	0	0	1	2	1	0	18
subtotaal eindsl.	0	0	6	0	1	1	3	14	20	2	1	0	1	0	1	2	2	0	54
rail	0	0	1	2	0	0	2	5	3	14	1	0	0	0	1	4	6	0	39
transformator	3	0	5	1	0	0	1	13	25	10	1	1	3	0	1	6	5	0	75
aardingschakelaar	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	7
verm. schakelaar	0	0	2	10	1	0	4	14	25	8	1	0	15	0	4	3	3	0	90
lastscheider	2	0	0	1	0	2	7	16	14	9	0	1	1	0	0	0	0	0	53
scheider	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
smoorspoel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sec. installatie	4	2	5	2	1	0	0	11	22	5	3	2	1	57	4	27	9	0	155
smeltveiligheid	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	1	0	10	0	0	0	2	0	22
anders (incl. leeg)	0	2	4	52	3	0	2	9	6	26	2	1	16	9	22	28	21	0	203
subtotaal	9	5	17	71	5	2	16	79	97	73	9	5	46	66	32	70	47	0	649
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
totaal	57	7	44	76	522	49	38	477	642	122	11	16	50	67	47	115	63	6	2409

Tabel D.3: Kwaliteitsindicatoren van MS-storingen per netcomponent

MS3: kengetallen van MS-storingen per netcomponent							
component	aantal storingen [-]	aantal onderbrekingen [-]	aantal eenheden [-]	eenheid [-]	aantal storingen per 100 eenheden [1/periode*100]	gem. hersteltijd comp. (storingen) [uu:mm:ss]	gem. hersteltijd comp. (onderbrekingen) [uu:mm:ss]
kabel (papier-lood)	688	579	78747	km	0,87	173:45:29	186:11:53
kabel (kunststof)	137	85	27856	km	0,49	214:02:40	182:13:27
subtotaal	825	664	106603	km	0,77	180:26:53	185:41:22
mof (massa)	445	361	128194	stuk	0,35	112:53:49	123:39:22
mof (kunststof)	270	220	341294	stuk	0,08	175:06:05	186:27:02
mof (olie)	160	131	141200	stuk	0,11	224:30:14	248:52:23
subtotaal	875	712	610688	stuk	0,14	152:29:58	166:05:51
eindsluiting (massa)	15	11	86447	stuk	0,02	206:31:00	261:15:00
eindsluiting (kunststof)	21	18	120546	stuk	0,02	92:44:23	100:01:57
eindsluiting (olie/vet)	18	13	119032	stuk	0,02	143:20:48	143:10:01
subtotaal	54	42	326025	stuk	0,02	141:12:48	155:36:26
rail	39	35	129657	stuk	0,03	175:03:49	186:14:45
transformator	75	55	126560	stuk	0,06	282:24:18	226:15:59
aardingsschakelaar	7	3	8732	stuk	0,08	124:21:43	40:55:00
vermogensschakelaar	90	56	62401	stuk	0,14	324:50:34	280:10:54
lastscheider	53	36	291931	stuk	0,02	261:59:15	308:39:55
scheider	5	1	32731	stuk	0,02	339:51:12	01:52:00
smoorpoel	0	0	2931	stuk	0,00		
secundaire installatie	155	64	55652	stuk	0,28	74:58:08	82:50:41
smeltveiligheid	22	19	209719	stuk	0,01	05:51:22	06:05:09
anders (incl. leeg)	203	148				51:44:15	52:15:47
subtotaal	649	417	920314	stuk	0,07	115:12:30	111:44:45
externe herkomst	6	6				09:20:10	09:20:10
totaal	2409	1841	106603	km	2,26	160:12:25	166:51:44

