



## Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland

Resultaten 2017

Kenmerk : ME-TB-180002200 / Versie 1.0

Datum : 6 april 2018

### **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 2017

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden aan leden contactgroep Nestor rapportage E	16-03-2018
1.0 (definitief)	Opmerkingen contactgroep verwerkt	06-04-2018

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Tom Bogaert & Mick van der Vliet		06-04-2018
Gecontroleerd door	Hans Wolse		06-04-2018
Vrijgegeven door	Frits Wattjes		06-04-2018

## Samenvatting

Dit rapport presenteert de betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten in Nederland in 2017. 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 van 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 2017 en het gemiddelde over de voorgaande vijf jaar (periode 2012-2016, hierna: vijfjarig gemiddelde).

Tabel S.1 Kwaliteitsindicatoren voor onvoorziene onderbrekingen

Kwaliteitsindicator	2017	Gemiddelde 2012-2016	Vershil 2017 t.o.v. 2012-2016
Onderbrekingen	20.193	18.943	6,5%
Getroffen klanten per onderbreking	115	138	-17,1%
Gem. onderbrekingsduur [min]	88,3	77,2	14,4%
Jaarlijkse uitvalduur [min/jaar]	24,4	24,8	-1,7%
Onderbrekingsfrequentie [aantal/jaar]	0,276	0,322	-14,1%

In 2017 zijn er 21.533 storingen opgetreden, waarvan er 20.193 tot een onderbreking hebben geleid. Daarmee is het aantal onderbrekingen in 2017 6,5% hoger dan het aantal onderbrekingen van het vijfjarig gemiddelde. Het gemiddelde aantal getroffen klanten per onderbreking was in 2017 115 en ligt hiermee ruim 17% onder het vijfjarig gemiddelde. De gemiddelde onderbrekingsduur bedroeg in 2017 88,3 minuten. Dit is ruim 14% langer 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 2017 bedroeg de onderbrekingsfrequentie 0,276. Dit is ruim 14% lager dan het vijfjarig gemiddelde.

De jaarlijkse uitvalduur bedroeg in 2017 24,4 minuten. Dit betekent dat de elektriciteitslevering bij een klant in Nederland gemiddeld 24,4 minuten onderbroken was. De elektriciteitslevering was daarmee 99,995354% van de tijd beschikbaar. De jaarlijkse uitvalduur was in 2017 0,4 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 (24,8 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 13,5 minuten. In Frankrijk bedraagt het vijfjarig gemiddelde van de jaarlijkse uitvalduur 51,5 minuten, in Engeland bedraagt de jaarlijkse uitvalduur meer dan 92,5 minuten [1].

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].

De tien grootste onderbrekingen van 2017 variëren wat betreft omvang van 787.831 tot 57.488.258 gebruikersminuten. Het aandeel van deze tien onderbrekingen op de jaarlijkse uitvalduur is bijna 41%.

In 2017 werden op hoogspanningsniveau de meeste storingen veroorzaakt door de categorieën 'veroudering/slijtage' en 'onbekend ondanks onderzoek' beide met 18% van de storingen. Op de derde plaats kwam 'overig van buitenaf' met 14% 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 26% van het aantal storingen de belangrijkste storingsoorzaak in 2017. Dit zijn veelal storingen in moffen. Op de tweede plaats staat 'Graafwerkzaamheden' (23%), gevolgd door 'veroudering/slijtage' (17%). 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 2017 was graafwerk bij 28% 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 'veroudering/slijtage' met 15%. De vierde plaats wordt ingenomen door 'inwendig defect' met 11%. Andere storingsoorzaken (denk aan 'overbelasting' en 'montage') zijn allemaal gelijk aan of lager dan 6%.

#### **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 2017 als gevolg van voorziene onderbrekingen bedraagt 7,0 minuten. Dit is 25% hoger dan het vijfjarig gemiddelde. Ook blijkt dat in 2017 gemiddeld één op de 25 klanten werd geconfronteerd met een stroomonderbreking ten gevolge van voorziene werkzaamheden. Dit is 22% meer dan het vijfjarige gemiddelde.

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2 Het elektriciteitsnet</b>	<b>7</b>
2.1 Verschillende spanningsniveaus	7
2.2 Extra hoogspanningsnetvlak	7
2.3 Hoogspanningsnetvlak	9
2.4 Middenspanningsnetvlak	9
2.5 Laagspanningsnetvlak	10
2.6 Netbeheerders	11
<b>3 Onvoorziene Niet Beschikbaarheid</b>	<b>12</b>
3.1 Kwaliteitsindicatoren betrouwbaarheid	12
3.1.1. Aantal onvoorziene onderbrekingen	13
3.1.2. Getroffen klanten per onvoorziene onderbreking	13
3.1.3. Onderbrekingsduur	14
3.1.4. Jaarlijkse uitvalduur	15
3.1.5. Onderbrekingsfrequentie	15
3.1.6. Kwaliteitsindicatoren 2008-2017	16
3.2 Oorzaken van storingen	17
3.2.1. Extra hoogspanningsnetvlak	17
3.2.2. Hoogspanningsnetvlak	17
3.2.3. Middenspanningsnetvlak	18
3.2.4. Laagspanningsnetvlak	20
3.3 Tien grootste onderbrekingen	21
<b>4 Voorziene Niet Beschikbaarheid</b>	<b>24</b>
4.1 (Extra) hoogspanningsnetvlak	24
4.2 Middenspanningsnetvlak	25
4.3 Laagspanningsnetvlak	25
<b>5 Storingsregistratie</b>	<b>27</b>
5.1 Nauwkeurigheid	27
5.2 Ontwikkelingen	27
<b>Referenties</b>	<b>29</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>30</b>
Bijlage A: Top tien grootste onderbrekingen 2017	31
Bijlage B: Begrippenlijst	42
Bijlage C: Tabellen laagspanning 2017	44
Bijlage D: Tabellen middenspanning 2017	46
Bijlage E: Tabellen hoogspanning 2017	49
Bijlage F: Tabellen extra hoogspanning 2017	52
Bijlage G: Tabellen voorziene onderbrekingen 2017	55
<b>Colofon</b>	<b>56</b>

## 1 Inleiding

Dit rapport presenteert de betrouwbaarheid van de elektriciteitsnetten in Nederland in 2017. 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 2017 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 aangeleverd door de desbetreffende netbeheerders en zijn opgenomen in Bijlage A: Top tien grootste onderbrekingen 2017. Voor uitleg van veel gehanteerde begrippen in dit rapport wordt verwezen naar Bijlage B: Begrippenlijst. De overige bijlagen bevatten 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. Binnen het project wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende netvlakken:

- Laagspanning (LS): nominale spanning  $\leq 1$  kV;
- Middenspanning (MS): nominale spanning  $> 1$  kV en  $< 35$  kV;
- Hoogspanning (HS): nominale spanning  $\geq 35$  kV en  $\leq 150$  kV;
- Extra Hoogspanning (EHS): nominale spanning  $> 150$  kV en  $\leq 380$  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 hoogspanningsnetvlak

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.

Dit net heeft 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 aangeslotenen leiden. Dit net is daarom redundant ontworpen zodat falen van of onderhoud aan een component niet leidt tot uitval van aangeslotenen (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 aangeslotenen. Een overzicht van het Nederlandse (extra) hoogspanningsnet is weergegeven in Figuur 2.1.





Figuur 2.1 Overzicht van het (extra) hoogspanningsnet [3].



### 2.3 Hoogspanningsnetvlak

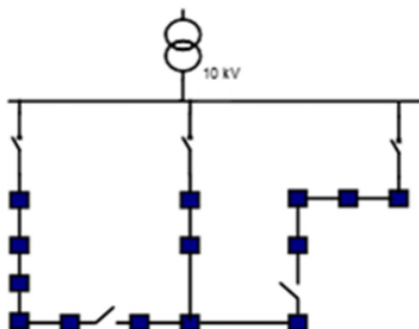
Het hoogspanningsnet, ook wel het transportnet genoemd, verbindt het extra hoogspanningsnet met de distributienetten. Op het hoogspanningsnet zijn onder andere elektriciteitscentrales, energie intensieve industrie en grotere windmolenparken (35 tot 500 MVA) aangesloten. Het hoogspanningsnet bestaat voornamelijk 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. Het hoogspanningsnet bestaat uit circa 5.020 km bovengrondse lijn en circa 50 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 middenspanning vindt plaats in hoogspanning stations, waarvan de componenten vaak in de open lucht zijn opgesteld. In Figuur 2.2 is een voorbeeld van een hoog-spanningsstation weergegeven.



*Figuur 2.2 Voorbeeld van hoogspanningsstation*

### 2.4 Middenspanningsnetvlak

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 107.760 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. In de praktijk worden de middenspanningsnetten meestal radiaal (open distributieringen) bedreven (zie figuur 2.3) en zijn ze zo ontworpen dat (meestal 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 hoogspanningsstation 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 mof storingen de voornaamste oorzaak van spanningsuitval.



Figuur 2.3 Veelvoorkomende structuur MS-net



Figuur 2.4 Voorbeeld van transformatorhuisje

## 2.5 Laagspanningsnetvlak

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 235985 km, waarvan 120 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 onverstoord 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

## 2.6 Netbeheerders

Het (extra) hoogspanningsnet, van 110 kV en hoger, wordt beheerd door de landelijke netbeheerder. Voor het beheer van midden- en laagspanningsnetten zijn zeven 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 [4]

### 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 2017. 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 (2012-2016). Een overzicht van de getalwaarden voor de kwaliteitsindicatoren is weergegeven in Tabel 3.1. Voor een nadere definitie wordt verwezen naar Bijlage B: Begrippenlijst.

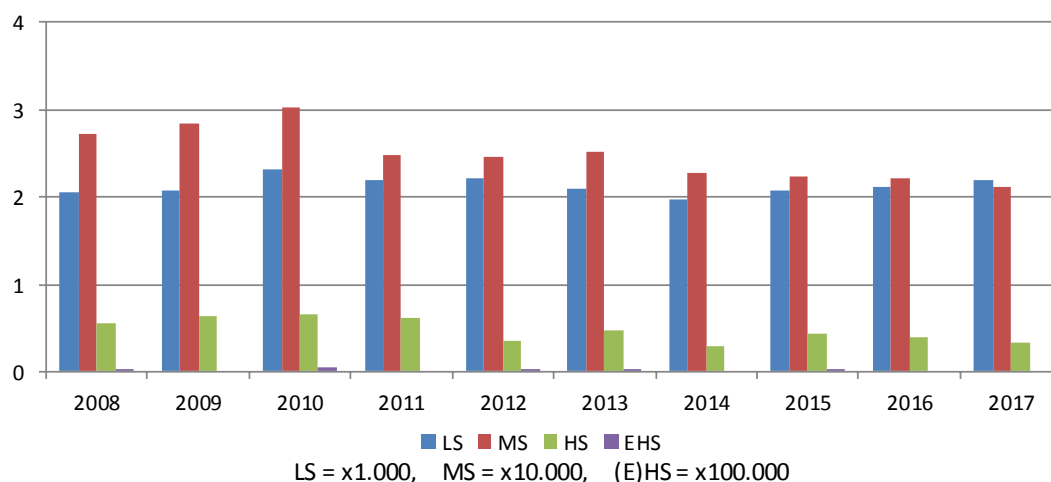
Tabel 3.1 Kwaliteitsindicatoren voor onvoorziene onderbrekingen in Nederland

Kwaliteitsindicator	2017	Gemiddelde 2012-2016	Vershil 2017 t.o.v. 2012-2016
<b>Onderbrekingen</b>	<b>20.193</b>	<b>18.943</b>	<b>6,6%</b>
EHS net	0	1,0	-
HS net	27	32	-15,1%
MS net	1.783	1.908	-6,6%
LS net	18.383	17.002	8,1%
<b>Getroffen klanten per onderbreking</b>	<b>115</b>	<b>138</b>	<b>-17,1%</b>
EHS net	0	202.650	-
HS net	29.822	16.224	83,8%
MS net	658	824	-20,1%
LS net	18	19	-6,0%
<b>Gem. onderbrekingsduur [min]</b>	<b>88,3</b>	<b>77,2</b>	<b>14,4%</b>
EHS net	0,0	98,5	-
HS net	87,0	26,8	224,6%
MS net	72,8	74,4	-2,3%
LS net	146,2	157,2	-7,0%
<b>Jaarlijkse uitvalduur [min/jaar]</b>	<b>24,4</b>	<b>24,8</b>	<b>-1,7%</b>
EHS net	0,0	2,4	-
HS net	8,4	1,7	392,1%
MS net	10,2	14,3	-29,1%
LS net	5,8	6,3	-8,2%
<b>Onderbrekingsfrequentie [aantal/jaar]</b>	<b>0,276</b>	<b>0,322</b>	<b>-14,1%</b>
EHS net	0,000	0,025	-
HS net	0,097	0,064	51,6%
MS net	0,140	0,193	-27,4%
LS net	0,040	0,040	-1,3%

### 3.1.1. Aantal onvoorziene onderbrekingen

Er zijn in 2017 in totaal 20.193 onderbrekingen geregistreerd; dit is 6,6% meer dan het vijfjarig gemiddelde. Het laagspanningsnet neemt met 18.383 onderbrekingen het gros van de onderbrekingen voor zijn rekening. In het middenspanningsnet hebben 1.783 onderbrekingen plaatsgevonden. Het afgelopen jaar zijn in het hoogspanningsnet 27 onderbrekingen opgetreden. In het extra hoogspanningsnet hebben zich in 2017 geen onderbrekingen voorgedaan.