BIJLAGE E TABELLEN HOOGSPANNING 2016

Tabel E.1: Aantal HS-storingen per component per spanningsniveau

HS1C: aantal HS-storingen per component per spanningsniveau				
component	50 kV [-]	110 kV [-]	150 kV [-]	totaal [-]
kabel	13	1	2	16
lijn	5	16	19	40
mof	1	0	0	1
eindsluiting	3	0	3	6
subtotaal	22	17	24	63
aardingsschakelaar	1	0	1	2
vermogensschakelaar	3	2	4	9
scheidingsschakelaar	3	1	3	7
subtotaal	7	3	8	18
rail	0	0	0	0
transformator	9	5	4	18
spanningstransformator	0	0	0	0
stroomtransformator	0	0	0	0
secundaire installatie	6	6	8	20
overspanningsafleider	1	0	0	1
condensatorbatterij	0	0	1	1
compensatiespoel	0	0	0	0
blusspoel	0	0	0	0
anders (incl. leeg)	0	0	3	3
subtotaal	16	11	16	43
externe herkomst	0	5	8	13
totaal	45	36	56	137

Tabel E.2: Aantal HS-storingen per component en per oorzaak

HS2C: aantal HS-storingen per component per oorzaak																		
component/oorzaak	fabrikant	ontwerp	montage	be- diening	graaf- werk	werking bodem	vocht	veroude- ring slijtage	inwen- dig defect	overige van buitenaf	weers- invloed	beproe- ving	over- belasting	bevei- liging	onbe- kend ondanks onderz.	anders (incl. leeg)	externe her- komst	totaal
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
kabel	0	0	1	1	6	1	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16
lijn	0	0	2	0	3	0	0	5	0	22	2	1	0	0	3	2	0	40
mof	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
eindsluiting	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	6
subtotaal	0	0	4	1	9	1	0	13	4	22	2	1	0	0	4	2	0	63
aardingschakelaar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
vermogensschakelaar	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	1	0	1	0	1	0	9
scheidingschakelaar	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	7
subtotaal	1	0	0	2	0	0	0	8	2	0	0	1	0	2	0	2	0	18
rail	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
transformator	0	0	2	1	0	0	1	3	3	0	0	0	0	2	0	6	0	18
spanningstransformator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stroomtransformator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
secundaire installatie	2	1	3	0	1	0	0	6	0	0	0	1	1	4	1	0	0	20
overspanningsafleider	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
condensatorbatterij	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
compensatiespoel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
blusspoel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anders (incl. leeg)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
subtotaal	2	1	6	1	1	0	1	10	3	1	0	1	2	6	2	6	0	43
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13
totaal	3	1	10	4	10	1	1	31	9	23	2	3	2	8	6	10	13	137

Tabel E.3: Kwaliteitsindicatoren HS-storingen per component

HS3C: kengetallen HS-storingen per component							
component	aantal storingen [-]	aantal onderbrekingen [-]	aantal eenheden [-]	eenheid	aantal storingen per 100 eenheden [1/periode*100]	gem. hersteltijd comp. (storingen) [uu:mm:ss]	gem. hersteltijd comp. (onderbrekingen) [uu:mm:ss]
kabel	16	3	3848	km	0,42	366:54:54	512:37:46
lijn	40	4	5022	km	0,80	192:37:10	00:02:48
subtotaal	56	7	8870	km	0,63	242:25:05	219:43:30
mof	1	0	12070	stuk	0,01	374:57:11	
eindsluiting	6	1	3379	stuk	0,18	492:37:03	12:06:00
subtotaal	7	1	15449	stuk	0,05	475:48:30	12:06:00
aardingsschakelaar	2	0	6196	stuk	0,03	02:36:30	
vermogensschakelaar	9	1	3682	stuk	0,24	66:03:48	00:00:12
scheider	7	3	11199	stuk	0,06	2144:06:10	2772:00:23
subtotaal	18	4	21077	stuk	0,09	867:08:21	2079:00:21
rail	0	0	799	stuk	0,00		
transformator	18	6	1052	stuk	1,71	250:39:58	231:11:24
spanningstransformator	0	0	4935	stuk	0,00		
stroomtransformator	0	0	16514	stuk	0,00		
secundaire installatie	20	11	2559	stuk	0,78	218:55:01	388:48:46
overspanningsafleider	1	0	3235	stuk	0,03	212:21:57	
condensatorbatterij	1	0	61	stuk	1,64	69:40:00	
compensatiespoel	0	0	11	stuk	0,00		
blusspoel	0	0	30	stuk	0,00		
anders (incl. leeg)	3	1				05:39:20	00:03:00
subtotaal	43	18	29196	stuk	0,15	213:42:19	314:40:26
externe herkomst	13	1				50:20:03	00:23:00
totaal	137	31	8870	km	1,54	309:11:04	500:36:01