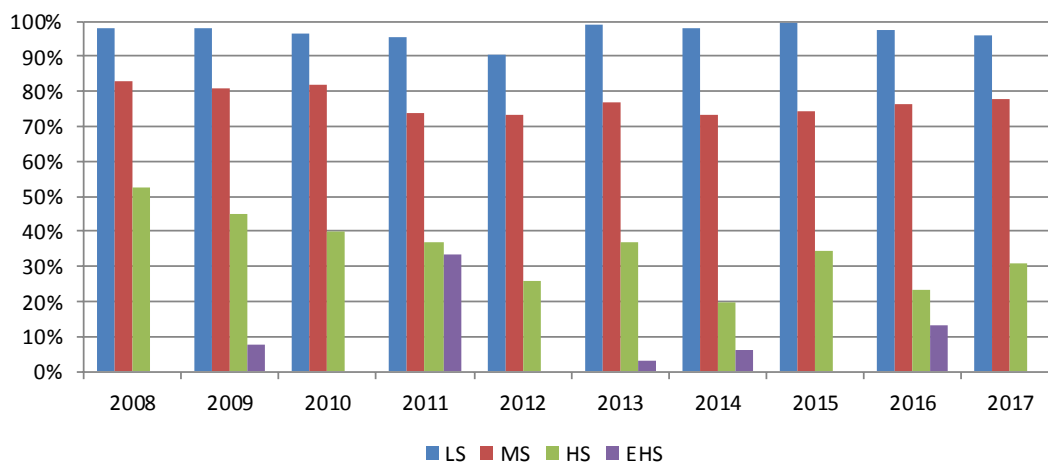
Figuur 3.1 geeft voor de afgelopen tien jaar het aantal geregistreerde onderbrekingen weer. Een vergelijking met betrekking tot het absolute aantal onderbrekingen over de jaren heen is niet goed te maken. Dit omdat het aantal klanten en het aantal netcomponenten namelijk jaarlijks fluctueert, wat leidt 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 per klant, 2008 – 2017

### 3.1.2. Getroffen klanten per onvoorziene onderbreking

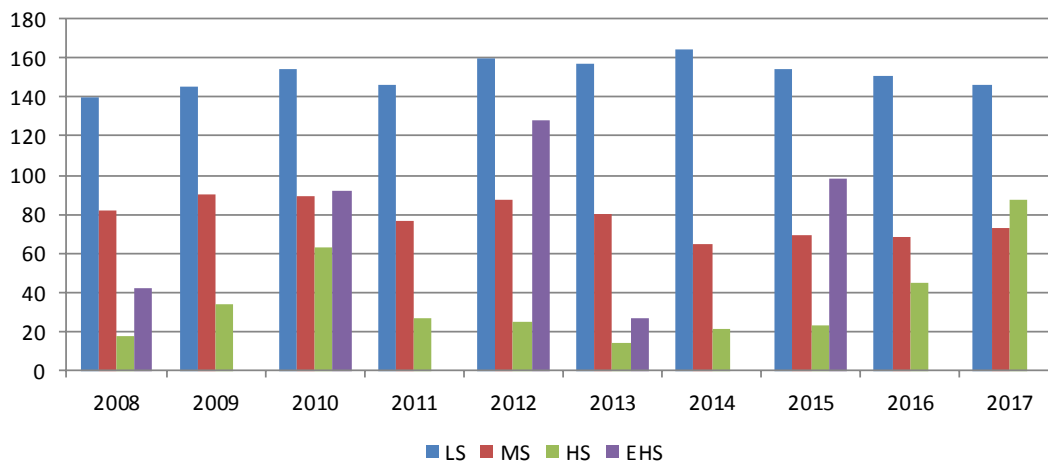
Niet alle storingen leiden tot onderbrekingen. Door dubbele uitvoering (redundantie) komen onderbrekingen ten gevolge van storingen in de (extra) hoogspanningsnetten relatief het minst vaak voor. In Figuur 3.2 is het percentage storingen weergegeven dat ook daadwerkelijk tot een onderbreking bij een klant leidt. Een onderbreking trof in 2017 gemiddeld 115 klanten. Het vijfjarig gemiddelde bedraagt 138 klanten per onderbreking. Het percentage van de storingen dat resulteerde in een onderbreking in 2017 was 31% voor het hoogspanningsnet, ruim 77% voor het middenspanningsnet en ruim 96% voor het laagspanningsnet. In het extrahoogspanningsnet hebben zich geen onderbrekingen voorgedaan.



Figuur 3.2 Percentage storingen dat leidt tot een onderbreking per netvlak, 2008 – 2017

### 3.1.3. Onderbrekingsduur

De gemiddelde onderbrekingsduur bedroeg in 2017 88,3 minuten. Dit is ruim 14% hoger 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 87 minuten in het afgelopen jaar, dit is een stijging van ruim 224% ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde van 26,8 minuten. Het geringe aantal onderbrekingen in het HS-net heeft als gevolg dat de onderbrekingsduur sterk afhankelijk is van grote onderbrekingen en daardoor jaarlijks ook aanzienlijk kan variëren. In het extra hoogspanningsnet hebben zich in 2017 geen onderbrekingen voorgedaan.



Figuur 3.3 Gemiddelde onderbrekingsduur bij een klant per netvlak in minuten, 2008 – 2017

De onderbrekingen in het middenspanningsnet waren in 2017 gemiddeld in 72,8 minuten verholpen. Ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde is de onderbrekingsduur ruim 2% gedaald. Deze daling kan verklaard worden doordat er steeds meer distributie automatisering in het middenspanningsnet wordt toegepast. Denk hierbij aan op afstand uitleesbare storingsverkliekers en op afstand bedienbare schakelaars. De



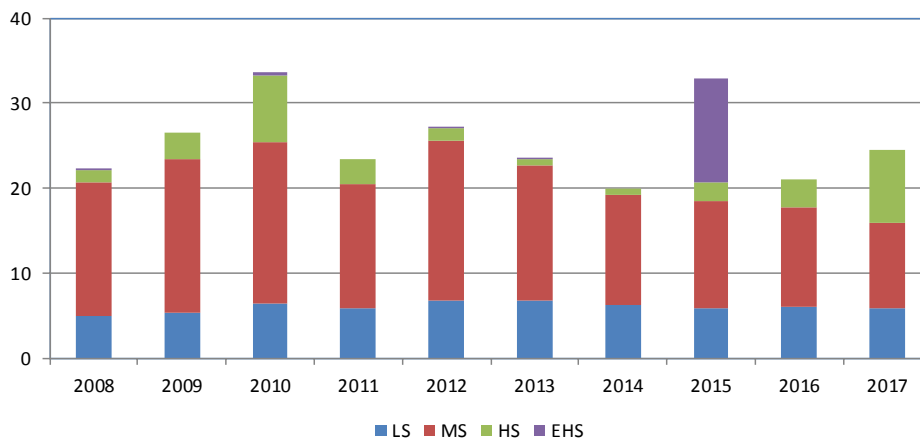
onderbrekingstijd kan hierdoor verkort worden. In het laagspanningsnet bedraagt de gemiddelde onderbrekingsduur 146,2 minuten in 2017. Dit is een daling van 7% ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde.

### 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 2017 gemiddeld met een lagere uitvalduur geconfronteerd dan in de afgelopen 5 jaar het geval was. De jaarlijkse uitvalduur bedroeg 24,4 minuten, en ligt hiermee 0,4 minuten onder het vijfjarige gemiddelde. Als het vijfjarige gemiddelde (24,8 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 13,5 minuten. In Engeland bedraagt het vijfjarig gemiddelde van de jaarlijkse uitvalduur 92,5 minuten, in Frankrijk bedraagt de jaarlijkse uitvalduur meer dan 51,5 minuten [1]. 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]

Evenals in voorgaande jaren hebben de onderbrekingen in het middenspanningsnet het grootste aandeel in de totale uitvalduur (41,8%). Het hoogspanningsnet draagt 34,4% bij op de totale uitvalduur. Dit is grotendeels veroorzaakt door een storing in Amsterdam. Omgerekend naar percentages was de beschikbaarheid 99,995354% in 2017 en 99,995299% over de voorgaande vijf jaren.

In 2017 hebben er geen onderbrekingen in het extra hoogspanningsnet plaatsgevonden. De jaarlijkse uitvalduur in het hoogspanningsnet bedraagt 8,4 minuten en ligt daarmee fors boven het vijfjarig gemiddelde van 1,7 minuten. Deze stijging wordt veroorzaakt door de grootste onderbreking. De jaarlijkse uitvalduur in het middenspanningsnet bedraagt 10,2 minuten en ligt daarmee ruim 29% onder het vijfjarig gemiddelde van 14,3 minuten. De jaarlijkse uitvalduur in het laagspanningsnet bedraagt 5,8 minuten en ligt daarmee ruim 8% onder 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.



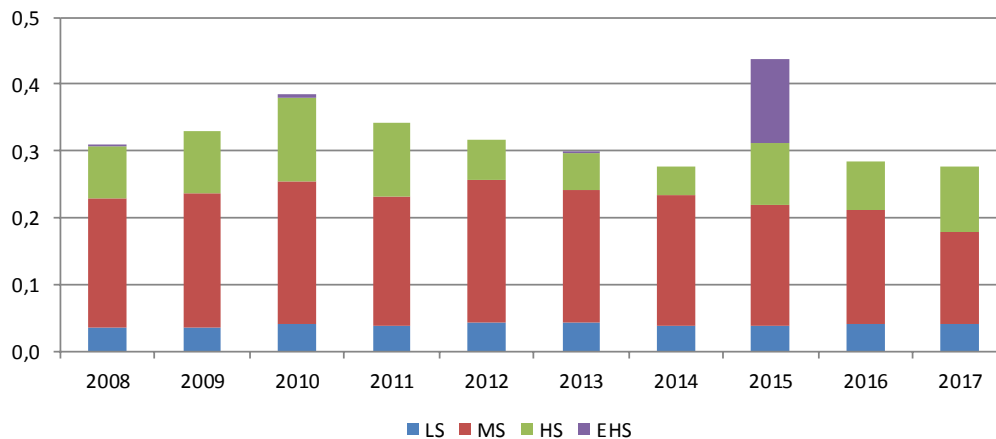
Stijging is

Figuur 3.4 Jaarlijkse uitvalduur bij een klant per netvlak in minuten per jaar, 2008 – 2017

### 3.1.5. Onderbrekingsfrequentie

In 2017 is een klant gemiddeld 0,276 keer met een onderbreking geconfronteerd. Op basis van dit gegeven wordt een Nederlandse klant gemiddeld eens in de 3,6 jaar door een stroomonderbreking getroffen. De onderbrekingsfrequentie is ruim 14% lager dan het vijfjarig gemiddelde. De afname is met name veroorzaakt door een daling van ruim 27% in het middenspanningsnet. De onderbrekingsfrequentie in het hoogspanningsnet

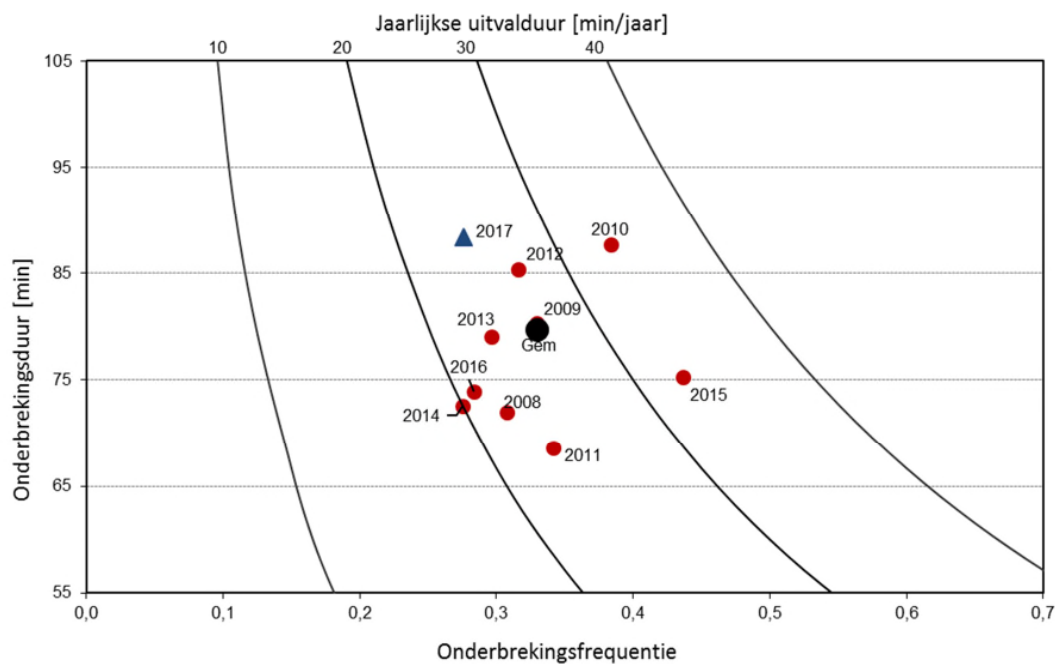
is daarentegen fors gestegen met ruim 51% van 0,064 naar 0,097. De onderbrekingsfrequentie voor het laagspanningsnet is nagenoeg gelijk in vergelijking met het vijfjarig gemiddelde. Figuur 3.5 geeft de onderbrekingsfrequentie per klant per netvlak weer voor de afgelopen tien jaar.



Figuur 3.5 Onderbrekingsfrequentie bij een klant per netvlak per jaar, 2008-2017

### 3.1.6. Kwaliteitsindicatoren 2008-2017

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 de figuur is tevens het gemiddelde over de afgelopen tien jaar af te lezen. Het jaar 2017 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. Uit Figuur 3.6 blijkt dat de gemiddelde onderbrekingsduur, de onderbrekingsfrequentie en de jaarlijkse uitvalduur over de laatste tien jaar, fluctueert.



Figuur 3.6 Onderbrekingsduur, onderbrekingsfrequentie en jaarlijkse uitvalduur, 2008 – 2017

### 3.2 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.

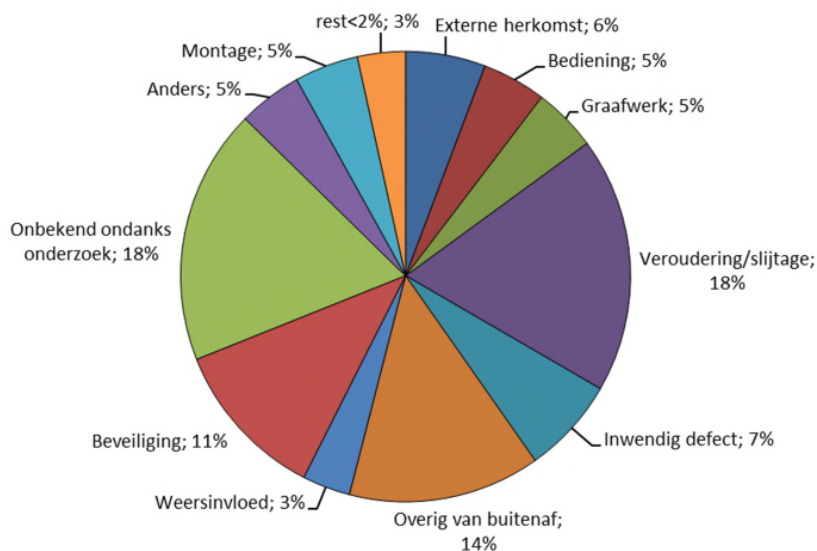
#### 3.2.1. Extra hoogspanningsnetvlak

Het extra hoogspanningsnet (hoger dan 150 kV) heeft een lengte van ruim 2.860 kilometer en is, over het algemeen, 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 2008 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 naar de klant. 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 2017 waren er geen storingen in het extra hoogspanningsnet die geleid hebben tot een onderbreking. In de voorgaande vijf jaren varieerde het aantal onderbrekingen van nul tot twee.

#### 3.2.2. Hoogspanningsnetvlak

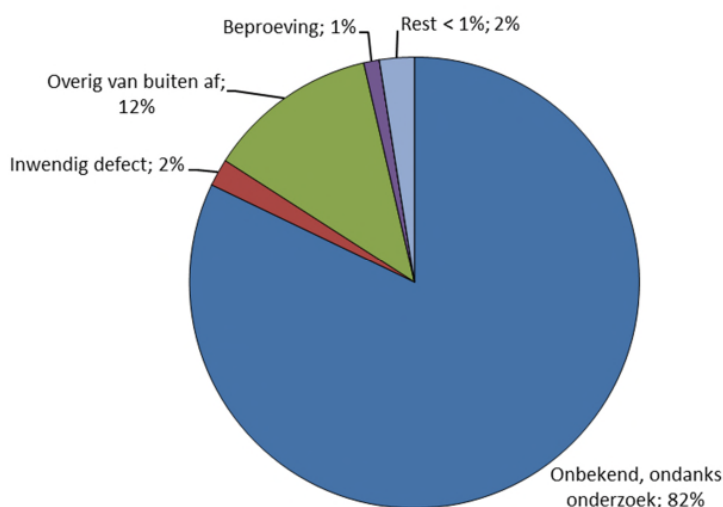
Het hoogspanningsnet (50 kV, 110 kV en 150 kV) heeft een totale lengte van ongeveer 9.565 kilometer en is, over het algemeen, redundant uitgevoerd. Stroomonderbrekingen in het hoogspanningsnet treffen doorgaans duizenden klanten, maar kunnen meestal snel worden opgelost door middel van omschakelmogelijkheden. In Figuur 3.7 zijn de oorzaken van storingen in het hoogspanningsnet verdeeld over verschillende categorieën, en afgebeeld als percentage van het totaal aantal storingen (87 stuks).



Figuur 3.7 Storingsoorzaken hoogspanning, 2017

In 2017 werden de meeste storingen veroorzaakt in de categorie 'veroudering/slijtage' (18%) en 'Onbekend ondanks onderzoek' (18%), gevolgd door de oorzaak 'overig van buitenaf' met 14% van het aantal storingen.

Figuur 3.8 geeft de uitvalduur van de belangrijkste oorzaken van onderbrekingen in het hoogspanningsnet als percentage van de verbruikersminuten.

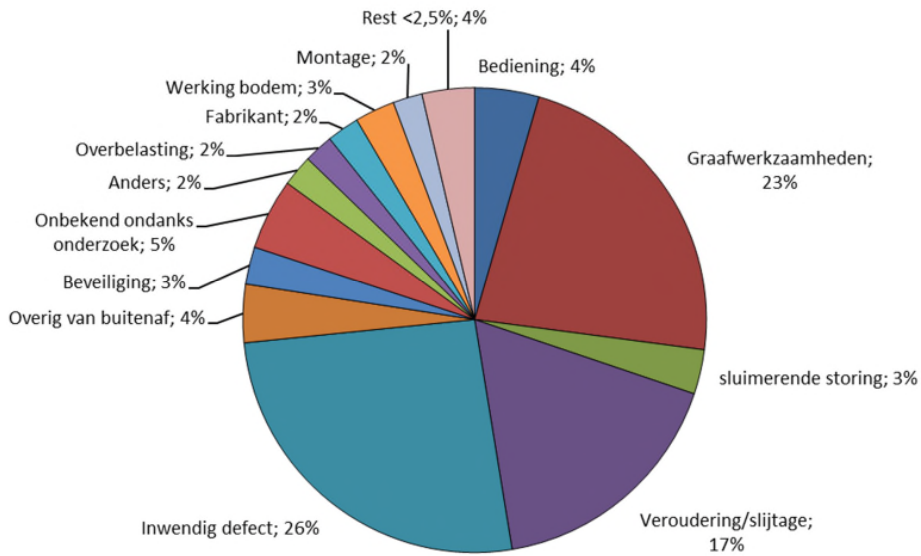


Figuur 3.8 Verdeling verbruikersminuten naar storingsoorzaak hoogspanning, 2017

In Figuur 3.8 is te zien dat de categorie 'Onbekend ondanks onderzoek' in 2017 verantwoordelijk was voor 82% van de verbruikersminuten. Het aantal onderbrekingen met deze oorzaak bedraagt 3 van de 27 onderbrekingen. De categorie 'Overige van buitenaf' is verantwoordelijk voor 12% van de verbruikersminuten, het betreft hier 5 onderbrekingen.

### 3.2.3. Middenspanningsnetvlak

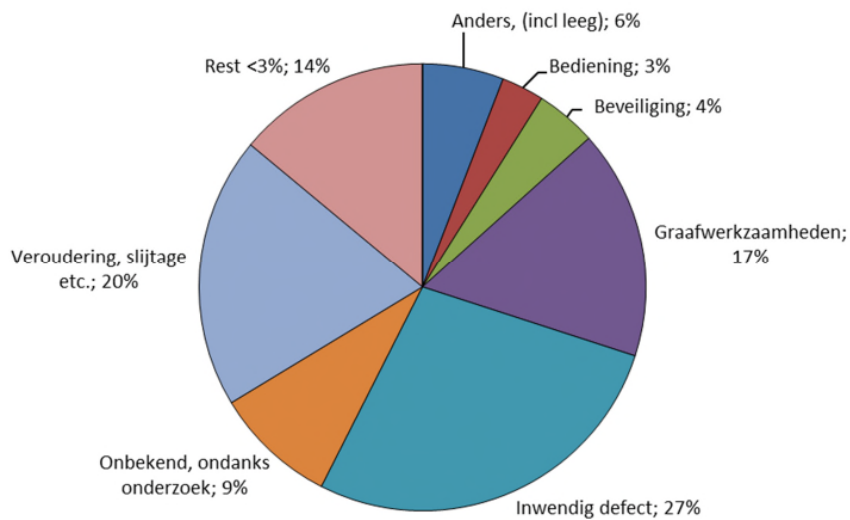
Het middenspanningsnet heeft een totale lengte van ongeveer 107.760 kilometer en is geheel ondergronds uitgevoerd. De netten zijn doorgaans uitgevoerd in twee delen; transport- en distributiedeel. Het transport deel is redundant uitgevoerd en het distributiedeel is grotendeels ringvormig uitgelegd met 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 ruim 75% 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 3.9 geeft de belangrijkste oorzaken weer van storingen in het middenspanningsnet in 2017.



*Figuur 3.9 Storingsoorzaken middenspanning, 2017*

In 2017 is 'Inwendig defect' de belangrijkste storingsoorzaak, met 26% van de storingen. De oorzaak 'Graafwerkzaamheden', eindigt met 23% op de tweede plaats. Op de derde plaats van oorzaken eindigt 'veroudering/slijtage' met 17%. 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 3.10 geeft de verbruikersminuten van de belangrijkste oorzaken van onderbrekingen weer als percentage van het totale aantal verbruikersminuten in het middenspanningsnet. De categorieën 'inwendig defect' en 'veroudering/slijtage' dragen met respectievelijk 27% (457 onderbrekingen) en 20% (319 onderbrekingen) bij aan de verbruikersminuten, gevolgd door 'graafwerkzaamheden' met 17% (414 onderbrekingen).

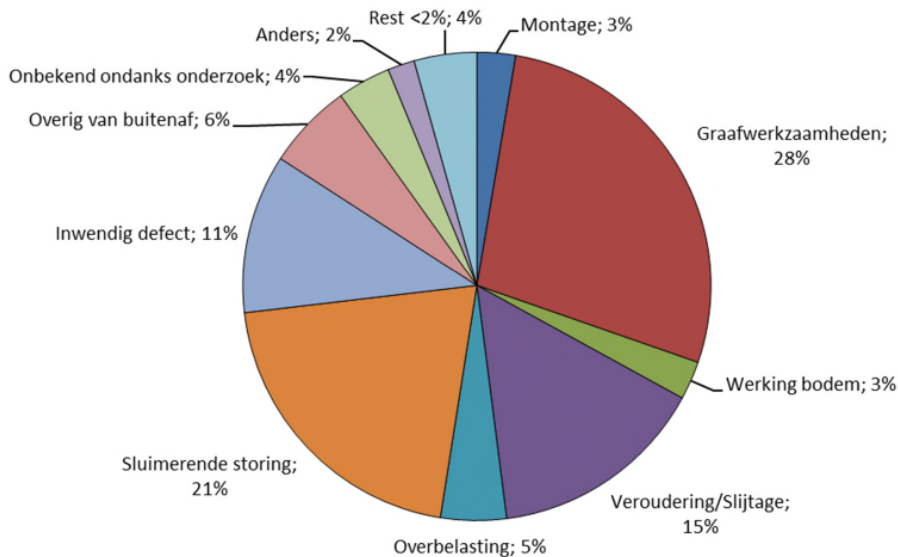


*Figuur 3.10 Verdeling verbruikersminuten naar storingsoorzaak middenspanning, 2017*

### 3.2.4. Laagspanningsnetvlak

Het laagspanningsnet heeft een totale lengte van ongeveer 235.985 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 120 km.

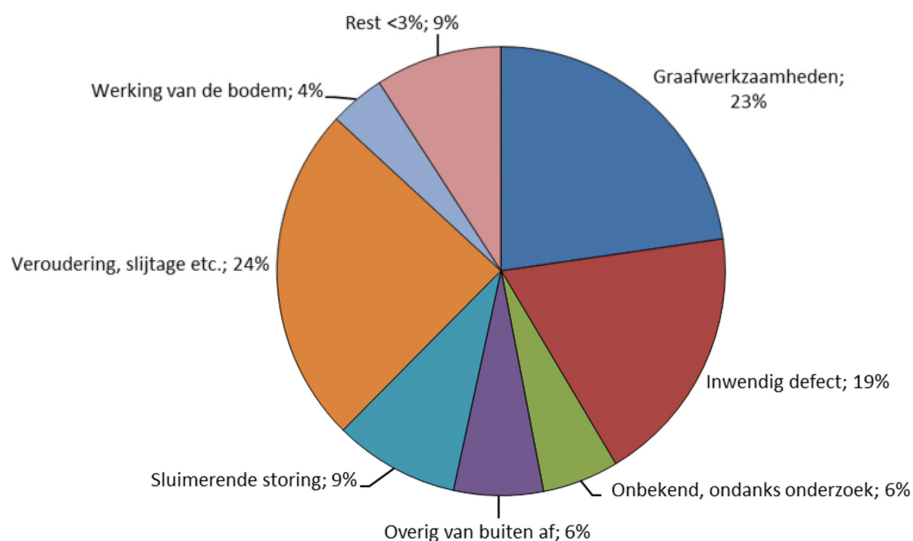
In tegenstelling tot de midden- en hoogspanningsnetten zijn de laagspanningsnetten meestal enkelvoudig uitgevoerd en niet redundant. Dit houdt in dat een storing in het algemeen direct leidt tot een onderbreking van de elektriciteitslevering. Als er een storing plaatsvindt, moet eerst de plek van de 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 3.11 geeft de storingsoorzaken voor laagspanning weer. 'Graafwerkzaamheden' is met 28% 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 2017 goed voor 15% 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 3.11 Storingsoorzaken laagspanning, 2017

Figuur 3.12 geeft de verbruikersminuten van de belangrijkste oorzaken van onderbrekingen weer als percentage van de totale verbruikersminuten in het laagspanningsnet. In de figuur is te zien dat 'veroudering slijtage' 24% van de verbruikersminuten in het laagspanningsnet veroorzaakt, terwijl deze categorie 15% van de laagspanningsstoringen veroorzaakt (zie Figuur 3.11). 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. Dit is te verklaren door het feit dat bij laatstgenoemde twee storingsoorzaken het lokaliseren van de storingsplaats geruime tijd in beslag kan nemen.



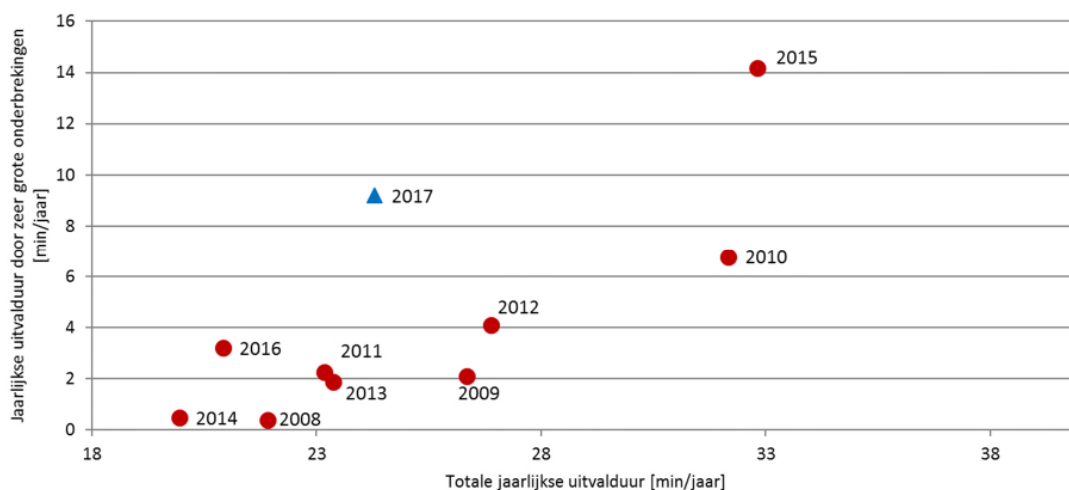


Figuur 3.12 Verdeling verbruikersminuten naar storingsoorzaak laagspanning, 2017

### 3.3 Tien grootste onderbrekingen

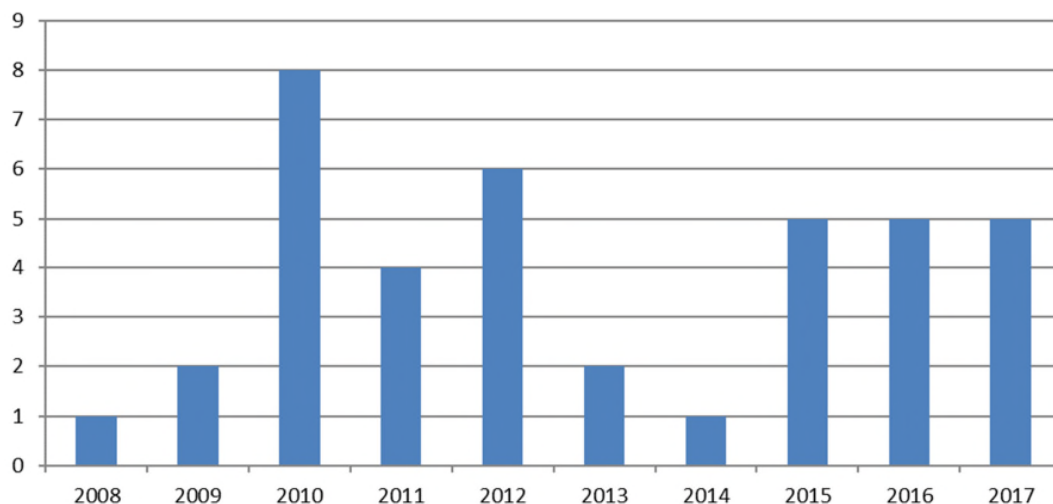
De tien grootste onderbrekingen hebben een aandeel van 9,99 minuten in de jaarlijkse uitvalduur van 24,4 minuten. De grootste onderbreking had een omvang van bijna 57,5 miljoen verbruikersminuten en nam bijna 7 van de 24,4 minuten van de jaarlijkse uitvalduur voor haar rekening. Het aandeel zeer grote onderbrekingen (omvang van meer dan 2,5 miljoen verbruikersminuten) bedraagt 9,27 minuten.

Figuur 3.13 laat het verband zien tussen de totale jaarlijkse uitvalduur en de jaarlijkse uitvalduur die veroorzaakt is door zeer grote onderbrekingen. Bijlage A: Top tien grootste onderbrekingen 2017 bevat een beschrijving van de tien grootste onderbrekingen in 2017.



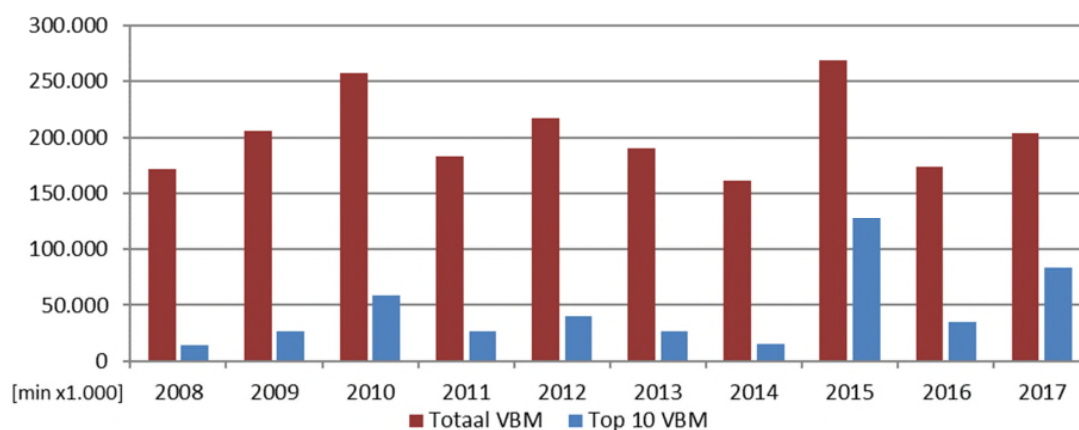
Figuur 3.13 Jaarlijkse uitvalduur totaal versus zeer grote onderbrekingen, 2008 – 2017

Figuur 3.14 toont het aantal jaarlijkse zeer grote onderbrekingen over de periode 2008 tot en met 2017. De figuur laat zien dat, afgezien van de laatste drie jaar, het aantal zeer grote onderbrekingen per jaar sterk varieert. In 2017 waren er vijf zeer grote onderbrekingen.



Figuur 3.14 Aantal zeer grote onderbrekingen, 2008 - 2017

In Figuur 3.15 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 over de afgelopen 10 jaar op circa 20%.



Figuur 3.15 Totaal aantal verbruikersminuten en aandeel tien grootste onderbrekingen, 2008 – 2017

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de tien grootste onderbrekingen in de afgelopen 10 jaar. Er is één onderbreking uit 2017 terug te vinden in de tabel. Deze bevindt zich op de derde plaats met bijna 57,5 miljoen verbruikersminuten.

Tabel 3.2 Tien grootste onderbrekingen in Nederland, 2008 - 2017

#	Jaar	Plaats	Verbruikersminuten
1	2015	Diemen	99.785.104
2	2008	Tiel en de Bommelerwaard	70.749.933
<b>3</b>	<b>2017</b>	<b>Amsterdam</b>	<b>57.488.258</b>
4	2010	Sassenheim	16.747.238
5	2009	Tiel en Zaltbommel	13.280.725
6	2016	Diemen	12.687.638
7	2013	Enschede	12.335.305
8	2012	Rotterdam	9.890.709
9	2011	Tiel en de Bommelerwaard	8.664.054
10	2010	Nijmegen	8.220.163

## 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 2017. Voorziene onderbrekingen zijn onderbrekingen die onder andere het gevolg zijn van nieuwbouw, vervanging/sanering of reparaties. Kenmerk is dat de betreffende aangeslotenen tijdig worden geïnformeerd. Onderhoud aan het net is noodzakelijk om de betrouwbaarheid op een hoog niveau te houden. Vanaf 2008 is met een deelnamepercentage van 100% gerapporteerd over voorziene onderbrekingen.

Voorziene onderbrekingen komen voornamelijk voor in het laagspanningsnet (99,3% van het aantal getroffen klanten in 2017), vanwege het ontbreken van redundantie. De jaarlijkse uitvalduur in 2017 voor een klant als gevolg van voorziene onderbrekingen bedraagt circa 7 minuten. Eén op de 26 klanten werd in 2017 geconfronteerd met een onderbreking ten gevolge van voorziene werkzaamheden.

Tabel 4.1 bevat een overzicht van de belangrijkste kwaliteitsindicatoren voor de voorziene onderbrekingen van 2017, 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. In Bijlage G: Tabellen voorziene onderbrekingen 2017 is het (extra)hoogspanningsnet niet opgenomen.

Tabel 4.1 Kwaliteitsindicatoren voorziene onderbrekingen

Kwaliteitsindicator	2017	Gemiddelde 2012-2016	Vershil 2017 t.o.v. 2012-2016
<b>Getroffen klanten</b>	<b>326.829</b>	<b>268.467</b>	<b>22%</b>
MS net	2.318	3.792	-39%
LS net	324.511	264.675	23%
<b>Gem. onderbrekingsduur [min]</b>	<b>180</b>	<b>170</b>	<b>5%</b>
MS net	160	178	-10%
LS net	180	170	6%
<b>Jaarlijkse uitvalduur [min/jaar]</b>	<b>7,018</b>	<b>5,624</b>	<b>25%</b>
MS net	0,044	0,083	-46%
LS net	6,974	5,541	26%
<b>Onderbrekingsfrequentie [aantal/jaar]</b>	<b>0,0391</b>	<b>0,0330</b>	<b>18%</b>
MS net	0,0003	0,0005	-40%
LS net	0,0388	0,0325	19%

Het aantal getroffen klanten is ten opzichte van het vijfjarige gemiddelde sterk gestegen met nagenoeg 22%. De onderbrekingsfrequentie is ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde met ongeveer 5% toegenomen. De gemiddelde onderbrekingsduur ligt in 2017 met 180 minuten 5% hoger dan het vijfjarig gemiddelde.

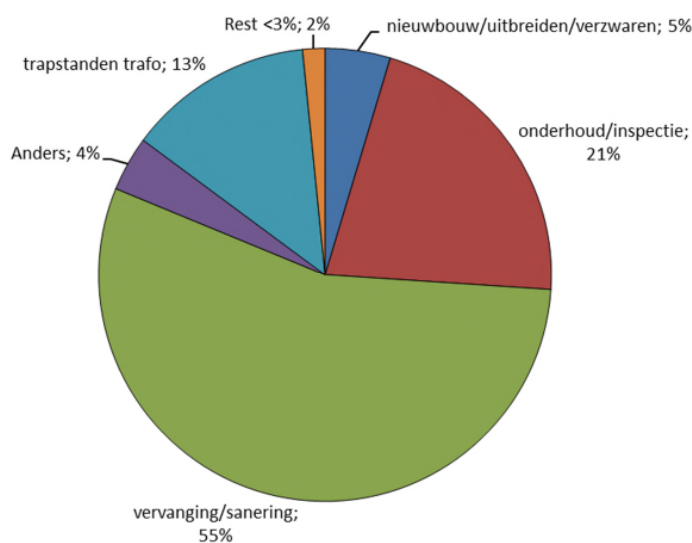
### 4.1 (Extra) hoogspanningsnetvlak

Er zijn in 2017 geen voorziene onderbrekingen geregistreerd met een oorsprong in het (extra) hoogspanningsnet. Bijlage G: Tabellen voorziene onderbrekingen 2017 bevat dan ook geen rapportblad met betrekking tot voorziene onderbrekingen in het (extra) hoogspanningsnet.

## 4.2 Middenspanningsnetvlak

In 2017 hebben de voorziene onderbrekingen in het middenspanningsnet een gemiddelde onderbrekingsfrequentie van 0,0003. Dit houdt in dat een klant gemiddeld eens in de 3.333 jaar zal worden getroffen door een voorziene onderbreking in een middenspanningsnet. De gemiddelde duur van de voorziene onderbrekingen in het middenspanningsnet bedraagt in 2017 2,7 uur (160 minuten). Dit ligt onder het vijfjarig gemiddelde van 178 minuten. De jaarlijkse uitvalduur komt uit op 0,044 minuten. Dit is 46% minder ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde. Het aantal getroffen klanten in het middenspanningsnet bedraagt 2.318 en is hiermee 39% afgenomen ten opzichte van het vijfjarig gemiddelde.

Figuur 4.1 toont het percentage voorzien getroffen klanten onderscheiden naar aanleiding. De aanleiding 'vervanging/sanering' is goed voor ruim 55% van het aantal getroffen klanten. Op een tweede plaats staat 'onderhoud/inspectie' met ruim 21% van het aantal getroffen klanten. Op de derde plaats staat 'trapstanden trafo' met ruim 13%. Bijlage G: Tabellen voorziene onderbrekingen 2017 bevat een rapportblad met betrekking tot voorziene onderbrekingen in het middenspanningsnet.

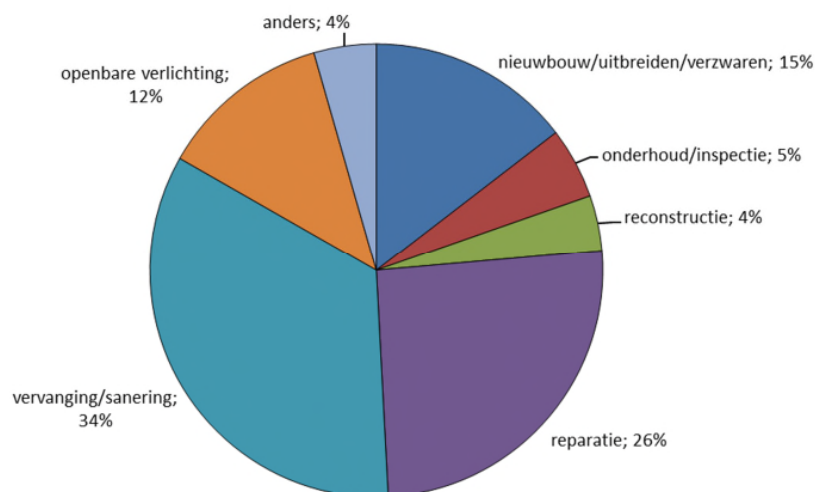


Figuur 4.1 Voorzien getroffen aantal klanten per aanleiding door voorziene onderbrekingen in het MS-net, 2017

## 4.3 Laagspanningsnetvlak

In 2017 hebben de voorziene onderbrekingen in het laagspanningsnet een gemiddelde onderbrekingsfrequentie van 0,0388. Dit houdt in dat een klant gemiddeld eens in de 25,7 jaar zal worden getroffen door een voorziene onderbreking in het laagspanningsnet. De gemiddelde duur van de onderbrekingen bedraagt ongeveer 3 uur (180 minuten). Dit is 5% langer in vergelijking met het vijfjarig gemiddelde. De gemiddelde jaarlijkse uitvalduur per laagspanningsklant is in 2017 6,9 minuten, en is daarmee 26% hoger dan het vijfjarig gemiddelde van 5,5 minuten.

Figuur 4.2 toont het percentage voorzien getroffen laagspanningsklanten onderscheiden naar aanleiding. De aanleiding 'vervanging/sanering' vormt met 34% de grootste categorie, gevolgd door 'reparatie' en 'nieuwbouw/uitbreiden/verzwaren' met respectievelijk 26% en 15%.



Figuur 4.2 Voorzien getroffen aantal klanten per aanleiding door voorziene onderbrekingen in het LS-net, 2017

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. In 2017 zijn er 59.836 klanten meer getroffen dan het vijfjarige gemiddelde. Dit is een stijging van 22,6%. Echter kan hier jaarlijks grootte verschillen optreden door bijvoorbeeld het onderhoudsbeleid van een netbeheerders en slijtage van componenten.

Tabel 4.2 Voorziene getroffen LS-klanten per aanleiding, absoluut

Aanleiding	2017	Gemiddelde 2012-2016	Vershil 2017 t.o.v. 2012-2016
nieuwbouw/uitbreiden/verzwaren	47.280	45.982	1.298
onderhoud/inspectie	16.449	8.929	7.520
reconstructie	12.870	13.718	-848
reparatie	82.940	78.883	4.057
vervanging/sanering	110.649	85.255	25.394
trapstanden trafo aanpassen	317	299	18
openbare verlichting	39.861	27.036	12.825
anders (incl. leeg)	14.145	4.573	9.572
<b>Totaal</b>	<b>324.511</b>	<b>264.675</b>	<b>59.836</b>

Tabel 4.3 Voorziene getroffen LS-klanten per aanleiding, procentueel

Aanleiding	2017	Gemiddelde 2012-2016	Vershil 2017 t.o.v. 2012-2016
nieuwbouw/uitbreiden/verzwaren	14,6%	17,4%	-2,8%
onderhoud/inspectie	5,1%	3,4%	1,7%
reconstructie	4,0%	5,2%	-1,2%
reparatie	25,6%	29,8%	-4,2%
vervanging/sanering	34,1%	32,2%	1,9%
trapstanden trafo aanpassen	0,1%	0,1%	0,0%
openbare verlichting	12,3%	10,2%	2,1%
anders (incl. leeg)	4,4%	1,7%	2,6%



## 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 Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid en volledigheid van de storingsregistratie is afhankelijk van de nauwkeurigheid van registreren door de netbeheerders. Een toename van het kwaliteitsbewustzijn in de jaren negentig heeft ertoe geleid dat de registratie steeds nauwkeuriger gebeurt. Met name op het gebied van de laagspanningsstoringen. De komst van de Elektricitwet 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.
1990	Afname aandeel laagspanningsstoringen door vervanging bovengronds net door ondergronds net.
1991	Van handmatige, centrale naar geautomatiseerde, decentrale registratie.
1994	Verschijsing 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 Elektricitwet 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	<p>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.</p> <p>Er wordt over 2006 voor het eerst gerapporteerd over onderbrekingen die het gevolg zijn van voorziene reparatie- en onderhoudswerkzaamheden. Het betreft vooralsnog een bedrijfsinterne rapportage, totdat de volledigheid en kwaliteit van de gegevens voldoende zijn.</p>
2008	<p>De kwaliteit van de gegevens over de voorziene onderbrekingen is in 2008 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 2008 voor het eerst gerapporteerd.</p>
2008	<p>In dit jaar is het beheer van de meeste 110 kV- en 150 kV-netten overgedragen van de regionale netbeheerders naar landelijke netbeheerder. 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.</p>
2012	<p>De Nestor handleiding E is aangepast evenals het Kwaliteit beheersplan.</p>
2013	<p>Er is een E-learning cursus ontwikkeld. Alle netbeheerders zorgen ervoor dat betrokken medewerkers deze cursus gaan volgen</p>
2014	<p>Extra aandacht voor de kwaliteit van de registratie, onder meer door audits bij alle deelnemende netbeheerders en de organisatie van een gezamenlijke workshop.</p>
2017	<p>Start ontwikkeling nieuw registratiesysteem (Nestor 2018) en opstellen uniforme validatieregels.</p>

## Referenties

- [1] Council of European Energy Regulators (CEER), „6th CER Benchmarking report on the quality of electricity and gas supply - 2016 / Annex A to chapter "Electricity - continuity of supply",” 2016. [Online]: <https://www.ceer.eu/documents>.
- [2] Council of European Energy Regulators (CEER), „6th CEER Benchmarking report on the quality of electricity and gas supply,” 2016. [Online]: <https://www.ceer.eu/documents>.
- [3] TenneT, „TenneT netkaart,” 2017. [Online]: <https://www.hoogspanningsnet.com/tennet-netkaart-2017/>.
- [4] Switch Expert BV, 2018. [Online]: <https://www.energieleveranciers.nl/netbeheerders/elektriciteit>

## Bijlagen

Bijlage A: Top tien grootste onderbrekingen 2017	31
Bijlage B: Begrippenlijst	42
Bijlage C: Tabellen laagspanning 2017	44
Bijlage D: Tabellen middenspanning 2017	46
Bijlage E: Tabellen hoogspanning 2017	49
Bijlage F: Tabellen extra hoogspanning 2017	52
Bijlage G: Tabellen voorziene onderbrekingen 2017	55

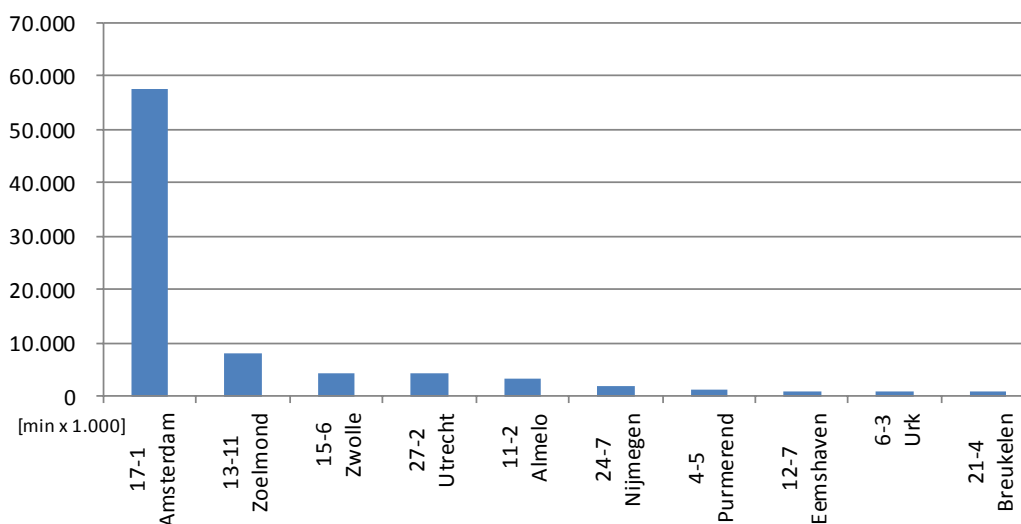
## Bijlage A: Top tien grootste onderbrekingen 2017

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 2017.

Tabel A.1 Top tien grootste onderbrekingen, 2017

#	Netvlak	Plaats	Aanvangsdatum	Verbruikersminuten
1	HS	Amsterdam	17-01-2017	57.488.258
2	HS	Zoelmond	13-11-2017	7.981.208
3	MS	Zwolle	15-06-2017	4.311.632
4	MS	Utrecht	27-02-2017	4.300.295
5	MS	Almelo	11-02-2017	3.146.456
6	MS	Nijmegen	24-07-2017	1.802.927
7	HS	Purmerend	04-05-2017	1.380.187
8	MS	Eemshaven	12-07-2017	1.086.027
9	MS	Urk	06-03-2017	926.548
10	HS	Breukelen	21-04-2017	787.831

Figuur A.1 bevat een overzicht van de omvang van de tien onderbrekingen met de grootste omvang in 2017. De omvang varieert van 787.831 tot 57.488.258 verbruikersminuten. Zonder deze tien onderbrekingen was de jaarlijkse uitvalduur in 2017 bijna 10 minuten lager uitgevallen.



Figuur A.1 Aantal verbruikersminuten van tien grootste onderbrekingen, 2017

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>1</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Amsterdam</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>17 januari 2017, 04:19</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>364.415</b>
<b>Omvang:</b>	<b>57.488.258 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>150 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op 17 januari 2017 werd het 150 kV station Hemweg spanningsloos door het uitschakelen van de gehele 150 kV installatie. Hierdoor zijn eveneens een aantal omringende stations afgeschakeld waardoor in totaal 364.415 klanten spanningsloos zijn geworden.

#### **Oorzaken**

In een 150 kV veld van het 150kV station Hemweg is een stroomtransformator defect geraakt. Door het niet selectief afschakelen van het betreffende 150 kV veld is de gehele 150 kV installatie onbedoeld afgeschakeld door de railbeveiliging.

#### **Maatregelen**

De netbeheerder heeft onafhankelijk onderzoek laten doen naar de oorzaak en achtergronden van dit incident. De conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek worden daar waar noodzakelijk verwerkt in de relevante procedures en installatiedelen worden aangepast.



<b>Top 10 ranking:</b>	<b>2</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Zoelmond</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>13 november 2017, 19:01</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>24.449</b>
<b>Omvang:</b>	<b>7.981.208 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>50 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op maandagavond 13 november om 19:01 valt de hoogspanningsverbinding naar het onderstation in Culemborg uit. Hierdoor vallen zowel het onderstation en de regelstations in Beesd en Buurmalsen uit en komen 24.449 klanten in de gemeentes Culemborg en Geldermalsen zonder elektriciteit te zitten. Om 00:29 is de energievoorziening hersteld.

#### **Oorzaak**

Na inspectie van de hoogspanningslijnen ter plekke blijken de bliksemdraden geraakt te zijn tijdens een laagvliegeroefening van een helikopter van Defensie. Deze zijn op de hoogspanningslijnen terechtgekomen waardoor kortsluiting is ontstaan. Na het verwijderen van de bliksemdraden kan de energievoorziening hersteld worden.

#### **Maatregelen**

De daarop volgende periode is de schade door het ongeluk hersteld: de bliksemdraden zijn hersteld en de twee beschadigde hoogspanningsmasten zijn gerepareerd. Er heeft onderzoek plaatsgevonden naar de oorzaak en het herstel van de storing. Voor een netbeheerder zijn dit soort ongelukken niet uit te sluiten aangezien dit gebied is aangewezen als militair oefenterrein voor laagvliegen. Uit het onderzoek zijn vervolgacties naar voren gekomen ter verbetering van de communicatie bij een grote storing.

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>3</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Zwolle</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>15 juni 2017, 08:22</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>27.529</b>
<b>Omvang:</b>	<b>4.311.632 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>10 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op woensdag 15 juni 2017 om 8:22 explodeerde een spanningstransformator in het HS/MS-station Zwolle-Frankhuis. De fout werd door de aanwezige lichtboogbeveiliging direct afgeschakeld, waarmee verdere schade aan de installatie voorkomen werd. Door deze afschakeling raakte de gehele rail spanningsloos en zaten er ruim 27.000 klanten zonder spanning.

#### **Oorzaak**

De oorzaak was een kortsluiting in de spanningstransformator van de MS-installatie op het HS/MS-station Zwolle-Frankhuis.

#### **Maatregelen**

Door de ontploffing van de spanningstransformator was er aanzienlijke schade aan de MS-installatie ontstaan en was er veel rookontwikkeling. Hierdoor werd in eerste instantie een inspectie uitgevoerd om te bepalen of de reserverail van de installatie in gebruik genomen kon worden. Na beproeving bleek deze rail in orde te zijn en kon begonnen worden met het bijschakelen van alle klanten. Om 15:13 waren alle klanten weer voorzien van spanning.

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>4</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Utrecht</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>27 februari 2017, 23:58</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>20.874</b>
<b>Omvang:</b>	<b>4.300.295 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>10 kV</b>

### Karakteristieken

Op maandag 27 februari 2017 kwam er in het EMS om 23:58u een melding binnen dat in 50/10kV station Utrecht Merwedekanaal (UMK) de vermogensschakelaar (VS) van 10kV-veld 12-08 en transformator AV13 uitgeschakeld was. Hierdoor werden 179 middenspanningsruimtes spanningsloos waarbij er 20.874 klanten werden getroffen. Er werden verschillende storingsploegen van de netbeheerder gemobiliseerd. 18 Minuten later werd er door medewerkers van de centrale, rook gemeld uit het 'Reus-gebouw'. Het bedrijfsvoeringcentrum stuurde hierop de brandweer aan. Na ventilatie van het gebouw door de brandweer was het veilig om het gebouw te betreden. Na inspectie bleek dat er in het 10kV-veld 12-08 een brand heeft gewoed. Op 28 februari 2017 om 5:32 waren alle klanten weer voorzien van spanning.

### Oorzaak

De inrijcontacten van de vermogensschakelaar van 10kV-veld 12-08 zijn onder de vaste contacten van de installatie geschoven tijdens het inrijden van de VS. Bij de nominale belasting (43 A) gaf dit geen probleem. Het mankement is daardoor niet eerder aan het licht gekomen. Door het omschakelen van belasting (ombouw 50/10kV station Utrecht Leidseveer) heeft de 4-voudiging van de belasting (179 A) uiteindelijk geleid tot een oververhitting. De combinatie van de foute positie van de contacten en de toegenomen belasting heeft tot een aanzienlijke warmteontwikkeling geleid. Dit leidde tot het afbranden van het middelste contact. Hierna ontstond een vlamboog tussen het tegencontact en het vingercontact, waarna de temperatuur exponentieel gestegen is. Door de warmte is de aluminium bovenplaat van het VS-compartiment zodanig verzwakt dat de 'brokstukken' op de railcontacten van de vermogensschakelaar terecht zijn gekomen. Deze gebeurtenis veroorzaakte een 3-fasenrail kortsluiting, welke na 3 seconden werd afgeschakeld.

### Maatregelen

- De controle van de hoogte van de inrijcontacten moet opgenomen worden in het onderhouds-protocol.
- N.a.v. dit incident is er een actie uitgezet om alle schakelaars van sectie 12 & 13 te controleren in station UMK. I.v.m. om-/nieuwbouw van station Utrecht Leidseveer en de SA-ombouw van UMK is deze actie nog niet afgerond tijdens het schrijven van deze rapportage. De inrijcontacten van de tot nu gecontroleerde schakelaars zitten allemaal op de juiste positie.

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>5</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Almelo</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>11 februari 2017, 11:21</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>26.801</b>
<b>Omvang:</b>	<b>3.146.456 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>10 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op zaterdag 11 februari 2017 is er een aardsluiting opgetreden in het HS/MS-station Almelo-Mosterdpot. Bij aankomst van de monteur van de netbeheerder op het station constateerde hij rookontwikkeling in een eindsluiting van een kabel in de MS-installatie. Om uitlaande brand te voorkomen schakelde het bedrijfsvoeringscentrum om 11:21 de MS-installatie af. Hierdoor werd een beperkt aantal klanten van de bovenliggende netbeheerder getroffen, maar vooral een groot aantal klanten van de onderliggende netbeheerder, welke gevoed worden door de MS-installatie.

#### **Oorzaak**

De oorzaak was een defect in de eindsluiting waarmee de transformator kabel was aangesloten op de MS-installatie. Hierdoor raakte de eindsluiting oververhit en ontstond de rookontwikkeling.

#### **Maatregelen**

Om veiligheidsredenen wordt bij rookontwikkeling eerst een inspectie ter plaatse uitgevoerd, om de oorzaak te vinden. Hierdoor heeft het langere tijd geduurd, voordat een reservetransformator kon worden ingeschakeld. Na de inschakeling van de reservetransformator kon begonnen worden met het bijschakelen van alle klanten. De laatste klanten hadden om 13:37 weer spanning.

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>6</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Nijmegen</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>24 juli 2017, 07:13</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>9.271</b>
<b>Omvang:</b>	<b>1.802.927 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>10 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op maandag 24 juli 2017 staan werkzaamheden gepland aan een transformator in onderstation Winselingseweg in Nijmegen. Om dit onderhoud veilig en goed te kunnen uitvoeren, moet de transformator uitgeschakeld worden. Om 6:54 beginnen hiervoor de voorbereidende handelingen. Om 7:13 volgt een explosie en wordt de gehele 10 kV installatie en regelstation Leuth spanningsloos. Hierdoor komen 9.271 klanten in de gemeente Berg en Dal zonder elektriciteit te zitten. In verband met de rookontwikkeling in het onderstation wordt de brandweer ingeschakeld. Vervolgens wordt iedereen stapsgewijs via omliggende stations weer van elektriciteit voorzien. Om 10:35 is de energievoorziening hersteld.

#### **Oorzaak**

Nadat de transformator is uitgeschakeld, moet deze ter plekke volledig gescheiden worden door de betreffende vermogensschakelaar uit te rijden. Onbedoeld wordt een verkeerde vermogensschakelaar, die in bedrijf is, uitgereden. Dit heeft een explosie tot gevolg. Onderzoek wijst uit dat de vergrendeling van de vermogensschakelaar defect is, deze moet voorkomen dat een schakelaar uitgereden kan worden als deze belasting voert. Deze vergrendeling vertoonde te veel speling waardoor de vergrendeling niet goed functioneerde.

#### **Maatregelen**

De schade die is ontstaan, is gerepareerd en de vermogensschakelaar is vervangen. De verbeterpunten uit het onderzoek zijn opgenomen in de checklist, die tijdens onderhoudswerkzaamheden wordt gebruikt.

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>7</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Purmerend</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>4 mei 2017, 14:45</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>24.093</b>
<b>Omvang:</b>	<b>1.380.187 VBM</b>
<b>Netvlak:</b>	<b>50 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op donderdagmiddag om 14:45 schakelt in onderstation "Purmerend Schaepmanstraat" een transformator uit door de beveiliging. Tegelijkertijd schakelen in het onderstation ook de vermogensschakelaars van de twee voedende 50kV kabels uit. Hiermee valt onderstation "Purmerend Schaepmanstraat" uit en komen 24.093 klanten in de gemeentes Purmerend, Waterland en Beemster zonder elektriciteit te zitten. Technici zijn om 15:17 ter plaatse en constateren een olie lekkage aan de transformator. Ze zien geen afwijkingen aan de installatie en de andere transformatoren. De twee andere transformatoren op het onderstation "Purmerend Schaepmanstraat" worden weer in bedrijf genomen. Om 15:43 hebben alle klanten weer spanning.

#### **Oorzaak**

Uit het onderzoek aan de transformator is gebleken dat er overslag heeft plaatsgevonden in de regelschakelaar. Hierdoor is een kortsluiting ontstaan die de transformator onherstelbaar heeft beschadigd. Vervolgens worden ook beide voedende kabels afgeschakeld. Dit is veroorzaakt door de aanwezigheid van een ouder type beveiligingsrelais. Dit type beveiligingsrelais kan dit soort storingen niet correct detecteren en geeft in dit soort gevallen een onterecht uitschakelsignaal.

#### **Maatregelen**

De transformator is vervangen. Het onderhoudsinterval voor transformatoren met dit type regelschakelaars is bijgesteld naar één jaar in plaats van twee jaar zodat afwijkingen eerder worden geconstateerd. De populatie van het oude type beveiligingsrelais is in kaart gebracht. Op locaties waar deze verouderde relais een onterechte afschakeling zouden kunnen geven, worden deze komende jaren vervangen.

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>8</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Eemshaven</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>12 juli 2017, 23:47</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>6.155</b>
<b>Omvang:</b>	<b>1.086.027 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>20 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op woensdag 12 juli 2017 om 23:47 kwamen er op het bedrijfsvoeringscentrum van de netbeheerder diverse (stand)meldingen binnen over een aardsluiting en een aantal uitgeschakelde vermogensschakelaars. Al snel was duidelijk dat het MS-verdeelstation Eemshaven-West geheel was afgeschakeld.

#### **Oorzaak**

De oorzaak was een kortsluiting in de 20kV rail van de middenspanningsinstallatie op het MS-verdeelstation Eemshaven-West.

#### **Maatregelen**

Nadat de storingsdienst van de netbeheerder ter plaatse was, werd de oorzaak van de storing vastgesteld. Hierna werd begonnen met herstel van levering. Mede door de aanwezigheid van Distributie Automatisering (DA) kon het grootste deel van de klanten snel weer worden voorzien van spanning. Na een aantal verdere omschakelingen en een koppeling met een naburig net konden ook de meeste overige klanten weer voorzien worden van spanning. De laatste klanten hadden op 13 juli 2017 om 03:39 weer spanning.

<b>Top 10 ranking:</b>	<b>9</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Urk</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>6 maart 2017, 11:29</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>6.458</b>
<b>Omvang:</b>	<b>926.548 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>10 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op maandagochtend 6 maart vallen om 11:29 de ondergrondse kabels naar schakelstation "Pieter Romkesstraat" in Urk uit. Hierdoor vallen ook twee omliggende schakelstations uit en komen 6.458 klanten zonder elektriciteit te zitten. Na enkele testen worden de schakelstations weer gefaseerd ingeschakeld en om 14:00 hebben alle klanten weer spanning.

#### **Oorzaak**

Deze onderbreking is veroorzaakt door één defecte kabel, waarbij door de beveiliging onterecht alle voedende kabels zijn afgeschakeld. De kabel is defect geraakt bij graafwerkzaamheden voor de aanleg van een nieuw gemaal met damwanden. De vervolgstoring is veroorzaakt door een onterechte afschakeling van de kabels door een incorrecte instelling van een beveiligingsrelais.

#### **Maatregelen**

De defect geraakte kabel is enkele dagen later gerepareerd. De instellingen van de beveiligingen in dit schakelstation zijn opnieuw berekend en aangepast. Tevens zijn in deze regio de beveiligingsinstellingen gecontroleerd en, indien nodig, aangepast.



<b>Top 10 ranking:</b>	<b>10</b>
<b>Plaats:</b>	<b>Breukelen</b>
<b>Aanvang tijdstip:</b>	<b>21 april 2017, 14:00</b>
<b>Aantal getroffen klanten:</b>	<b>41.140</b>
<b>Omvang:</b>	<b>787.831 VBM</b>
<b>Netspanning:</b>	<b>150 kV</b>

#### **Karakteristieken**

Op 21 april 2017 werd op het 150 kV station Breukelen door een uitschakelcommando transformator 2 afgeschakeld. Op dat moment was transformator 1 uitbedrijf om werkzaamheden uit te voeren en waren alle klanten aangesloten op transformator 2.

Door de afschakeling van transformator 2 zijn 41.140 klanten spanningsloos geworden.

#### **Oorzaken**

Bij het testen van de uitgevoerde werkzaamheden aan transformator 1 zijn diverse schakelcommando's gegeven. Eén van de commando's in combinatie met een onjuist aangebrachte bedrading in de secundaire installatie heeft ervoor gezorgd dat de nog in bedrijf zijnde transformator 2 onbedoeld is afgeschakeld.

#### **Maatregelen**

De netbeheerder heeft een storingsanalyse uitgevoerd naar de oorzaak. De conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek worden daar waar noodzakelijk verwerkt in de relevante procedures en installatiedelen worden aangepast.

## Bijlage B: Begrippenlijst

### Netvlakken per spanningsniveau

- |                             |                   |              |                   |
|-----------------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| • Laagspanning (LS):        | nominale spanning | $\leq 1$ kV; |                   |
| • Middenspanning (MS):      | nominale spanning | $> 1$ kV     | en $< 35$ kV;     |
| • Hoogspanning (HS):        | nominale spanning | $\geq 35$ kV | en $\leq 150$ kV; |
| • Extra Hoogspanning (EHS): | nominale spanning | $> 150$ kV   | en $\leq 380$ kV. |

### Gemiddelde hersteltijd component

De gemiddelde tijdsduur dat een component is gerepareerd of vervangen. [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 hersteltijd component. Een netbeheerder kan door het treffen van tijdelijke maatregelen de elektriciteitslevering hervatten voordat de storing feitelijk verholpen is.

### Voorziede onderbrekingen

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

### 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. In dit geval dus de periode 2012 t/m 2016.

**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 2017

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	veroudering slijtage	bediening	weersinvloed	overbelasting	sluimerende storing	inwendig defect	overige van buitenaf	onbekend ondanks onderz.	anders (incl. leeg)	externe herkomst	totaal
	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]	[ - ]
ogn-GPLK	5	10	23	761	63	26	458	8	1	29	51	267	78	134	11	0	1925
ogn-kunststof kabel	5	7	46	1312	60	23	183	5	7	25	43	304	146	92	34	0	2292
<b>subtotaal ogn</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>69</b>	<b>2073</b>	<b>123</b>	<b>49</b>	<b>641</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>54</b>	<b>94</b>	<b>571</b>	<b>224</b>	<b>226</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>4217</b>
ogh-GPLK	4	10	76	1083	139	49	663	2	2	39	28	179	137	79	41	0	2531
ogh-kunststof kabel	12	7	116	1827	105	41	211	4	14	21	26	294	340	61	58	0	3137
<b>subtotaal ogh</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>192</b>	<b>2910</b>	<b>244</b>	<b>90</b>	<b>874</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	<b>54</b>	<b>473</b>	<b>477</b>	<b>140</b>	<b>99</b>	<b>0</b>	<b>5668</b>
lijn, lijnisol., lijnklempaal	0	0	0	5	0	0	22	0	35	0	2	7	16	1	26	0	114
<b>subtotaal kabel + lijn</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>261</b>	<b>4988</b>	<b>367</b>	<b>139</b>	<b>1537</b>	<b>19</b>	<b>59</b>	<b>114</b>	<b>150</b>	<b>1051</b>	<b>717</b>	<b>367</b>	<b>170</b>	<b>0</b>	<b>9999</b>
kunststof mof	83	1	102	143	66	81	347	0	5	0	9	479	76	118	2	0	1512
massa mof	12	0	16	84	47	33	552	1	2	0	7	341	57	125	3	0	1280
<b>subtotaal mof</b>	<b>95</b>	<b>1</b>	<b>118</b>	<b>227</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>899</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>820</b>	<b>133</b>	<b>243</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2792</b>
kunststof eindsluiting	0	0	36	8	9	14	113	1	3	3	0	43	71	12	14	0	327
massa eindsluiting	2	0	5	1	5	11	76	0	1	0	0	14	29	6	8	0	158
<b>subtotaal eindsluiting</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>41</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>189</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>485</b>
(patroon)lastscheider	0	2	5	2	0	4	20	1	5	31	48	13	12	12	5	0	160
laagspan.rek/kast	0	0	21	5	2	8	43	1	5	11	1	22	116	23	26	0	284
smeltveiligheid	0	61	14	3	0	16	84	5	8	203	72	79	3	18	7	0	573
anders (incl. leeg)	2	5	49	51	9	22	99	92	21	507	3659	69	58	25	120	0	4788
<b>subtotaal overig</b>	<b>2</b>	<b>68</b>	<b>89</b>	<b>61</b>	<b>11</b>	<b>50</b>	<b>246</b>	<b>99</b>	<b>39</b>	<b>752</b>	<b>3780</b>	<b>183</b>	<b>189</b>	<b>78</b>	<b>158</b>	<b>0</b>	<b>5805</b>
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	42
<b>totaal</b>	<b>125</b>	<b>103</b>	<b>509</b>	<b>5285</b>	<b>505</b>	<b>328</b>	<b>2871</b>	<b>120</b>	<b>109</b>	<b>869</b>	<b>3946</b>	<b>2111</b>	<b>1139</b>	<b>706</b>	<b>355</b>	<b>42</b>	<b>19123</b>

Tabel C.2 Kwaliteitsindicatoren van LS-storingen per component

LS3: kengetallen van LS-storingen per component									
component/kentel	aantal storingen [-]	aantal onderbrekingen [-]	aantal eenheden [-]	eenheid	aantal storingen per 100 eenheden [1/periode*100]	gemid. hersteltijd component (over storingen) [uur:mm]	gemid. hersteltijd component (over onderbrekingen) [uur:mm]		
ogn-GPLK	1925	1872	51034	km	3,77	17:57	17:49		
ogn-kunststof kabel	2292	2083	94804	km	2,42	12:47	10:08		
<b>subtotaal ogn</b>	<b>4217</b>	<b>3955</b>	<b>145838</b>	<b>km</b>	<b>2,89</b>	<b>15:08</b>	<b>13:46</b>		
ogh-GPLK	2531	2405	22483	km	11,26	14:28	08:35		
ogh-kunststof kabel	3137	2964	67544	km	4,64	10:33	07:27		
<b>subtotaal ogh</b>	<b>5668</b>	<b>5369</b>	<b>90027</b>	<b>km</b>	<b>6,30</b>	<b>12:18</b>	<b>07:58</b>		
lijn,lijnisol.,lijnkleem,paal	114	74	120	km	95,00	77:51	51:23		
<b>subtotaal kabel+lijn</b>	<b>9999</b>	<b>9398</b>	<b>235985</b>	<b>km</b>	<b>4,24</b>	<b>14:15</b>	<b>10:45</b>		
kunststof mof	1512	1508	3846119	stuk	0,04	20:21	20:24		
massa mof	1280	1277	1751396	stuk	0,07	29:11	28:38		
<b>subtotaal mof</b>	<b>2792</b>	<b>2785</b>	<b>5597515</b>	<b>stuk</b>	<b>0,05</b>	<b>24:24</b>	<b>24:11</b>		
kunststof eindsluiting	327	322	1501350	stuk	0,02	14:07	09:46		
massa eindsluiting	158	158	814643	stuk	0,02	18:55	18:55		
<b>subtotaal eindsluiting</b>	<b>485</b>	<b>480</b>	<b>2315993</b>	<b>stuk</b>	<b>0,02</b>	<b>15:41</b>	<b>12:47</b>		
(patroon)laatscheider	160	160	601817	stuk	0,03	12:41	12:41		
laagspan.rek/kast	284	269	168402	stuk	0,17	83:32	54:35		
smeltveiligheid	573	561	2602956	stuk	0,02	04:47	04:51		
anders (incl. leeg)	4788	4688				03:47	03:12		
<b>subtotaal overig</b>	<b>5805</b>	<b>5678</b>	<b>3373175</b>	<b>stuk</b>	<b>0,17</b>	<b>08:02</b>	<b>06:04</b>		
externe herkomst	42	42				05:12	05:12		
<b>totaal</b>	<b>19123</b>	<b>18383</b>	<b>235985</b>	<b>km</b>	<b>8,10</b>	<b>13:51</b>	<b>11:23</b>		

## Bijlage D: Tabellen middenspanning 2017

Tabel D.1 Aantal MS-storingen per component per spanningsniveau

MS1: aantal MS-storingen per component per spanningsniveau						
component	3 - 5 kV [-]	6 - 12,5 kV [-]	20 kV [-]	25-30 kV [-]	Totaal [-]	
kabel	36	777	6	10	829	
mof	9	773	6	1	789	
eindsluiting	2	47	1	0	50	
<b>subtotaal</b>	<b>47</b>	<b>1597</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>1668</b>	
aardingschakelaar	0	2	0	0	2	
vermogensschakelaar	0	75	0	4	79	
lastscheider	0	53	0	3	56	
scheider	1	9	0	0	10	
<b>subtotaal</b>	<b>1</b>	<b>139</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>147</b>	
smoorspoel	0	4	0	0	4	
rail	0	23	2	0	25	
transformator	3	55	0	3	61	
sec. installatie	0	111	0	3	114	
smeltveiligheid	1	22	0	0	23	
anders (incl. leeg)	5	236	2	3	246	
<b>subtotaal</b>	<b>9</b>	<b>451</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>473</b>	
externe herkomst	2	7	0	0	9	
<b>totaal</b>	<b>59</b>	<b>2194</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>2297</b>	



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	bediening	graafwerk	werking bodem	vocht	veroudering slijtage	inwendig defect	overige van buitenaf	weersinvloed	beproeving	overbelasting	beveiliging	sluimrend	onbek. ondanks onderz.	anders (incl. leeg)	externe herkomst	totaal
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
kabel (papier-lood)	0	0	0	5	408	37	2	101	47	19	7	2	2	0	11	39	5	0	685
kabel (kunststof)	0	1	2	2	96	3	3	7	9	9	1	0	0	0	0	7	4	0	144
<b>subtotaal kabel</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>504</b>	<b>40</b>	<b>5</b>	<b>108</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>46</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>829</b>
mof (masse)	2	0	0	6	6	7	2	85	251	1	1	5	0	0	13	0	1	0	374
mof (kunststof)	35	0	19	0	2	4	0	63	100	3	1	0	1	0	1	2	1	0	232
mof (olie)	9	0	3	0	2	10	0	75	78	2	0	0	1	0	3	0	0	0	183
<b>subtotaal mof</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>223</b>	<b>429</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>789</b>
enclsluiting (masse)	0	0	0	0	0	1	2	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
encls. (kunststof)	0	0	4	0	2	0	4	5	4	1	0	0	0	0	0	6	1	0	27
enclsluiting(olie/vet)	0	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	0	1	2	1	0	11
<b>subtotaal enclsd.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>50</b>
raai	0	0	3	0	0	0	3	1	4	6	1	0	0	0	0	5	2	0	25
transformator	0	1	2	0	0	0	2	5	26	10	0	0	3	0	4	8	0	0	61
aardingschakelaar	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
verm. schakelaar	0	2	1	2	0	0	3	17	20	7	0	0	11	1	2	8	5	0	79
lastscheider	1	0	3	1	0	0	5	10	25	7	0	0	0	0	0	2	2	0	56
scheider	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10
smoorpoel	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
sec. installatie	3	5	5	3	0	0	1	7	10	2	0	1	3	53	5	15	1	0	114
smeltveiligheid	0	0	0	1	0	0	0	9	4	2	0	0	1	1	1	2	2	0	23
anders (incl. leeg)	2	3	3	89	3	2	8	3	4	21	2	3	25	5	30	18	25	0	246
<b>subtotaal</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>96</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>55</b>	<b>100</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>43</b>	<b>60</b>	<b>42</b>	<b>58</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>620</b>
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<b>totaal</b>	<b>52</b>	<b>12</b>	<b>47</b>	<b>103</b>	<b>519</b>	<b>64</b>	<b>38</b>	<b>396</b>	<b>597</b>	<b>93</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>47</b>	<b>60</b>	<b>71</b>	<b>114</b>	<b>50</b>	<b>9</b>	<b>2297</b>

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 (storingen) [uu:mm:ss]	gem. hersteltijd comp. (onderbrekingen) [uu:mm:ss]
kabel (papier-lood)	685	584	78619	km	0,87	159:01:17	165:06:08
kabel (kunststof)	144	82	29140	km	0,49	115:49:20	131:34:21
<b>subtotaal</b>	<b>829</b>	<b>666</b>	<b>107759</b>	<b>km</b>	<b>0,77</b>	<b>151:31:04</b>	<b>160:58:26</b>
mof (massa)	374	286	145986	stuk	0,26	119:47:12	129:40:35
mof (kunststof)	232	200	306167	stuk	0,08	219:57:30	229:37:39
mof (olie)	183	159	156133	stuk	0,12	315:00:59	293:49:56
<b>subtotaal</b>	<b>789</b>	<b>645</b>	<b>608286</b>	<b>stuk</b>	<b>0,13</b>	<b>194:31:22</b>	<b>201:08:07</b>
eindsluiting (massa)	12	6	83212	stuk	0,01	131:11:45	80:45:00
eindsluiting (kunststof)	27	26	157943	stuk	0,02	146:00:47	151:34:48
eindsluiting (olie/vet)	11	6	115663	stuk	0,01	154:20:55	88:58:00
<b>subtotaal</b>	<b>50</b>	<b>38</b>	<b>356818</b>	<b>stuk</b>	<b>0,01</b>	<b>144:17:26</b>	<b>130:30:36</b>
rail	25	25	131244	stuk	0,02	158:09:46	158:09:46
transformator	61	45	133098	stuk	0,05	77:39:47	87:20:19
aardingsschakelaar	2	0	8779	stuk	0,02	02:15:00	
vermogensschakelaar	79	55	69344	stuk	0,11	127:30:22	150:01:51
lastscheider	56	35	343514	stuk	0,02	181:07:16	170:06:27
scheider	10	3	51832	stuk	0,02	74:25:59	02:31:35
smoorspoel	4	4	1712	stuk	0,23	244:04:30	244:04:30
secundaire installatie	114	47	63871	stuk	0,18	64:18:40	90:53:55
smeltveiligheid	23	18	206141	stuk	0,01	20:47:13	03:50:27
anders (incl. leeg)	246	195				63:35:38	66:40:51
<b>subtotaal</b>	<b>620</b>	<b>427</b>	<b>1009535</b>	<b>stuk</b>	<b>0,06</b>	<b>79:35:40</b>	<b>85:27:03</b>
externe herkomst	9	7				45:16:41	57:55:22
<b>totaal</b>	<b>2297</b>	<b>1783</b>	<b>107759</b>	<b>km</b>	<b>2,13</b>	<b>148:21:55</b>	<b>158:33:58</b>



## Bijlage E: Tabellen hoogspanning 2017

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	4	1	1	6	
lijn	5	6	13	24	
mof	1	0	0	1	
eindsluiting	0	1	2	3	
<b>subtotaal</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	
aardingsschakelaar	0	0	0	0	
vermogensschakelaar	3	1	7	11	
scheidingschakelaar	2	0	1	3	
<b>subtotaal</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	
rail	0	0	3	3	
transformator	5	2	5	12	
spanningstransformator	1	0	1	2	
stroomtransformator	0	0	1	1	
secundaire installatie	4	3	7	14	
overspanningsafleider	0	0	0	0	
condensatorbatterij	0	0	0	0	
compensatiespoel	0	0	0	0	
blusspoel	0	0	0	0	
anders (incl. leeg)	0	2	0	2	
<b>subtotaal</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	
externe herkomst	0	0	5	5	
<b>totaal</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>46</b>	<b>87</b>	

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

HS2C: aantal HS-storingen per component per oorzaak																			
component/oorzaak	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]					
	fabrikant	ontwerp	montage	bediening	graafwerk	werking bodem	vocht	veroudering slijtage	inwendig defect	overige van buitenaf	weersinvloed	beproeving	overbelasting	beveiliging	onbekend ondanks onderz.	anders (incl. leeg)	externe herkomst	totaal	
kabel	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
lijn	0	0	1	0	2	0	0	3	0	8	3	0	0	0	1	6	0	0	24
mof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
eindsluiting	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<b>subtotaal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>
aardingschakelaar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vermogenschakelaar	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	11
scheidingschakelaar	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<b>subtotaal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>
rail	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
transformator	0	0	1	0	0	0	0	3	1	2	0	0	1	0	1	2	0	0	12
spanningstransformator	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
stroomtransformator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
secundaire installatie	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	4	1	0	0	14
overspanningsafleider	0	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	0
compensatiepoel	0	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	0
anders (incl. leeg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<b>subtotaal</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
<b>totaal</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>87</b>	

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	6	0	4547	km	0,13	809:14:54			
lijn	24	7	5018	km	0,48	370:29:43	01:05:21		
<b>subtotaal</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>9565</b>	<b>km</b>	<b>0,31</b>	<b>458:14:45</b>	<b>01:05:21</b>		
mof	1	0	12767	stuk	0,01	728:45:00			
eindsluiting	3	0	2974	stuk	0,10	434:43:00			
<b>subtotaal</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>15741</b>	<b>stuk</b>	<b>0,03</b>	<b>508:13:30</b>			
aardingschakelaar	0	0	6446	stuk	0,00				
vermogenschakelaar	11	2	3878	stuk	0,28	219:41:03	00:25:14		
scheider	3	2	11565	stuk	0,03	426:01:15	40:49:45		
<b>subtotaal</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>21889</b>	<b>stuk</b>	<b>0,06</b>	<b>263:53:57</b>	<b>20:37:30</b>		
rail	3	2	872	stuk	0,34	58:29:19	25:45:59		
transformator	12	6	1086	stuk	1,10	296:42:14	88:28:16		
spanningstransformator	2	0	4612	stuk	0,04	293:18:00			
stroomtransformator	1	1	15193	stuk	0,01	04:21:41	04:21:41		
secundaire installatie	14	5	3390	stuk	0,41	21:26:16	20:26:53		
overspanningsafleider	0	0	3287	stuk	0,00				
condensatorbatterij	0	0	61	stuk	0,00				
compensatiespoel	0	0	11	stuk	0,00				
blusspoel	0	0	28	stuk	0,00				
anders (incl. leeg)	2	2				00:01:30	00:01:30		
<b>subtotaal</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>28540</b>	<b>stuk</b>	<b>0,12</b>	<b>136:05:23</b>	<b>43:03:48</b>		
externe herkomst	5	0				1934:18:24			
<b>totaal</b>	<b>87</b>	<b>27</b>	<b>9565</b>	<b>km</b>	<b>0,91</b>	<b>388:12:02</b>	<b>28:51:25</b>		

## Bijlage F: Tabellen extra hoogspanning 2017

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	0	4	4	
mof	0	0	0	
eindsluiting	0	6	6	
<b>subtotaal</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
aardingsschakelaar	0	0	0	
vermogensschakelaar	0	3	3	
scheidingschakelaar	0	2	2	
<b>subtotaal</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	
rail	0	1	1	
transformator	1	1	2	
spanningstransformator	0	1	1	
stroomtransformator	0	2	2	
secundaire installatie	1	3	4	
overspanningsafleider	0	0	0	
condensatorbatterij	0	0	0	
compensatiespoel	0	0	0	
blusspoel	0	0	0	
anders (incl. leeg)	0	1	1	
<b>subtotaal</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	
externe herkomst	0	0	0	
<b>totaal</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	

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

component/oorzaak	[-]	fabrikant	ontwerp	montage	bediening	graafwerk	werking bodem	vocht	veroudering slijtage	inwendig defect	overige van buitenaf	weersinvloed	beproeving	overbelasting	beveiliging	onbekend ondanks onderz.	anders (incl. leeg)	externe herkomst	totaal
kabel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lijn	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4
mof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
eindsluiting	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<b>subtotaal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
aardingschakelaar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vermogensschakelaar	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
scheidingschakelaar	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>subtotaal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
rail	0	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	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
spanningstransformator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
stroomtransformator	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
secundaire installatie	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
overspanningsafleider	0	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	0
compensatiespoel	0	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	0
anders (incl. leeg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<b>subtotaal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>
externe herkomst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>



Tabel F.3 Kwaliteitsindicatoren EHS-storingen per component

EHS3C: kengetallen EHS-storingen per component									
component	aantal storingen [c]	aantal onderbrekingen [c]	aantal eenheden [c]	eenheid	aantal storingen per 100 eenheden [1/periode*100]	gem. hersteltijd comp. (storingen) [uu:mm:ss]	gem. hersteltijd comp. (onderbrekingen) [uu:mm:ss]		
kabel	0	0	37	km	0,00				
lijn	4	0	2836	km	0,14	10:26:45			
<b>subtotaal</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2873</b>	<b>km</b>	<b>0,14</b>	<b>10:26:45</b>			
mof	0	0	241	stuk	0,00				
eindsluiting	6	0	203	stuk	2,96	3154:24:00			
<b>subtotaal</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>444</b>	<b>stuk</b>	<b>1,35</b>	<b>3154:24:00</b>			
aardingschakelaar	0	0	1326	stuk	0,00				
vermogensschakelaar	3	0	366	stuk	0,82	78:22:00			
scheider	2	0	903	stuk	0,22	02:28:30			
<b>subtotaal</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2595</b>	<b>stuk</b>	<b>0,19</b>	<b>48:00:36</b>			
rail	1	0	67	stuk	1,49	10:43:00			
transformator	2	0	111	stuk	1,80	41:50:30			
spanningstransformator	1	0	1022	stuk	0,10	00:35:00			
stroomtransformator	2	0	1420	stuk	0,14	571:43:00			
secundaire installatie	4	0	421	stuk	0,95	232:37:34			
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)	1	0				06:12:00			
<b>subtotaal</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>3551</b>	<b>stuk</b>	<b>0,31</b>	<b>197:44:18</b>			
externe herkomst	0	0							
<b>totaal</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>2873</b>	<b>km</b>	<b>0,90</b>	<b>822:26:12</b>			

## Bijlage G: Tabellen voorziene onderbrekingen 2017

Tabel G.1 Kwaliteitsindicatoren voorziene onderbrekingen laagspanning per 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]
<b>aanleiding</b>							
nieuwbouw / uitbreiding / verzwaring	1849	8599178	8368907	47280	181,878	0,00565	1,0275
onderhoud / inspectie	374	3156519	8368907	16449	191,897	0,00197	0,3772
reconstructie	596	1909700	8368907	12870	148,384	0,00154	0,2282
reparatie	3569	15530801	8368907	82940	187,253	0,00991	1,8558
vervangings / sanering	4369	18183532	8368907	110649	164,335	0,01322	2,1727
trapstanden transformator aanpassen	16	7971	8368907	317	25,144	0,00004	0,0010
openbare verlichting	1702	8608550	8368907	39861	215,964	0,00476	1,0286
anders (inclusief leeg)	123	2366767	8368907	14145	167,322	0,00169	0,2828
<b>totaal</b>	<b>12598</b>	<b>58363017</b>	<b>8368907</b>	<b>324511</b>	<b>179,849</b>	<b>0,03878</b>	<b>6,9738</b>

Tabel G.2 Kwaliteitsindicatoren voorziene onderbrekingen middenspanning per aanleiding

	aantal onderbrekingen [-]	verbruikers- minuten [minuten]	aantal aangesloten LS+MS-klanten [-]	aantal getroffen LS+MS-klanten [-]	gemiddeld per klant		
					onderbrekingsduur [minuten]	onderbrekings- frequentie [-/jaar]	jaarlijkse uitvalduur [minuten]
<b>aanleiding</b>							
nieuwbouw / uitbreiding / verzwaring	19	19386	8554214	114	170,057	0,00001	0,0023
onderhoud / inspectie	53	107891	8554214	524	205,900	0,00006	0,0126
reconstructie	3	1117	8554214	3	372,333	0,00000	0,0001
reparatie	2	1671	8554214	36	46,404	0,00000	0,0002
vervangings / sanering	37	257000	8554214	1351	190,229	0,00016	0,0300
openbare verlichting	8	3569	8554214	325	10,983	0,00004	0,0004
trapstanden transformator aanpassen	0	0	8554214	0	-1,000	0,00000	0,0000
anders (inclusief leeg)	2	233	8554214	96	2,422	0,00001	0,0000
<b>totaal</b>	<b>124</b>	<b>390867</b>	<b>8554214</b>	<b>2449</b>	<b>159,603</b>	<b>0,00029</b>	<b>0,0457</b>

## Colofon

Project	Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland, Resultaten 2017
Projectnummer	RA131645
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	<b>Movares Nederland B.V.</b> Movares Energy
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Frits Wattjes
Auteurs	Mick van der Vliet, Hans Wolse en Tom Bogaert
Kenmerk	ME-TB-180002200 / Versie 1.0
Datum	6 april 2018
Contactgegevens	<b>Netbeheer Nederland</b> Liane ter Maat (woordvoerder) Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 <a href="mailto:secretariaat@netbeheernederland.nl">secretariaat@netbeheernederland.nl</a>