BIJLAGE F TABELLEN EXTRA HOOGSPANNING 2016

Tabel F.1: Aantal EHS-storingen per component per spanningsniveau

EHS1C: aantal EHS-storingen per component per spanningsniveau			
component	220 kV [-]	380 kV [-]	totaal [-]
kabel	0	0	0
lijn	8	5	13
mof	0	0	0
eindsluiting	0	0	0
subtotaal	8	5	13
aardingsschakelaar	0	0	0
vermogensschakelaar	3	8	11
scheidingsschakelaar	2	5	7
subtotaal	5	13	18
rail	1	0	1
transformator	2	4	6
spanningstransformator	0	0	0
stroomtransformator	1	3	4
secundaire installatie	2	5	7
overspanningsafleider	0	0	0
condensatorbatterij	0	0	0
compensatiespoel	0	0	0
blusspoel	0	0	0
anders (incl. leeg)	0	0	0
subtotaal	6	12	18
externe herkomst	0	2	2
totaal	19	32	51

Tabel F.2: Aantal EHS-storingen per component per oorzaak

EHS2C: aantal EHS-storingen per component per oorzaak																		
component/oorzaak	fabrikant	ontwerp	montage	be- diening	graaf- werk	werking bodem	vocht	veroude- ring slijtage	inwen- dig defect	overige van buitenaf	weers- invloed	beproe- ving	over- belasting	bevei- liging	onbe- kend ondanks onderz.	anders (incl. leeg)	externe her- komst	totaal
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
kabel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lijn	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	8	0	0	0	0	0	0	13
mof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
eindsluiting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
subtotaal	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	8	0	0	0	0	0	0	13
aardingsschakelaar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vermogensschakelaar	3	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
scheidingschakelaar	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
subtotaal	3	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
rail	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
transformator	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
spanningstransformator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stroomtransformator	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
secundaire installatie	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
overspanningsafleider	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
condensatorbatterij	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
compensatiespoel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
blusspoel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
anders (incl. leeg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
subtotaal	0	1	0	0	0	0	0	15	0	1	0	0	0	1	0	0	0	18
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
totaal	4	1	0	0	0	0	0	32	0	3	8	0	0	1	0	0	2	51

Tabel F.3: Kwaliteitsindicatoren EHS-storingen per component

EHS3C: kengetallen EHS-storingen per component							
component	aantal storingen	aantal onderbrekingen	aantal eenheden	eenheid	aantal storingen per 100 eenheden	gem. hersteltijd comp. (storingen)	gem. hersteltijd comp. (onderbrekingen)
	[-]	[-]	[-]		[1/periode*100]	[uu:mm:ss]	[uu:mm:ss]
kabel	0	0	37	km	0,00		
lijn	13	0	2836	km	0,46	46:55:46	
subtotaal	13	0	2873	km	0,45	46:55:46	
mof	0	0	241	stuk	0,00		
eindsluiting	0	0	203	stuk	0,00		
subtotaal	0	0	444	stuk	0,00		
aardingsschakelaar	0	0	1326	stuk	0,00		
vermogensschakelaar	11	0	366	stuk	3,01	1203:02:18	
scheider	7	0	903	stuk	0,78	22:03:09	
subtotaal	18	0	2595	stuk	0,69	743:45:57	
rail	1	0	67	stuk	1,49	01:24:00	
transformator	6	0	111	stuk	5,41	507:51:43	
spanningstransformator	0	0	1022	stuk	0,00		
stroomtransformator	4	0	1420	stuk	0,28	48:41:30	
secundaire installatie	7	0	421	stuk	1,66	16:53:43	
overspanningsafleider	0	0	471	stuk	0,00		
condensatorbatterij	0	0	7	stuk	0,00		
compensatiespoel	0	0	32	stuk	0,00		
blusspoel	0	0	0	stuk	-1,00		
anders (incl. leeg)	0	0					
subtotaal	18	0	3551	stuk	0,51	186:45:21	
externe herkomst	2	0				00:55:30	
totaal	51	0	2873	km	1,78	340:25:05	

BIJLAGE G TABELLEN VOORZIENE ONDERBREKINGEN 2016

Tabel G.1: Kwaliteitsindicatoren voorziene onderbrekingen laagspanning per aanleiding

LSP3: kentallen geplande onderbrekingen laagspanning per aanleiding							
aanleiding	aantal onderbrekingen [-]	verbruikers- minuten [minuten]	aantal aangesloten LS-klanten [-]	aantal getroffen LS-klanten [-]	gemiddeld per LS-klant		
					onderbrekingsduur [minuten]	onderbrekings- frequentie [-/jaar]	jaarlijkse uitvalduur [minuten]
nieuwbouw / uitbreiding / verzwaring	1471	6630300	8279170	46292	143,228	0,00559	0,8008
onderhoud / inspectie	278	1832944	8279170	10395	176,329	0,00126	0,2214
reconstructie	581	1985659	8279170	11705	169,642	0,00141	0,2398
reparatie	3322	17710077	8279170	93601	189,208	0,01131	2,1391
vervanging / sanering	4344	15460397	8279170	99390	155,553	0,01200	1,8674
trapstanden transformator aanpassen	9	28165	8279170	411	68,527	0,00005	0,0034
openbare verlichting	1701	7310736	8279170	33724	216,781	0,00407	0,8830
anders (inclusief leeg)	201	733860	8279170	8066	90,982	0,00097	0,0886
totaal	11907	51692137	8279170	303584	170.273	0,03667	6,2436

Tabel G.2: Kwaliteitsindicatoren voorziene onderbrekingen middenspanning per aanleiding

MSP3: kentallen geplande onderbrekingen middenspanning per aanleiding							
aanleiding	aantal onderbrekingen [-]	verbruikers- minuten [minuten]	aantal aangesloten LS+MS-kanten [-]	aantal getroffen LS+MS-kanten [-]	gemiddeld per klant		
					onderbrekingsduur [minuten]	onderbrekings- frequentie [-/jaar]	jaarlijkse uitvalduur [minuten]
nieuwbouw / uitbreiding / verzwaring	12	81753	8592114	474	172,474	0,00006	0,0095
onderhoud / inspectie	53	138182	8592114	662	208,734	0,00008	0,0161
reconstructie	1	310	8592114	1	310,000	0,00000	0,0000
reparatie	1	1531	8592114	8	191,333	0,00000	0,0002
vervanging / sanering	30	31644	8592114	302	104,781	0,00004	0,0037
openbare verlichting	3	1167	8592114	54	21,619	0,00001	0,0001
trapstanden transformator aanpassen	0	0	8592114	0	-1,000	0,00000	0,0000
anders (inclusief leeg)	1	19173	8592114	77	249,000	0,00001	0,0022
totaal	101	273760	8592114	1578	173,485	0,00018	0,0319

Colofon

Project	Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland, resultaten 2016
Projectnummer	RA131511
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Movares Nederland B.V. Movares Energy
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Rik Luiten
Auteurs	Hans Wolse, Tom Bogaert en Luuk Derksen
Kenmerk	ME-TB-170002055 / Versie 1.0 (definitief)
Datum	29 maart 2017
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Liane ter Maat (woordvoerder) Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl