

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2018

Versie: 1.0

Kenmerk: RA-ME-RL-180009853

Datum: 26 april 2019

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 onder meer de structuur van de nettarieven. Netbeheer Nederland stelt ook de algemene voorwaarden op voor aansluiting en transport.

Netbeheer
Nederland

The logo for Movares, featuring a stylized orange arc above the word "Movares" in a dark blue sans-serif font.

Autorisatieblad

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2018

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden leden werkgroep Spanningskwaliteit	01-04-2019
1.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking ontvangen reacties	26-04-2019

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Mick van der Vliet & Rik Luiten		25-04-2019
Gecontroleerd door	Hans Wolse		25-04-2019
Vrijgegeven door	Tom Bogaert		26-04-2019

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1. Inleiding	4
2. Bewaakte spanningsverschijnselen	5
2.1 Langzame spanningsvariatie	5
2.2 Snelle spanningsvariatie	5
2.3 Spanningsasymmetrie	5
2.4 Harmonische vervorming	6
2.5 Spanningsdips	6
3. Voorwaarden	7
3.1 Continue verschijnselen	7
3.1.1 Introductie	7
3.1.2 Laagspanningsnet	7
3.1.3 Middenspanningsnet	8
3.1.4 (Extra) hoogspanningsnet	9
3.2 Spanningsdips	10
3.2.1 Middenspanningsnet	10
3.2.2 (Extra) hoogspanningsnet	11
4. Toetsingsmethodiek	12
4.1 Langzame spanningsvariatie	12
4.1.1 Snelle spanningsvariatie	14
4.1.2 Spanningsasymmetrie	15
4.1.3 Harmonische vervorming	15
4.1.4 Spanningsdips	15
5. Van meten naar rapporteren	17
5.1 Meetlocaties en meetsysteem	17
5.1.1 Laag- en middenspanningsnet	17
5.1.2 Hoog- en extra hoogspanningsnet	18
5.2 Rapportage	20
5.2.1 Landelijke uitspraak	20
5.2.2 Grafische presentatie	21
5.2.3 Categorisatie spanningsdips	22
5.2.4 Individuele meetresultaten	22
6. Historische ontwikkelingen	24
Bijlagen	26
Bijlage A: Overzicht meetlocaties laagspanningsnet	27
Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet	34
Bijlage C: Overzicht meetlocaties 50-66 kV hoogspanningsnet	41
Bijlage D: Overzicht meetlocaties 110-150 kV hoogspanningsnet	42
Bijlage E: Overzicht meetlocaties extra hoogspanningsnet	45
Colofon	47

1. Inleiding

De netbeheerders voeren ieder jaar het project Spanningskwaliteit in Nederland uit via hun brancheorganisatie Netbeheer Nederland. De overheid stelt eisen aan de elektriciteitsnetten van Nederland doormiddel van wetten en regels, waaronder spanningskwaliteitscriteria. Controle op naleving van deze eisen wordt gedaan door de Autoriteit Consument & Markt (ACM). Dit project is in de wandelgangen bekend als Power Quality Monitoring-project (kortweg: PQM-project) en geeft op basis van metingen inzicht in de spanningskwaliteit van de Nederlandse elektriciteitsnetten. De trekking, verwerking en toetsing van de metingen wordt door een onafhankelijk advies- en ingenieursbureau uitgevoerd. In dit rapport wordt gebruik gemaakt van de term 'klantaansluiting'. Hieronder wordt verstaan een aansluiting van een gebruiker, producent of gesloten distributiesysteem.

Binnen het project wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende netten:

- Laagspanning (LS): nominale spanning ≤ 1 kV
- Middenspanning (MS): nominale spanning > 1 kV en < 35 kV
- Hoogspanning (HS): nominale spanning ≥ 35 kV en ≤ 150 kV
- Extra Hoogspanning (EHS): nominale spanning > 150 kV en ≤ 380 kV

De Netcode elektriciteit is een voortvloeisel uit de Elektriciteitswet 1998. In deze code is bepaald dat de spanningskwaliteit moet voldoen aan een aantal kwaliteitscriteria. Over de uitgevoerde metingen wordt jaarlijks gerapporteerd in het rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland'. Dit rapport wordt via de website van Netbeheer Nederland verspreid. Zie www.UwSpanningskwaliteit.nl. Geïnteresseerden vinden hier ook de resultaten van de individuele metingen.

Dit achtergronddocument wordt tegelijk met het jaarrapport uitgegeven en geeft nader inzicht in de opzet en praktische uitvoering van het PQM-project. Zo wordt er ingegaan op de getoetste spanningsverschijnselen, de geldende kwaliteitscriteria, de gehanteerde steekproeftechniek, de verwerking van de meetresultaten en de gebruikte meetsystemen. Onderliggend document wordt jaarlijks geactualiseerd. De inhoud is gebaseerd op de inzichten, afspraken en normering die geldend waren op 31 december 2018 en zijn gehanteerd voor het jaarrapport.

Binnen Netbeheer Nederland is een werkgroep actief die zich bezighoudt met landelijke vraagstukken over spanningskwaliteit, waaronder het PQM-project. De werkgroep bestaat uit tenminste één vertegenwoordiger per netbeheerder (zie tabel 1.1).

Tabel 1.1: Samenstelling werkgroep Spanningskwaliteit

Organisatie	Vertegenwoordiger
Coteq Netbeheer	Gerard Geist
Enduris	Jaap Moerland
Enexis	Sharmistha Bhattacharyya, Rick Poulussen
Liander	Sjef Cobben (voorzitter)
Rendo	Gerrit Scharrenberg
Stedin	Bill Bakolas, Evita Parabirsin
TenneT	Frans van Erp, Jeroen van Waes, Johan Janssen
Westland Infra	Amrish Sookhlall
Netbeheer Nederland	Henk van Bruchem
Movares Energy	Rik Luiten (secretaris)

Dit rapport bevat hierna nog vier hoofdstukken. In hoofdstuk 2 wordt een korte beschrijving gegeven van de spanningsverschijnselen die binnen het PQM-project worden beschouwd. Hoofdstuk 3 gaat nader in op de geldende kwaliteitscriteria en wijze van toetsing. Hoofdstuk 4 vervolgt met een beschrijving van wijze van meten en rapporteren over de meetresultaten. Hoofdstuk 5 eindigt met een samenvatting van de geschiedenis van het PQM-project.

2. Bewaakte spanningsverschijnselen

In dit hoofdstuk worden de spanningsverschijnselen die betrekking hebben op de spanningskwaliteit toegelicht. Binnen het PQM-project worden vier continue verschijnselen van de kwaliteit van de spanning beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie en harmonische vervorming. Daarnaast worden spanningsdips in MS-, HS- en EHS-netten geregistreerd. Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van elk verschijnsel en de mogelijke oorzaken, gevolgen en oplossingen hiervan. Dit hoofdstuk is informatief bedoeld en beoogt niet volledig te zijn.

2.1 Langzame spanningsvariatie

Langzame spanningsvariatie wordt gedefinieerd als een daling of stijging van het spanningsniveau. In de Netcode elektriciteit zijn eisen gesteld aan de maximale afwijking in zowel positieve als negatieve richting van de spanning. Wanneer het spanningsniveau te hoog of te laag wordt, kan dit leiden tot versnelde veroudering, storingen en - vooral in het geval van een spanningsstijging - beschadiging van elektrische apparaten.

Langzame spanningsvariatie wordt veroorzaakt door een wisselend belastingpatroon op het net. Naarmate bijvoorbeeld de totale belasting ten gevolge van de ochtend- en avondpiek stijgt, daalt de spanning. Wanneer deze daling te groot dreigt te worden, moet een netbeheerder maatregelen treffen. Bijvoorbeeld door het aanleggen van een extra kabel, of het bijplaatsen van een transformator. Het gedrag van aangesloten kan overigens ook leiden tot een stijging van het spanningsniveau. Een voorbeeld hiervan is het plaatsen van decentrale opwekeenheden zoals zonnepanelen, dieselgeneratoren, windmolens en warmtekrachtkoppelingen.

2.2 Snelle spanningsvariatie

Snelle spanningsvariatie kan leiden tot zogenaamde “flikker”. Flikker is een verschijnsel dat resulteert in zichtbare snelle veranderingen van de lichtintensiteit van elektrische verlichting. De mate waarin flikker doorwerkt op de lichtintensiteit hangt mede af van de gebruikte verlichtingstechniek. Flikker leidt in principe niet tot schade aan apparatuur, maar kan wel zorgen voor irritatie bij mensen, bijvoorbeeld tijdens het lezen. De ernst van flikker wordt uitgedrukt in Plt (long term flicker severity). Het flikkerniveau is moeilijk te evalueren omdat niet iedereen dezelfde irritatiegraad heeft. Om toch een grenswaarde te kunnen stellen, is empirisch bepaald en internationaal vastgelegd bij welke frequentie en vorm van een spanningsverandering de flikkeringen van een 60 Watt gloeilamp door de helft van de mensen wordt waargenomen. In dit geval spreekt men over een snelle spanningsvariatie met een flikkerindex van 1.

Snelle spanningsvariatiën kunnen veroorzaakt worden door het veelvuldig in- en uitschakelen van grote, lokale belastingen of door belastingen met een repeterend karakter zoals lasapparatuur, liften, kopieermachines en röntgenapparatuur.

Vaak is een betere verdeling van storende belastingen over de fasen en/of kabels een kosteneffectieve oplossing van flikkerproblemen. Eventueel kan het schakelgedrag worden aangepast. Bij grotere verbruikers kan compensatieapparatuur worden geplaatst.

2.3 Spanningsasymmetrie

We spreken over asymmetrie wanneer in een driefasen systeem de effectieve waarden van de fasespanningen en/of de fasehoeken niet aan elkaar gelijk oftewel in onbalans zijn. Door asymmetrie kunnen apparaten verstoord en in uitzonderlijke gevallen beschadigd raken. Een ander belangrijk gevolg van asymmetrie is de opwarming van motoren, generatoren en kabels. Deze opwarming heeft energieverliezen tot gevolg, maar resulteert ook in levensduurverkorting. Een niet-symmetrische belasting is de veroorzaker van asymmetrie. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer éénfase belastingen (denk aan lampen, computers) niet goed over de verschillende fasen van een driefasen aansluiting worden verdeeld. In de praktijk kan bijvoorbeeld de aansluiting van zonnepanelen in een straat op dezelfde fase voor asymmetrie zorgen. Daarnaast zorgen illegale aansluitingen van bijvoorbeeld wiettelers vaak voor asymmetrie.

Asymmetrie kan worden opgelost door belastingen beter te verdelen over de fasen. Ook kan het plaatsen van een nulpunttransformator voor verbetering zorgen.

2.4 Harmonische vervorming

De spanning in Nederland is sinusvorming en heeft een frequentie van 50 Hz. Men spreekt over harmonische vervorming wanneer er in de spanning ook andere frequenties met een veelvoud dan deze basisfrequentie aanwezig zijn; de zogenaamde hogere harmonischen. In de normering liggen kwaliteitscriteria vast voor de individuele harmonischen, maar er is ook een criterium voor de totale harmonische vervuiling, ook wel THD genoemd.

Mogelijke gevolgen van harmonische vervorming zijn: extra energieverliezen en het verstoort raken of zelf uitvallen van elektronische apparatuur. Harmonische vervorming wordt veroorzaakt door niet-lineaire belastingen. De belangrijkste bron van harmonische vervuiling is vermogenselektronica, zoals deze wordt toegepast in voedingen van computers, lichtdimmers, magnetrons of frequentieregelaars van elektrische motoren. Ook spaarlampen, LED-/ TL-verlichting en omvormers voor zonnepanelen kunnen hogere harmonischen in het elektriciteitsnet veroorzaken.

Er zijn verschillende methoden om harmonische vervuiling terug te dringen, zoals het toepassen van passieve filters voor een specifieke frequentie en actieve filters, die zich kunnen aanpassen aan de variatie van de harmonischen.

2.5 Spanningsdips

Een spanningsdip is een korte (tijdelijke) en plotselinge daling van de spanning met minstens 10%. Van belang bij de registratie zijn de diepte en duur van de dip. In zijn algemeenheid geldt: hoe dieper de dip is en hoe langer hij duurt, hoe hinderlijker.

Door spanningsdips kan gevoelige elektronische apparatuur uitvallen. Het gaat hierbij onder andere om computers, frequentieomvormers en nulspanningsbeveiligingen van machines. Bij diepe spanningsdips kunnen productieprocessen (motoren) tot stilstand komen. Spanningsdips worden vooral veroorzaakt door kortsluitingen in het elektriciteitsnet, bijvoorbeeld door blikseminslag of een kapotgetrokken kabel. Daarnaast kan het inschakelen van grote apparaten (belastingen), zoals transformatoren en industriële motoren, leiden tot spanningsdips.

Er zijn verschillende mogelijkheden om spanningsdips te voorkomen of te overbruggen. Soft-starters kunnen bijvoorbeeld worden toegepast om te zorgen voor een geleidelijke inschakeling van een zware belasting. Zo kunnen compressoren van koelhuizen na elkaar in plaats van tegelijkertijd ingeschakeld worden. Aan de verbruikerskant kan eventueel een spanningsstabilisator of UPS-systeem (back-up voeding/ batterij) worden geïnstalleerd.

3. Voorwaarden

Dit hoofdstuk gaat nader in op de geldende voorwaarden en wijze van toetsing. De voorwaarden zijn *schuingedrukt* weergegeven en afkomstig uit de Netcode elektriciteit (hierna: Netcode) en waar van toepassing uit de Europese norm NEN-EN 50160. De inhoud is gebaseerd op de voorwaarden die geldend waren op 31 december 2018 en zijn gehanteerd voor het jaarrapport.

3.1 Continue verschijnselen

3.1.1 Introductie

De Netcode elektriciteit bevat voorwaarden die gelden voor aansluitingen, niet zijnde aansluitingen van netbeheerders, op netten in een normale bedrijfstoestand. Tabel 3.1 geeft per net de voorwaarden voor de continue verschijnselen weer die bewaakt worden binnen het PQM-project. Indien voorwaarden gedurende een kalenderjaar wijzigen, worden deze voor de rapportage over desbetreffend jaar het gehele kalenderjaar toegepast. Dit voorkomt dat binnen een jaar op verschillende manieren getoetst wordt.

Tabel 3.1: Voorwaarden continue verschijnselen vs Netcode

Spanningsverschijnsel	Voorwaarden in Netcode?			
	LS	MS	HS	EHS
Langzame spanningsvariatie	Ja	Ja	Ja	Ja
Snelle spanningsvariatie	Ja	Ja	Ja	Ja
Asymmetrie	Ja	Ja	Ja	Ja
Harmonischen (THD)	Ja	Ja	Ja	Ja
Individuele harmonischen	Ja	Ja	Nee*	Nee*

* De Netcode bevat geen voorwaarden voor individuele harmonischen in het HS- en EHS-net. In de NEN-EN 50160 worden hier wel eisen aan gesteld voor het HS-net.

In de voorwaarden van de Netcode wordt gebruik gemaakt van de terminologie 'Un' en 'Uc'. Met 'Un' wordt bedoeld op de nominale spanning. In de LS-netten bedraagt deze bijvoorbeeld 230 V en in de EHS-netten 220 of 380 kV. Met 'Uc' wordt bedoeld op de door de netbeheerder aangegeven en met de aangeslotene overeengekomen waarde van de spanning.

Bij toetsing op de voorwaarden wordt binnen het PQM-project flagging toegepast conform de NEN-EN-IEC 61000-4-30. Door toepassing van dit concept wordt voorkomen dat een overschrijding van een continue spanningsverschijnsel wordt gerapporteerd als deze het gevolg is van een spanningsonderbreking, -dip of -stijging (swell).

3.1.2 Laagspanningsnet

Voor de spanningskwaliteit voor aansluitingen in het laagspanningsnet stelt artikel 7.3, eerste lid, van de Netcode:

1 De voorwaarden ten aanzien van spanningskwaliteit voor aansluitingen op netten in de normale toestand met een spanningsniveau U_n kleiner dan of gelijk aan 1 kV zijn als volgt gedefinieerd:

- a. De **langzame spanningsvariatie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. U_n plus of min 10% voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende 1 week;
 - 2°. U_n plus 10% of min 15% voor alle over 10 minuten gemiddelde waarden.
- b. De **snelle spanningsvariatie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. kleiner dan of gelijk aan 10% U_n ;
 - 2°. kleiner dan of gelijk aan 3% U_n in situatie zonder uitval van productie, grote verbruikers of verbindingen;
 - 3°. PLT is kleiner dan of gelijk 1 gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week;
 - 4°. PLT is kleiner dan of gelijk 5 voor alle over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week.
- c. De **asymmetrie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. De inverse component van de spanning ligt tussen 0 en 2% van de normale component gedurende 95% van de 10 minuten meetperioden per week;

2°. De inverse component van de spanning ligt tussen 0 en 3% van de normale component voor alle meetperioden.

d. De **harmonische vervorming** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:

1°. De relatieve spanning per harmonische is kleiner dan het in de NEN-EN 50160:2010 genoemde percentage voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden. Voor harmonischen die niet vermeld zijn, geldt de kleinste vermeldde waarde uit de norm.

2°. THD is kleiner dan of gelijk aan 8% voor alle harmonischen tot en met de 40e, gedurende 95% van de tijd.

3°. De relatieve spanning per harmonische is kleiner dan 1,5 vermenigvuldigd met het in de norm genoemde percentage voor 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden.

4°. THD is kleiner dan of gelijk aan 12% voor alle harmonischen tot en met de 40e, gedurende 99,9% van de tijd.

Voor de harmonische vervorming wordt voor voorwaarden omtrent de individuele harmonischen naar de NEN-EN 51060: 2010 verwezen. Deze Europese norm bevat voorwaarden tot en met de 25^e harmonische (zie tabel 3.2).

Tabel 3.2: Voorwaarden individuele harmonischen LS, 2018

Oneven harmonischen	95% waarden	99,9% waarden	Even harmonischen	95% waarden	99,9% waarden
3	5,0%	7,5%	2	2,0%	3,0%
5	6,0%	9,0%	4	1,0%	1,5%
7	5,0%	7,5%	6-24	0,5%	0,75%
9	1,5%	2,25%			
11	3,5%	5,25%			
13	3,0%	4,5%			
15	0,5%	0,75%			
17	2,0%	3,0%			
19	1,5%	2,25%			
21	0,5%	0,75%			
23	1,5%	2,25%			
25	1,5%	2,25%			

3.1.3 Middenspanningsnet

Voor de spanningskwaliteit voor aansluitingen in het middenspanningsnet stelt , artikel 7.3, tweede lid, van de Netcode:

2 De voorwaarden ten aanzien van spanningskwaliteit voor aansluitingen op netten in de normale bedrijfstoestand met een spanningsniveau U_c groter dan 1 kV en kleiner dan 35 kV zijn als volgt gedefinieerd:

a. De **langzame spanningsvariatie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:

1°. U_c plus of min 10% voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende 1 week;

2°. U_c plus 10% of min 15% voor alle over 10 minuten gemiddelde waarden.

b. De **snelle spanningsvariatie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:

1°. $\leq 10\% U_c$;

2°. $\leq 3\% U_c$ in situatie zonder uitval van productie, grote afnemers of verbindingen;

3°. PLT is kleiner dan of gelijk 1 gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week;

4°. PLT is kleiner dan of gelijk 5 voor alle over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een beschouwingsperiode van een week.

c. De **asymmetrie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:

1°. De inverse component van de spanning ligt tussen 0 en 2% van de normale component gedurende 95% van de 10 minuten meetperioden per week;

2°. De inverse component van de spanning ligt tussen 0 en 3% van de normale component voor alle meetperioden.

d. De **harmonische vervorming** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:

1°. De relatieve spanning per harmonische is kleiner dan het in de norm genoemde percentage voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden. Voor harmonischen die niet vermeld zijn, geldt de kleinste vermeldde waarde uit de norm.

- 2°. THD is kleiner dan of gelijk aan 8% voor alle harmonischen tot en met de 40e, gedurende 95% van de tijd.
- 3°. De relatieve spanning per harmonische is kleiner dan 1,5 vermenigvuldigd met het in de norm genoemde percentage voor 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden.
- 4°. THD is kleiner dan of gelijk aan 12% voor alle harmonischen tot en met de 40e, gedurende 99,9% van de tijd.

Voor de harmonische vervorming wordt voor voorwaarden omtrent de individuele harmonischen naar de NEN-EN 51060:2010 verwezen. Deze Europese norm bevat voorwaarden tot en met de 25^e harmonische die identiek zijn aan die van LS (zie tabel 3.2).

3.1.4 (Extra) hoogspanningsnet

Voor de spanningskwaliteit voor aansluitingen in het (extra) hoogspanningsnet stelt artikel 7.3, derde lid, van de Netcode:

3 De voorwaarden ten aanzien van spanningskwaliteit voor aansluitingen op netten in de normale toestand met een spanningsniveau U_c groter dan of gelijk aan 35kV zijn als volgt gedefinieerd:

- a. De **langzame spanningsvariatie** is op het overdrachtspunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. U_c plus of min 10% voor 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een week.
- b. De **snelle spanningsvariatie** is op het overdrachtspunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. $\leq 10\% U_c$;
 - 2°. $\leq 3\% U_c$ in situatie zonder uitval van productie, grote afnemers of verbindingen;
 - 3°. PLT is kleiner dan of gelijk 1 gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week;
 - 4°. PLT is kleiner dan of gelijk 5 voor alle over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week.
- c. De **asymmetrie** is op het overdrachtspunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. De inverse component is kleiner dan of gelijk aan 1% van de normale component gedurende 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een week.
- d. De **harmonische vervorming** is op het overdrachtspunt van de aansluiting op een net met spanningsniveau U_c is groter dan 35 kV en kleiner dan 220 kV als volgt begrensd:
 - 1°. THD is kleiner dan of gelijk aan 6% voor alle harmonische tot en met de 40e, gedurende 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een week.
 - 2°. THD is kleiner dan of gelijk aan 7% voor alle harmonische tot en met de 40e, gedurende 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een week.
- e. De **harmonische vervorming** is op het overdrachtspunt van de aansluiting op een net met spanningsniveau U_c is groter dan of gelijk aan 220 kV als volgt begrensd:
 - 1°. THD is kleiner dan of gelijk aan 5% voor alle harmonische tot en met de 40e, gedurende 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een week.
 - 2°. THD is kleiner dan of gelijk aan 6% voor alle harmonische tot en met de 40e, gedurende 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een week.

In tegenstelling tot bij het MS-net wordt bij de (E)HS-netten vanuit de Netcode elektriciteit niet naar NEN-EN 50160 verwezen voor individuele harmonischen. Deze Europese norm bevat wel 95% criteria voor individuele harmonischen (zie tabel 3.3). Binnen het PQM-project wordt voor het HS-net op deze criteria getoetst. Voor het EHS-net zijn in de NEN-EN 50160 geen criteria voor de individuele harmonischen opgenomen. Hier wordt dan ook niet op getoetst. Wel worden ook in dit net alle individuele harmonischen tot en met de 25^e bemeten.

Tabel 3.3: Voorwaarden individuele harmonischen HS, 2018

Oneven harmonischen	95% waarden	Even harmonischen	95% waarden
3	3,0%	2	1,9%
5	5,0%	4	1,0%
7	4,0%	6-24	0,5%
9	1,3%		
11	3,0%		
13	2,5%		
15	0,5%		
17	-		
19	-		
21	0,5%		
23	-		
25	-		

3.2 Spanningsdips

Op 18 december 2017 heeft Netbeheer Nederland een codewijzigingsvoorstel ingediend bij ACM voor het wijziging van de voorwaarden ten aanzien van de normering van spanningsdips in de MS- en (E)HS/netten. Dit voorstel is in nauwe samenwerking met de belangenvereniging VEMW en branchevereniging Energie-Nederland tot stand gekomen. Hoewel dit voorstel formeel nog niet van kracht is, is in overleg met de ACM en genoemde verenigingen afgesproken om wel conform het voorstel over de spanningsdips te rapporteren.

3.2.1 Middenspanningsnet

Voor de spanningsdips voor aansluitingen in het MS-net bevat het codewijzigingsvoorstel de volgende voorwaarden:

Het vijfjaarsgemiddelde van het aantal opgetreden spanningsdips per aansluiting is kleiner dan of gelijk aan:

- 3 voor spanningsdips met een duur van 10 tot 200 milliseconden en een restspanning kleiner dan 40% (klasse B1)
- 4 voor spanningsdips met een duur van 200 tot 500 milliseconden en een restspanning kleiner dan 70% (klasse B2)
- 4 voor spanningsdips met een duur van 500 tot 5.000 milliseconden en een restspanning kleiner dan 80% (klasse C)

Als bij de registratie van en de rapportage over de spanningsdips geen meetgegevens over tenminste vijf volledige jaren beschikbaar zijn, wordt het gemiddelde genomen over een zo groot mogelijk aantal wel beschikbare volledige jaren. In het rapport over 2018 wordt nog niet getoetst op bovenstaande voorwaarden, omdat er nog een discussie loopt met ACM. Wel worden de dipaantallen conform de opgegeven categorieën gerapporteerd.

Verder stelt het codewijzigingsvoorstel dat de netbeheerder in het jaarrapport tenminste bij de hinderlijke spanningsdips onderscheid maakt naar de volgende oorzaken:

- a. *handeling van een netbeheerder;*
- b. *handeling van een aangeslotene;*
- c. *kortsluiting in het net;*
- d. *kortsluiting in de installatie van een aangeslotene;*
- e. *abnormale omstandigheden;*
- f. *overige en onbekende oorzaken.*

Onder abnormale omstandigheden wordt volgens het codewijzigingsvoorstel verstaan:

Onder abnormale omstandigheden wordt volgens het codewijzigingsvoorstel verstaan:

- *lijndansen, natuurrampen en overmacht.*

3.2.2 (Extra) hoogspanningsnet

Voor de spanningsdips voor aansluitingen in het (E)HS-net bevat het codewijzigingsvoorstel de volgende voorwaarden:
Het vijfjaarsgemiddelde van het aantal opgetreden spanningsdips per aansluiting is kleiner dan of gelijk aan:

- 1,2 voor spanningsdips met een duur van 10 tot 200 milliseconden en een restspanning kleiner dan 40% (klasse B1)
- 1,2 voor spanningsdips met een duur van 200 tot 500 milliseconden en een restspanning kleiner dan 70% (klasse B2)
- 0,4 voor spanningsdips met een duur van 500 tot 5.000 milliseconden en een restspanning kleiner dan 80% (klasse C)

Indien bij de registratie van en de rapportage over de spanningsdips geen meetgegevens over tenminste vijf volledige jaren beschikbaar is, wordt het gemiddelde genomen over een zo groot mogelijk aantal wel beschikbare volledige jaren. In het rapport over 2018 wordt nog niet getoetst op bovenstaande voorwaarden, omdat er nog een discussie over loopt met ACM. Wel worden de dipaantallen conform de opgegeven categorieën gerapporteerd.

Verder stelt het codewijzigingsvoorstel dat de netbeheerder in het jaarrapport tenminste bij de hinderlijke spanningsdips onderscheid maakt naar de volgende oorzaken:

- a. *handeling van een netbeheerder;*
- b. *handeling van een aangeslotene;*
- c. *kortsluiting in het net;*
- d. *kortsluiting in de installatie van een aangeslotene;*
- e. *abnormale omstandigheden;*
- f. *overige en onbekende oorzaken.*

Onder abnormale omstandigheden wordt volgens het codewijzigingsvoorstel verstaan:

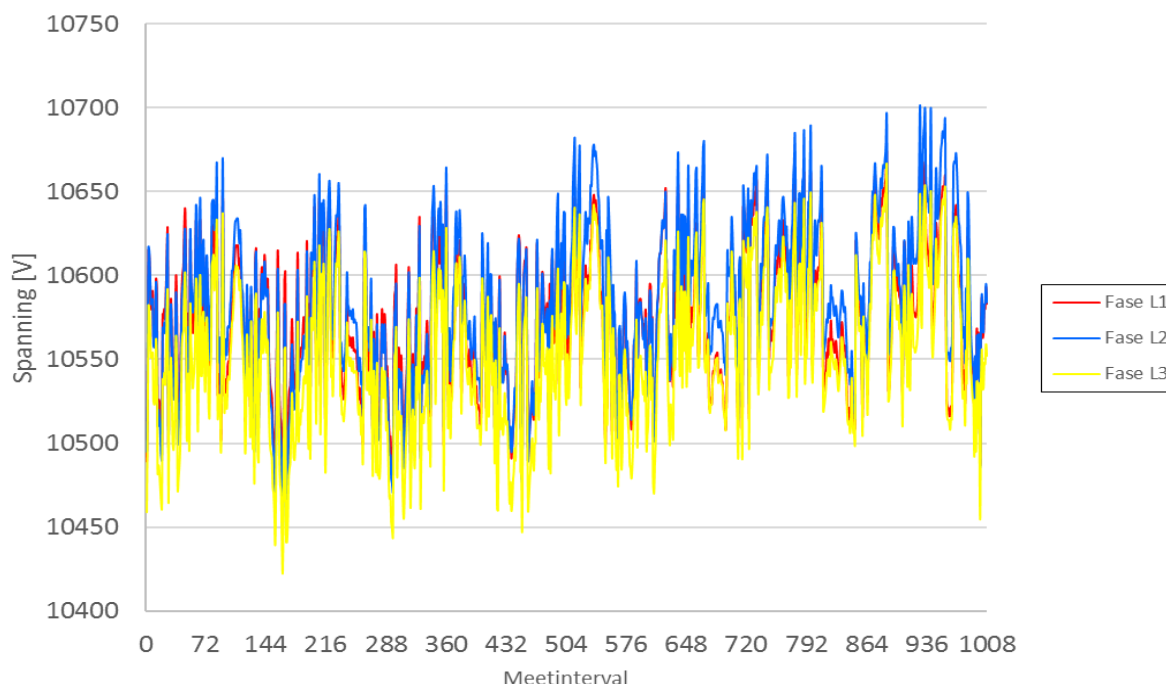
- *lijndansen, natuurrampen en overmacht.*

4. Toetsingsmethodiek

In deze paragraaf wordt nader inzichtelijk gemaakt hoe de wijze van toetsing bij de spanningsverschijnselen in zijn werk gaat. Er wordt hierbij ter illustratie gebruik gemaakt van een aantal willekeurig gekozen weekmetingen. De uitgangspunten zoals beschreven zijn van toepassing op het jaarrapport over 2018.

4.1 Langzame spanningsvariatie

In figuur 4.1 is een lijndiagram weergegeven van een weekmeting in het MS-net. Het lijndiagram is gebaseerd op een weekmeting die bestaat uit 1.008 opeenvolgende meetintervallen per gemeten fase (7 dagen x 24 uur x 6 meetwaarden).



Figuur 4.1: Voorbeeld lijndiagram langzame spanningsvariatie

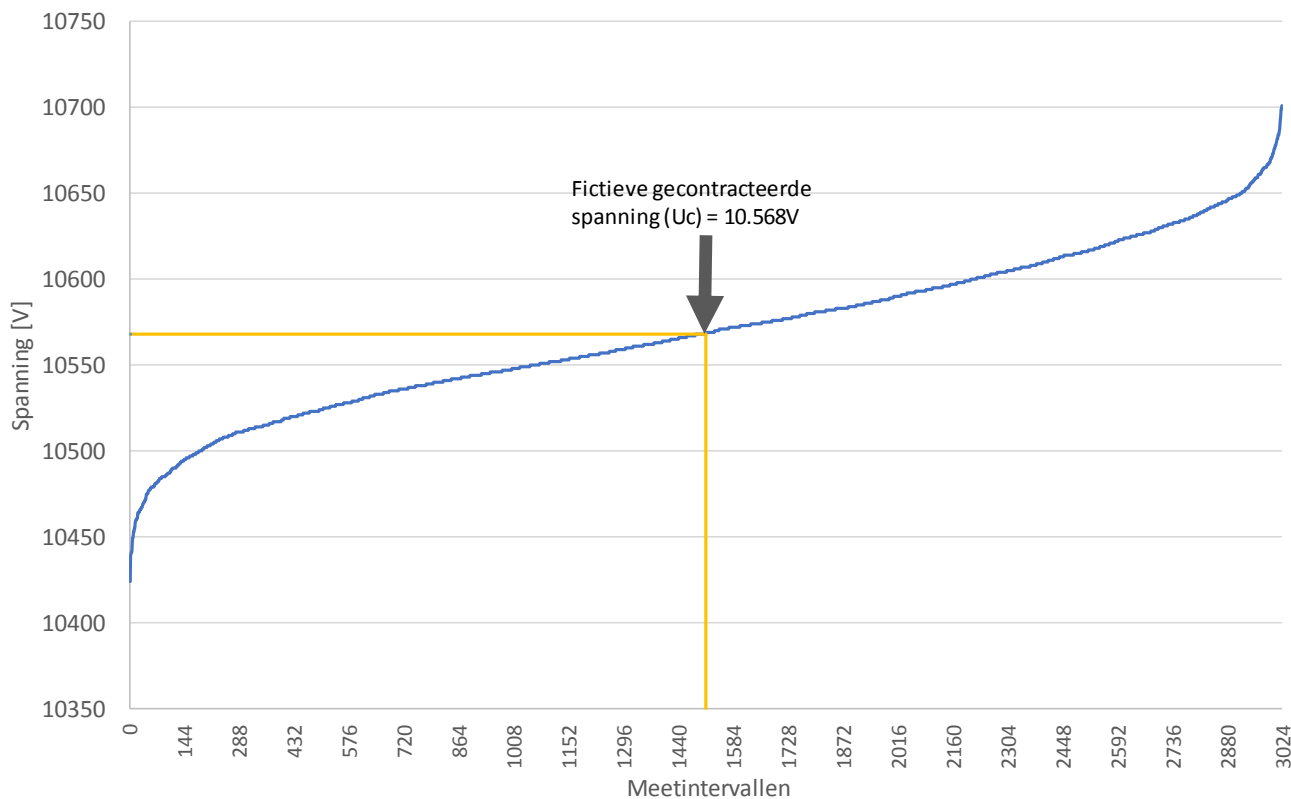
Bij MS- en 50-66 kV metingen dient de 'gecontracteerde spanning' (U_c) vastgesteld te worden. Deze spanning heeft betrekking op het contractueel afgesproken niveau van de geleverde spanning op de betreffende klantaansluiting. In de praktijk blijkt het spanningsniveau in de genoemde netten niet contractueel vastgelegd.

Binnen het PQM-project wordt daarom als alternatief de U_c per meting vastgesteld via de meetresultaten. De vastgestelde waarde wordt bepaald op basis van de mediaan en ook als referentie gebruikt voor de instelling van de trapstand van de lokale transformator. Hierdoor kan de spanning op de klantaansluiting het beste worden afgestemd op de lokale gemiddelde spanning. Afwijkingen ten opzichte van dit lokale gemiddelde geven dan ook de beste weergave van afwijkingen in de spanning die de klant ervaart.

De U_c waarde wordt bepaald door de mediaan te selecteren uit alle meetresultaten van de drie fasen. Voor alle drie de fasen wordt dezelfde mediaanwaarde gehanteerd. In de praktijk gaat dit als volgt te werk: alle meetwaarden van de drie gemeten fasen worden van klein naar groot gesorteerd. Vervolgens wordt de U_c bepaald door de middelste meetwaarden te selecteren. In het voorbeeld is dit een lijnspanning van 10.568 V. Zie ter illustratie figuur 4.2.

In het 110-150 kV HS-net en het EHS-net wordt bij toetsing van de meetresultaten gebruik gemaakt van de nominale spanning. Dit sluit aan bij artikel 7.3 van de Netcode waarin als referentiewaarde voor de langzame spanningsverandering U_c wordt genoemd. Dat is in de NEN-EN 50160 gedefinieerd als de gecontracteerde of overeengekomen waarde voor de spanning op de aansluiting. In veel gevallen is er voor de spanning op de aansluiting geen bepaalde waarde overeengekomen met de aangeslotene en expliciet in de aansluit- en transportovereenkomst vastgelegd, maar wordt uitgegaan van U_n oftewel de nominale spanning. Deze keuze is in lijn met de toelichting bij U_c in de NEN-EN 50160.

In het kader van de spanningskwaliteit is de waarde van nominale spanning U_n gebaseerd op de internationale norm IEC 60038 Standard Voltages¹. Concreet betekent dat dat er voor de 110-150 kV HS- en het EHS-netten uitgaan wordt van de volgende nominale spanningen: 110 kV, 150 kV, 220 kV en 380 kV.



Figuur 4.2: Vaststellen fictieve gecontracteerde spanning (U_c)

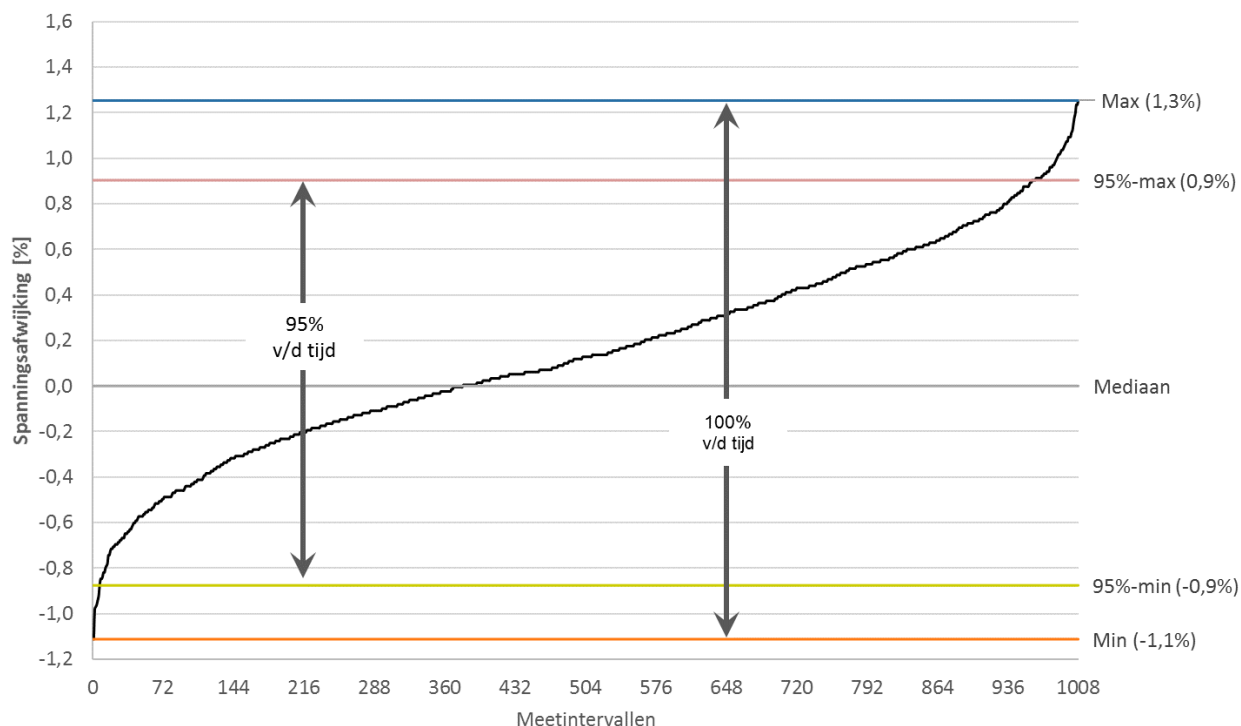
Als U_c bekend is, kunnen de toetswaarden worden bepaald. In het geval van langzame spanningsvariatie gaat het hierbij om de procentuele afwijkingen. Er moet bekeken worden of deze afwijkingen aan de eerder genoemde voorwaarden voldoen.

Er worden twee soorten afwijkingen onderscheiden:

- Maximale afwijking: heeft betrekking op de afwijking van het hoogst gemeten spanningsniveau ten opzichte van U_c
- Minimale afwijking: heeft betrekking op de afwijking van het laagst gemeten spanningsniveau ten opzichte van U_c .

De maximale en minimale afwijking wordt voor iedere fase afzonderlijk bepaald. De eerste bepaling heeft betrekking op 100% van de meetintervallen (1.008). De tweede bepaling betreft 95% van de meetintervallen die het dichtst bij U_c liggen. In figuur 4.3 is een voorbeeld weergegeven voor één van de fasen. Voor deze fase geldt dat de toetswaarden maximaal 1,3% en minimaal -1,1% bedragen. Hiermee wordt ruimschoots aan de eerder genoemde criteria voldaan. Ook de 95%-waarden voldoen ruimschoots.

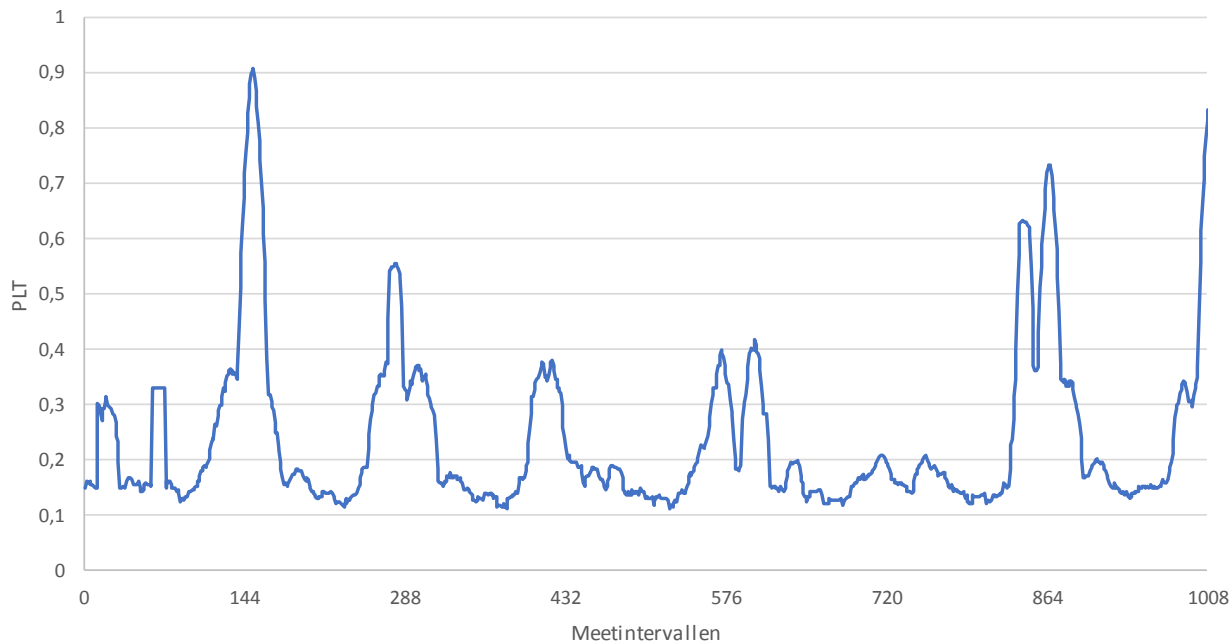
¹ Deze nominale spanning is niet gerelateerd aan de spanningsniveaus zoals die zijn gedefinieerd in Verordening (EU) 2016/631 (NC RfG). Voor het '380kV-net' wordt daarom uitgegaan van $U_n=380\text{kV}$, zoals gedefinieerd in IEC 60038. Deze waarde wijkt af van de waarde voor de referentiespanning (400 kV) die in de NC RfG wordt voorgeschreven voor grote elektriciteitsproductie-eenheden.



Figuur 4.3: Vaststellen toetswaarden langzame spanningsvariatie

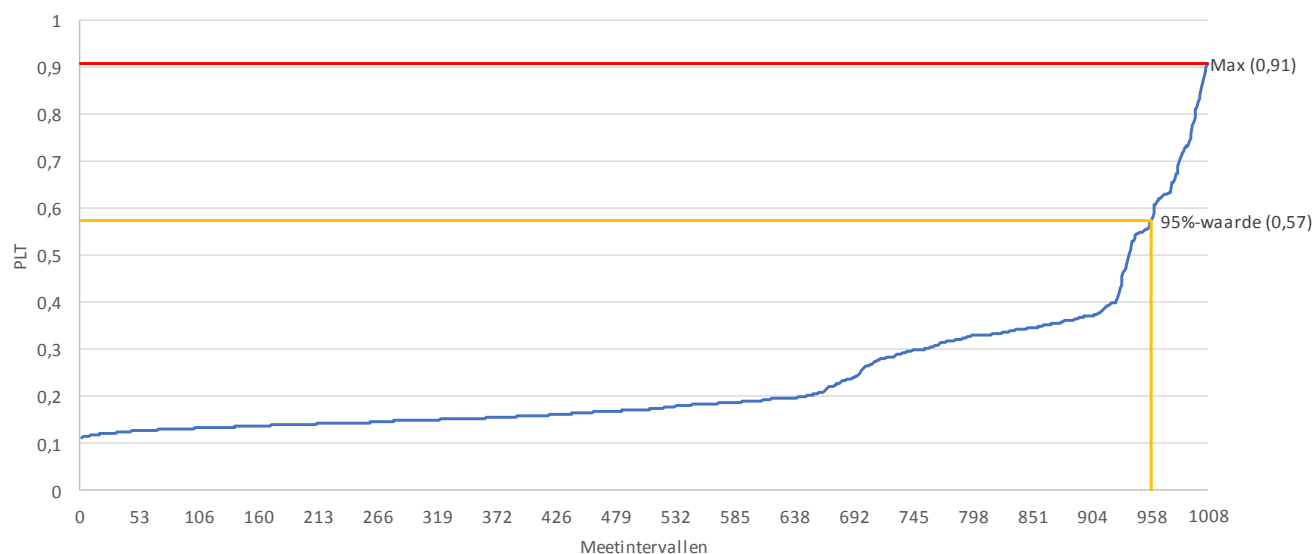
4.1.1 Snelle spanningsvariatie

In figuur 4.4 is een lijndiagram van één van de fasen weergegeven van een willekeurig gekozen spanningsmeting.



Figuur 4.4: Voorbeeld lijndiagram snelle spanningsvariatie (PLT)

Om te bepalen of de meting aan de voorwaarden voldoet, worden de meetresultaten gesorteerd van klein naar groot, zie figuur 4.5. Volgens de Netcode moet 95% van de 1.008 meetintervallen binnen het criterium $PLT \leq 1$ vallen. Praktisch vertaald houdt dit in dat intervallen met de rangorden 1 tot en met 958 deze grenswaarde niet mogen overschrijden. Bij interval 958 (de toetswaarde) heeft de PLT in het voorbeeld een waarde van 0,57. De Netcode stelt verder voor de maximale PLT-waarde niet meer dan 5 mag bedragen. In het voorbeeld is de maximale waarde gelijk aan 0,91. Zowel de maximum- als de 95%-waarde voldoen in dit voorbeeld dus aan de gestelde voorwaarden.



Figuur 4.5: Gesorteerde meetwaarden van de snelle spanningsvariatie (PLT)

4.1.2 Spanningsasymmetrie

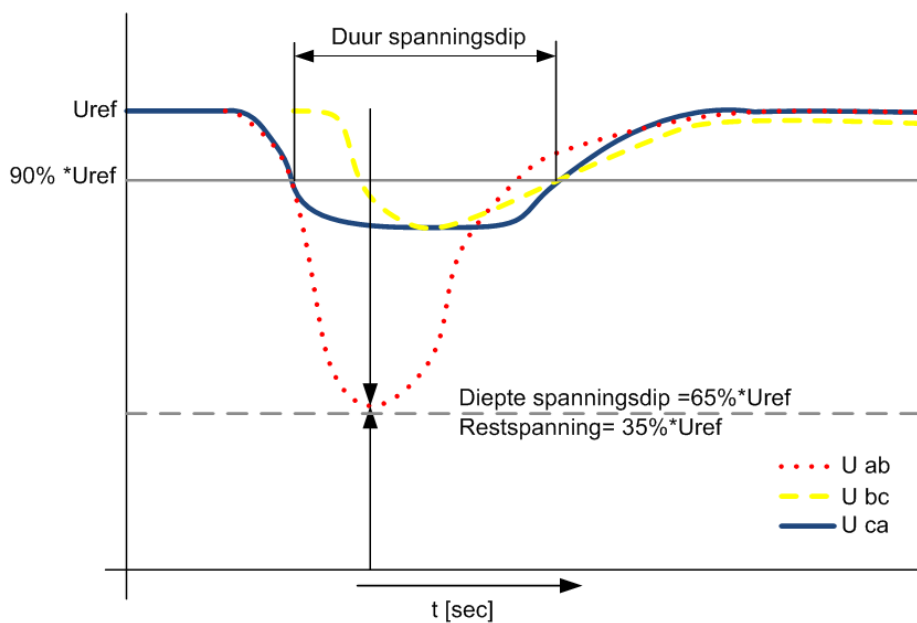
Toetsing van de meetdata met betrekking tot het verschijnsel asymmetrie verloopt op dezelfde manier als bij snelle spanningsvariatie (zie voorgaande paragraaf) en wordt daarom niet nader toegelicht.

4.1.3 Harmonische vervorming

De toetsing van de meetdata met betrekking tot harmonischen verloopt in overeenstemming met de meetresultaten van snelle spanningsvariatie. Het enige verschil is dat de Max-waarde (100%) is vervangen voor een 99,9%-waarde. Dit betekent in de praktijk dat één van de 1.008 meetintervallen boven de vermelde grenswaarde uit mag komen.

4.1.4 Spanningsdips

Een spanningsdip kan op meerdere manieren worden geclassificeerd. In figuur 4.6 is aangegeven hoe de duur en diepte van een dip worden bepaald binnen het PQM-project. De figuur toont dat de diepte van de spanningsdip wordt bepaald over de maximale diepte van een van de individuele fasen. De duur is de tijd die verstrijkt van het tijdstip dat een of meerdere spanningen van de fasen onder de 90% waarde komt tot het tijdstip dat de spanning van alle drie de fasen weer boven de 90% komt van de referentie spanning. Als er binnen verschillende meetkanalen tegelijkertijd een spanningsdip optreedt, worden er geen drie dips, maar één dip gerapporteerd. Deze aanpak is conform de Internationale norm NEN-EN-IEC 61000-4-30.



Figuur 4.6: Classificatie spanningsdip, diepte en duur

5. Van meten naar rapporteren

In dit hoofdstuk wordt per net ingegaan op de manier waarop binnen het project meetlocaties worden geselecteerd en met welke aspecten rekening wordt gehouden bij het uitvoeren en analyseren van de metingen. Het hoofdstuk eindigt met een toelichting over de wijze van rapporteren.

5.1 Meetlocaties en meetsysteem

5.1.1 Laag- en middenspanningsnet

Sinds 2014 voren de regionale netbeheerders in zowel het LS- als het MS-net tenminste 250 weekmetingen uit. Voorheen werden er 120 metingen (60 per net) uitgevoerd. Om zeker te stellen dat het minimale aantal wordt gehaald, worden er 270 metingen per net uitgezet. In de praktijk kunnen metingen afvallen omdat bijvoorbeeld een meetspecialist ziek is, een meting verkeerd is aangesloten of omdat een meter defect blijkt te zijn. De locatie van deze metingen wordt bepaald met een steekproeftrekking uit het centraal aansluitregister. De steekproeftrekking wordt representatief en aselekt uitgevoerd. Dit betekent vrij vertaald dat alle aangeslotenen eenzelfde kans hebben om getrokken te worden. Een overzicht van alle getrokken meetlocaties in 2018 is opgenomen in de bijlage.

Alle getrokken meetlocaties worden aan een postcodegebied gekoppeld. Binnen dit gebied voert de netbeheerder een power quality meting uit. Indien het niet mogelijk is om een meting binnen het getrokken gebied uit te voeren - bijvoorbeeld omdat de aangeslotene geen toestemming geeft of een meetinrichting ongeschikt is – wordt een geschikte locatie in de nabijgelegen omgeving bepaald. Voor de trekking van de postcodegebieden is rekening gehouden met de aansluitdichtheid door inzet van het centraal aansluitregister. Dit wil zeggen dat een postcodegebied met veel klantaansluitingen, een grotere kans heeft om getrokken te worden dan een postcodegebied met weinig EAN-codes.

De geselecteerde meetlocaties worden aselekt aan een kalendermaand gekoppeld. De weekmetingen moeten in de aangegeven maand gestart worden om een goede spreiding over het jaar te waarborgen en hiermee eventuele seizoeneffecten te voorkomen. Uitgangspunt is dat de metingen worden uitgevoerd conform hetgeen de aangeslotene krijgt aangeboden qua spanning. In het LS-net zijn dit fasespanningen (fase-nul) en in het MS-net lijnspanningen (fase-fase).

De metingen dienen uitgevoerd te worden met het meetinstrument Fluke 435-I en 435-II op 3-fasen aansluitpunten van klanten. Beide Fluke-instrumenten betreffen een klasse A meetinstrument conform de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30. Een klasse A instrument wordt gebruikt voor het uitvoeren van metingen waarbij slechts een kleine onzekerheid gewenst is. Hieronder valt het toetsen van de spanningskwaliteit op een aansluitpunt. Bij een klasse A instrument worden eisen gesteld aan de registratiemethode en meetonzekerheid. De meetinstrumenten dienen eenmaal per jaar gekalibreerd te worden. Het is de verantwoording van de netbeheerders zelf dat deze kalibratie jaarlijks door een gecertificeerde instantie wordt uitgevoerd. Tevens is het van belang dat de meter is voorzien van de laatst beschikbare versie van de firmware. Dit geldt ook voor de software om de meters uit te lezen. Binnen het project wordt geen rekening gehouden met eventuele toleranties (meetnauwkeurigheden) van het meetcircuit zoals meter, meetsensor, meettransformator.

Door omstandigheden komt het voor dat een getrokken meting niet (correct) wordt uitgevoerd. Bijvoorbeeld vanwege een kapotte meter, ziekte van de meetspecialist of meetfout. Met ACM is afgesproken dat de netbeheerders tenminste 250 metingen per netvlak uitvoeren, waarvan er 95% in de juiste maand zijn gestart. Het is de verantwoordelijkheid van de verschillende netbeheerders om ervoor te zorgen dat op de getrokken meetlocaties op de juiste manier worden gemeten. Movares controleert de ontvangen metingen hierop en keurt metingen indien nodig af. Bijvoorbeeld als de meetperiode korter is dan een week of bij een abnormale normale bedrijfstoestand.

Om afkeuringen zoveel mogelijk te voorkomen, is een lijst met aandachtspunten opgesteld voor de meetspecialisten die jaarlijks met de steekproeftrekking wordt geactualiseerd en verspreid. Deze lijst bevat de volgende onderwerpen:

- Locatie uitvoering (binnen getrokken postcodegebied);
- Minimale meetperiode (één volledige week, oftewel 1008 10-minuten meetwaarden);
- Startdatum meting (in opgegeven kalendermaand);
- Aansluiting meter (o.a. LS: fase-nul, MS: fase-fase);
- Instelling meter (o.a. juiste omzetverhouding);
- Soft- en firmware (laatste versies);
- Wijze van aanlevering (o.a. naamgeving meetbestand).

In het MS-net worden spanningsdips sinds 2015 geregistreerd met een continu meetsysteem op 200 stationslocaties. Deze locaties zijn steekproefsgewijs getrokken uit een longlist van ongeveer 700 secties. Registratie van spanningsdips op deze secties wordt als representatief beschouwd voor het aantal en type spanningsdips op het aansluitpunt van achterliggende aangesloten.

Het gebruikte meetsysteem is door de regionale netbeheerders zelf geselecteerd. Eis bij de selectie was dat het systeem zou voldoen aan de klasse A eisen uit de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30. Een klasse A instrument wordt gebruikt voor het uitvoeren van metingen waarbij slechts een kleine onzekerheid gewenst is. Hieronder valt het toetsen van de spanningskwaliteit op een klantaansluiting. Bij een klasse A instrument worden eisen gesteld aan de registratiemethode en meetonzekerheid. De meetinstrumenten dienen eenmaal per jaar gekalibreerd te worden. Het is de verantwoording van de netbeheerders zelf dat deze kalibratie jaarlijks uitgevoerd wordt.

Deze stations zijn steekproefsgewijs getrokken uit een longlist van ongeveer 700 secties in MS-stations. Registratie van spanningsdips op deze secties wordt als representatief beschouwd voor het aantal en type spanningsdips op de klantaansluiting van achterliggende aangesloten.

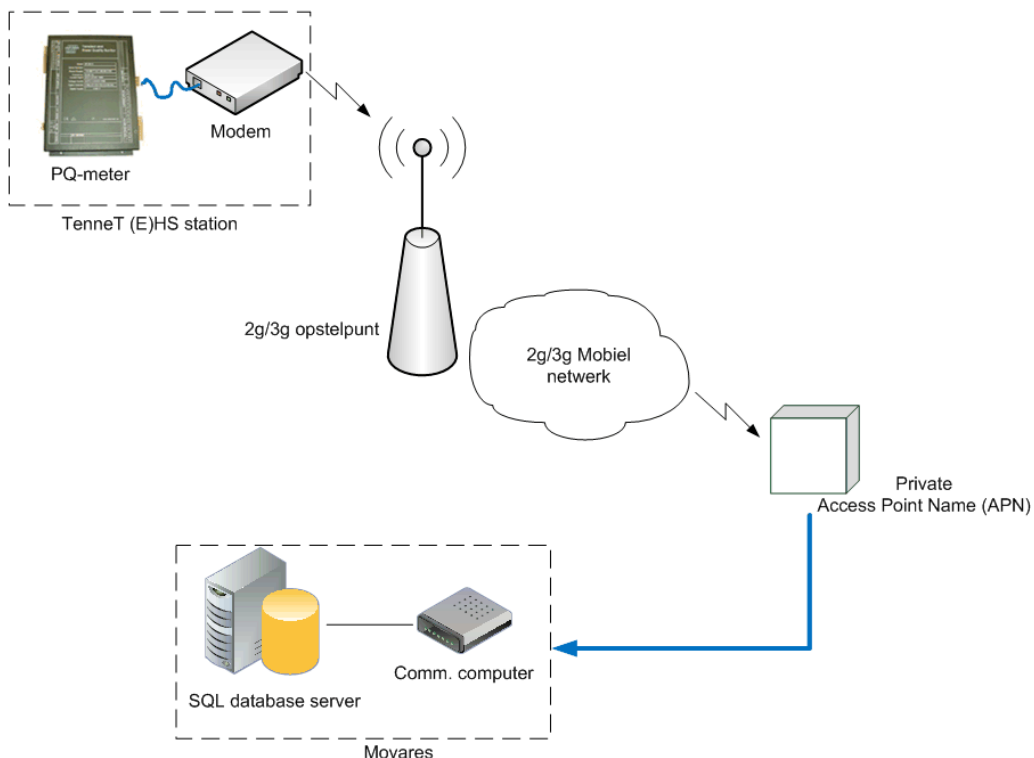
De geregistreerde MS-spanningsdips worden met een gestandaardiseerde export aangeleverd bij Movares, inclusief de oorzaken van hinderlijke spanningsdips. Movares voegt de aangeleverde exports samen ten behoeve van de landelijke rapportage.

5.1.2 Hoog- en extra hoogspanningsnet

In tegenstelling tot de LS- en MS-metingen worden de continue verschijnselen in het HS- en EHS-net gedurende het hele jaar bewaakt. Het grote voordeel hiervan is dat er door de forse vergroting van de meetweken - per meetlocatie zijn er immers 52 weken in plaats van 1 week beschikbaar - een nauwkeuriger beeld wordt verkregen van de spanningskwaliteit. Daarnaast kunnen ook de spanningsdips met hetzelfde meetsysteem worden geregistreerd.

Voor de netten met een spanningsniveau groter dan of gelijk aan 110 kV geldt als uitgangspunt dat de spanningskwaliteit op elke klantaansluiting wordt bewaakt. Een grafisch overzicht van de meetlocaties in 2018 is opgenomen in de bijlage. In het onderliggende 50-66 kV net is het voornemen om ook bij elke aansluiting te gaan meten, maar wordt momenteel nog gebruik gemaakt van een steekproef met een omvang van vier meetlocaties. Deze locaties betreffen een steekproef die in 2003 is bepaald. In totaal bevat het 50-66 kV net ruim 25 klantaansluitingen. In 2018 zijn de eerste, nieuwe meters op circa 10 meetlocaties geïnstalleerd. Deze meters hebben in 2018 minder dan een half jaar gemeten en worden daarom niet meegenomen in het jaarrapport. Het streven is om deze uitbreiding in 2019 af te ronden.

In figuur 5.1 is een schematisch overzicht van het HS- en EHS-meetsysteem weergegeven, waarbij drie onderdelen zijn te onderscheiden: de meeteenheden, communicatieapparatuur en een database waarin de data wordt opgeslagen. Om onpartijdigheid bij het analyseren en toetsen van de meetdata zeker te stellen heeft TenneT ervoor gekozen om het beheer van het meetsysteem in handen te leggen van een onafhankelijk bureau.



Figuur 5.1: Principe schema dataontsluiting PQ meters (E)HS systeem

Voor het HS- en EHS-net wordt gebruik gemaakt van de meeteenheid Unipower UP2210. Dit instrument voldoet aan de klasse A eisen uit de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30 (zie vorige paragraaf voor meer informatie). De aangesloten krijgen gekoppelde spanningen aangeboden en de meetunits zijn daarom fase-fase aangesloten. Nagenoeg alle meters worden uitgelezen conform het principe schema uit figuur 5.1. Via een 3G-modem wordt meerdere keren per dag de meter uitgelezen. De binnengehaalde data wordt vervolgens in de PQM-database (SQL-server) geïmporteerd. Het overgrote deel van de meters beschikt over een intern geheugen dat circa 3 maanden aan data kan bevatten. Indien de communicatie tijdelijk wegvalt, gaat er dus niet direct data verloren. In figuur 5.2 is een typische installatie van een meeteenheid in een (E)HS veld weergegeven. Binnen het project wordt geen rekening gehouden met eventuele toleranties (meetonnauwkeurigheden) van het meetcircuit zoals meter, meetsensor, meettransformator. IJking van het meetcircuit is een verantwoordelijkheid van de netbeheerder.



Figuur 5.2: Voorbeeld Unipower-meeteenheid en 3G-modem

Door omstandigheden komt het voor dat meetdata niet valide is en afgekeurd wordt. Bijvoorbeeld vanwege toepassing van flagging (zie ook paragraaf 3.1), een meetfout of het wegvallen bedrijfsspanningen door storingen of onderhoud. Wanneer er sprake is van een meetfout kan het voorkomen dat slechts de data van één of een deel van de verschijnselen wordt afgekeurd en die van de andere spanningsverschijnselen wel wordt meegenomen. Dit laatste is in 2018 het geval bij de meetlocaties in Helmond in relatie tot de spanningsasymmetrie (zie ook bijlage D).

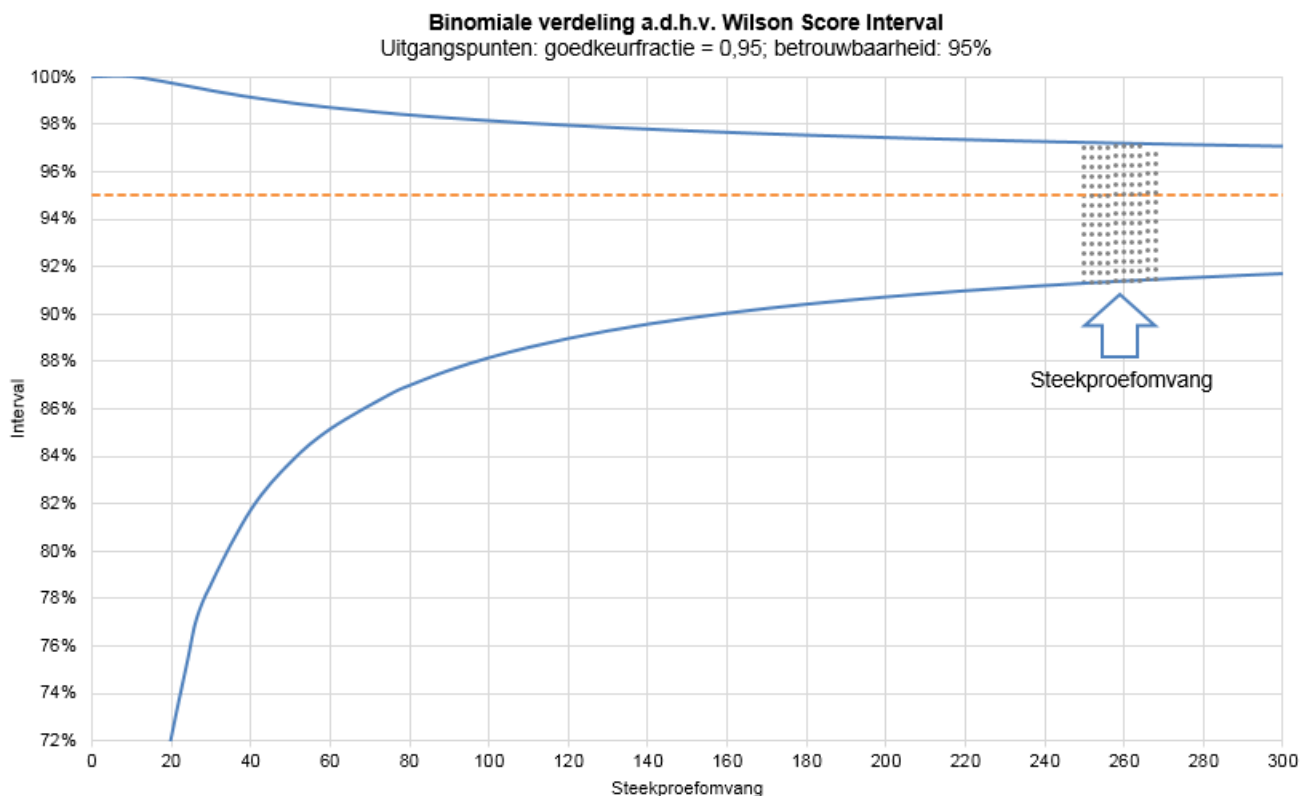
5.2 Rapportage

5.2.1 Landelijke uitspraak

Op basis van de meetresultaten wordt in de jaarlijkse rapportage 'Spanningskwaliteit in Nederland' een uitspraak gedaan aangaande de spanningskwaliteit van de Nederlandse netten.

In het LS-, MS- en 50-66kV HS-net wordt voor bepaling van de uitspraak aan de hand van de meetresultaten een Wilson Score Interval gegenereerd bij een zogenaamde binomiale verdeling. Het interval heeft betrekking op het percentage aangesloten dat binnen een net aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet. Op basis van de meetresultaten kan hierdoor bijvoorbeeld met een betrouwbaarheid van 95% worden gesteld dat de spanningskwaliteit bij 88% tot 95% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

De grootte van een steekproef is direct van invloed op de nauwkeurigheid (bandbreedte) van de statistische uitspraak. Hoe groter de steekproef, hoe nauwkeuriger de uitspraak. Opgemerkt wordt dat de toename in nauwkeurigheid sterk afvakt naarmate de steekproef groter wordt. Figuur 5.3 geeft grafisch weer wat het de relatie tussen de steekproefomvang en nauwkeurigheid is. Het grijs gearceerde gebied geeft aan waar de steekproefomvang van het PQM-project zich bevindt.



Figuur 5.3: Betrouwbaarheidsinterval bij verschillende steekproefgrootten

In het HS- en EHS-net groter dan of gelijk aan 110kV worden alle klantaansluitingen bemeten en hoeft dus geen statische vertaling van de meetgegevens plaats te vinden. Hier kan op basis van de meetresultaten bijvoorbeeld worden gesteld dat de spanningskwaliteit bij 98% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

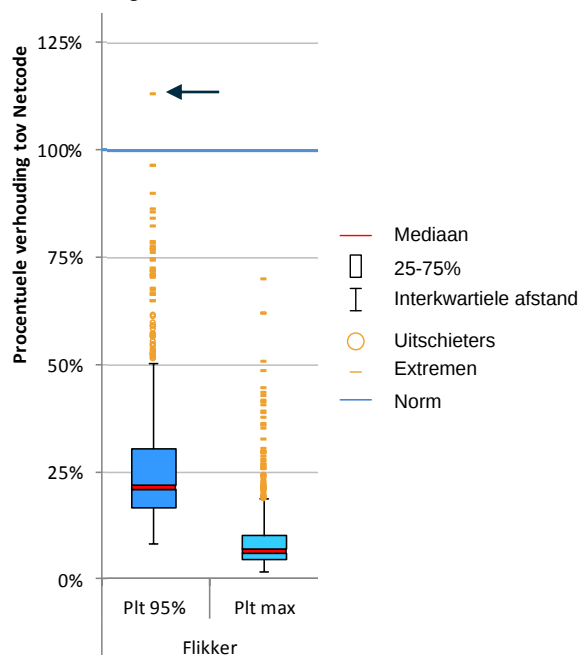
5.2.2 Grafische presentatie

Naast het doen van een uitspraak is er voor gekozen om de meetresultaten grafisch te presenteren door middel van zogenaamde boxplots. Een boxplot is veelvuldig toegepaste grafische voorstelling die inzicht geeft in de volgende statistische karakteristieken en kengetallen van een reeks waarnemingen:

- Bereik van de middelste 50% van de waarnemingen;
- Bereik van alle waarnemingen;
- De middelste waarneming (mediaan);
- De minimale en maximale waarnemingen;
- Scheefheid van de verdeling;
- De aanwezigheid van uitschieters of extremen².

Binnen een box-plot worden de waarden van klein naar groot gesorteerd. De middelste 50% van de waarden wordt getoond middels een 'box' (25%-75%). Het streepje in de box betreft de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De mediaan wordt in de statistiek veel gebruikt voor trendanalyses. De mediaan representeert de middelste meetwaarde van de meetpopulatie. Opgemerkt wordt dat een mediaan wat anders is dan het gemiddelde. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden, maar zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Indien waarden boven of onder de poten liggen, wordt over uitschieters of extremen gesproken.

In figuur 5.4 zijn ter illustratie twee boxplots opgenomen van het verschijnsel snelle spanningsvariatie. De linker boxplot betreft de 95% meetwaarden en de rechter de maxima. De kwaliteitscriteria zijn in de figuur genormaliseerd weergegeven. Dat wil zeggen: de geldende norm komt overeen met de blauwe, 100%-lijn op de Y-as. Meetwaarden die boven deze lijn betreffen een overschrijding. In dit geval is er bij toetsing op het 95% criterium (linker boxplot) één extreme die de norm circa 15% overschrijdt (zie pijl). Bij toetsing op de maximum criterium zijn geen overschrijdingen zichtbaar. De hoogste meetwaarde ligt hier ruim 25% onder de norm.



Figuur 5.4: Voorbeeld boxplot

² Uitschieters: waarnemingen met een waarde die zich tussen 1,5 en 3 maal de interkwartiele afstand bevinden vanaf de boven- of onderkant van de box.
Extremen: waarnemingen met een waarde die zich meer dan 3 maal de interkwartiele afstand bevinden vanaf de boven- of onderkant van de box.

5.2.3 Categorisatie spanningsdips

Bij de rapportage over spanningsdips wordt gebruik gemaakt van de categorisatie uit tabel 5.1. De tabel bevat vier categorieën: A, B1, B2 en C. Categorie A betreft niet-hinderlijke spanningsdips en de categorieën B1, B2 en C vormen tezamen de hinderlijke spanningsdips. Spanningsdips in categorie A hebben over het algemeen weinig impact op de installatie van de aangeslotene. De aangeslotene kan eenvoudig zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen. De netbeheerders rapporteren binnen dit project alleen over de hinderlijke dips.

Tabel 5.1: Categorisatie van diptabel

Restspanning U (%)	Duur t (ms)				
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	
90 > u ≥ 80	Cat. A		Cat. C		
80 > u ≥ 70					
70 > u ≥ 40					
40 > u ≥ 5	Cat. B1	Cat. B2			
5 > u					

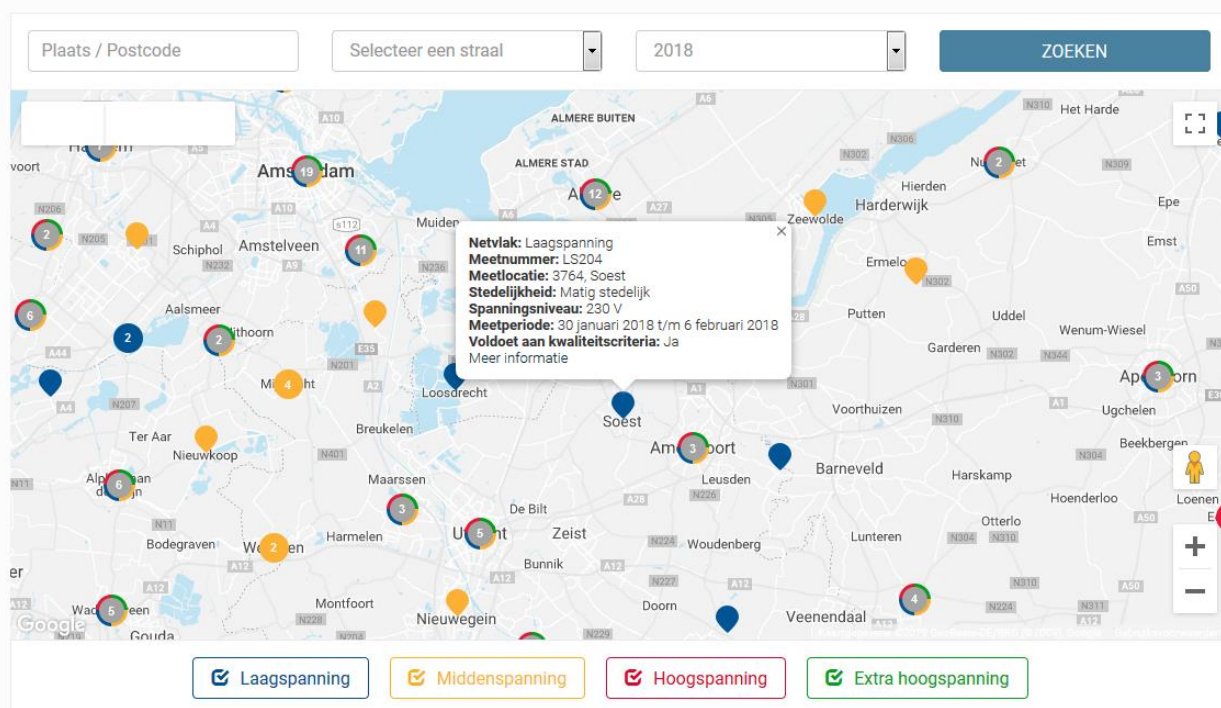
Om inzicht te geven in de oorzaken van spanningsdips, wordt bij rapportage van de hinderlijke dips inzicht gegeven in de verdeling naar de oorzaken zoals genoemd in paragraaf 3.2. De oorzaken worden door de netbeheerders zelf bepaald en aan het ondersteunende bureau doorgegeven.

Zoals eerder beschreven worden de HS- en EHS-meters op afstand uitgelezen en wordt de data in een centrale database geplaatst. Ieder kwartaal wordt van alle meters van de aangeslotene een kwartaalrapportage gemaakt. Deze kwartaalrapportage beslaat altijd 13 weken. Omdat een jaar niet exact een veelvoud van 13 weken aan dagen heeft, wordt in de laatste week van het jaar ook de “rest” meegenomen. Dit houdt praktisch in dat week 13 van kwartaal 4 altijd op 31^{ste} december eindigt en die laatste week vaak 8 dagen telt.

Op basis van de kwartaalrapportages worden de resultaten bepaald ten behoeve van de landelijke rapportage. Hierbij worden alleen meters meegenomen die minimaal 50% van de tijd bedrijfsspanningen gemeten hebben (beschikbaar zijn). Meters met een lagere beschikbaarheid worden niet meegenomen in de landelijke rapportage omdat ze niet voldoende representatief zijn voor de kwaliteit op de desbetreffend klantaansluiting gedurende het gehele jaar.

5.2.4 Individuele meetresultaten

Alle individuele metingen uit alle netvlakken worden elk kwartaal beschikbaar gesteld via de website www.UwSpanningskwaliteit.nl, zie screenshot hieronder. Om privacyredenen zijn de metingen op deze website alleen gekoppeld aan een viercijferige postcode en niet herleidbaar naar een compleet adres of naam van de aangeslotene. De webpagina bevat vanaf 2013 alle metingen die binnen het PQM-project zijn uitgevoerd. Om de vindbaarheid van de gewenste locatie te vereenvoudigen, kunnen bezoekers onder andere een plaatsnaam invoeren en netvlak selecteren. Naast de metingen biedt de webpagina ook nadere achtergrondinformatie zoals een brochure over spanningskwaliteit en verwijzing naar de Netcode elektriciteit. Ook de jaarrapportage “Spanningskwaliteit in Nederland” kan via de website worden gedownload.



Figuur 5.5: Screenshot www.UwSpanningskwaliteit.nl

6. Historische ontwikkelingen

In de vorige hoofdstukken is de huidige stand van het PQM-project beschreven. Echter; de Nederlandse netbeheerders bewaken al vele jaren de spanningskwaliteit. Ze zijn hier op eigen initiatief mee begonnen. In de loop de jaren zijn verschillende wijzigingen doorgevoerd. Hiermee werd ingespeeld op ontwikkelingen in de (Europese) regelgeving en de maatschappij. In onderstaand overzicht worden de belangrijkste zaken weergegeven.

Circa 1989	Diverse Nederlandse netbeheerders bewaken de 5 ^e en 11 ^e harmonischen in hun elektriciteitsnetten.
1994	In het kader van het Meerjarenprogramma Studie en Onderzoek van Netbeheer Nederland (voorheen: EnergieNed) wordt gestart met het ontwikkelen van een meetsysteem voor het bewaken van de netspanning in de Nederlandse elektriciteitsnetten.
1995	Het Nederlands Elektrotechnisch Comité aanvaardt de EN 50160 als Nederlandse norm en noemt het: NEN-EN 50160: Spanningskarakteristieken in openbare elektriciteitsnetten.
1996	Het ontwikkelde meetsysteem wordt ingezet in een nieuw jaarlijks project: Power Quality Monitoring (PQM). Dit project toetst volgens criteria uit de norm NEN-EN 50160. De volgende spanningsverschijnselen worden statistisch bewaakt: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie, spanningsasymmetrie en harmonische spanningen. Het PQM-project richt zich op drie netvlakken: laag-, midden- en hoogspanning (50 – 150 kV). Per netvlak wordt op minimaal 50 locaties gedurende één week de spanningskwaliteit geregistreerd. De netbeheerders voeren de metingen zelf uit en laten de analyses en rapportage door een onafhankelijk bureau uitvoeren.
2000	In het kader van de Elektriciteitswet 1998 wordt de Netcode uitgebracht. Deze nationale standaard bepaalt dat de kwaliteit van de geleverde transportdienst moet voldoen aan de eisen uit de NEN-EN 50160.
2002	Er verschijnt een nieuwe versie van de Netcode die in sommige gevallen een wijziging en veelal aanscherping bevat van de kwaliteitscriteria uit de NEN-EN 50160.
2003	In opdracht van het ministerie van Economische Zaken wordt binnen het programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO) een meetsysteem ontworpen dat de spanningskwaliteit in het hoogspanningsnet continu bewaakt.
2004	Het continue meetsysteem wordt bij twintig aselect getrokken HS meetlocaties geïnstalleerd en is vanaf eind 2004 volledig operationeel. Met het continue meetsysteem worden in Nederland voor het eerst structureel spanningsdips geregistreerd. De landelijke netbeheerder beheert dit meetsysteem. Ook draagt zij zelf zorg voor het opstellen van de jaarlijkse rapportage.
2005	In opdracht van het ministerie van Economische Zaken wordt binnen het programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO) een verbeterde rapportagevorm voor de PQM-resultaten ontwikkeld en toegepast.
2008	De steekproeftrekking voor de LS- en MS-metingen wordt gebaseerd op EAN-codes in plaats van postcodes met als doel een betere afspiegeling te krijgen van de 'gemiddelde klantaansluiting'. Daarnaast maken de netbeheerders maken vanaf 2008 voor de PQM-metingen in het LS- en MS-net gebruik van een klasse A meetinstrument, conform NEN-EN-IEC 61000-4-30.
2010	De nieuwe versie van de norm NEN-EN 50160 bevat een diptabel voor het rapporteren van spanningsdips. De diptabel in de landelijke rapportage wordt hierop aangepast.
2011	De landelijke netbeheerder draagt het beheer van het HS-meetsysteem over aan een onafhankelijk bureau, inclusief de controle en rapportage van de meetresultaten.
2012	Er is een workshop georganiseerd voor alle betrokken meetspecialisten. Tijdens de workshop is nader aandacht besteed aan het belang van het meten in de juiste maand, de wijze van aansluiting van de meter en het meten van een volledige meetweek.
2013	De rapportage met betrekking tot LS-, MS, HS en EHS-netten worden geïntegreerd in één rapport. Voorheen stelden de regionale en landelijke netbeheerders een apart jaarrapport op.

2014	In navolging van het HS-meetsysteem in 2010 gaat het beheer van het EHS-meetsysteem over naar een onafhankelijk bureau.
2014-2015	De netbeheerders stellen een plan van aanpak op in opdracht van de toezichthouder (ACM). ACM keurt het plan van aanpak goed. Dit houdt onder andere in dat in de komende jaren: • Het aantal metingen in zowel het LS- als MS-net wordt uitgebreid van 60 naar 270. • Het aantal metingen in het HS- en EHS-net wordt uitgebreid van 37 naar ruim 100 stuks. Hiermee worden alle klantaansluitingen voortaan bemeten. • Er met www.UwSpanningskwaliteit.nl een openbare website verschijnt die de resultaten van de uitgevoerde metingen individueel beschikbaar stelt.
2015	De regionale netbeheerders hebben op 200 MS-locaties een continu power quality meter geïnstalleerd. De meetresultaten dienen als input voor een op te stellen codewijzigingsvoorstel voor kwaliteitscriteria over spanningsdips.
2016	Uit onderzoek blijkt dat een aantal HS-meters foutief aangesloten zijn. Ze worden opnieuw geïnstalleerd. Daarnaast wordt de datacommunicatie waar mogelijk verbeterd door vervanging van de modems en/of herplaatsing van de antennes.
2017	Er wordt een codewijzigingsvoorstel voor spanningsdips in het MS- en (E)HS-net ingediend. Dit voorstel is door de netbeheerders opgesteld in nauwe samenwerking met VEMW en Energie-Nederland.
2018	Er wordt voor het eerst over MS-spanningsdips gerapporteerd in het jaarrapport over 2017. Onderliggend achtergronddocument verschijnt voor het eerst openbaar en geeft inzicht in de opzet, geldende afspraken en praktische uitvoering van het PQM-project. Er is wederom een workshop georganiseerd voor alle betrokken meetspecialisten. Tijdens de workshop is nader aandacht besteed aan het belang van het meten in de juiste maand, de wijze van aansluiting van de meter en het meten van een volledige meetweek.

Bijlagen

Bijlage A: Overzicht meetlocaties laagspanningsnet

Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet

Bijlage C: Overzicht meetlocaties 50-66 kV hoogspanningsnet

Bijlage D: Overzicht meetlocaties 110-150 kV hoogspanningsnet

Bijlage E: Overzicht meetlocaties extra hoogspanningsnet

Bijlage A: Overzicht meetlocaties laagspanningsnet

Tabel A.1: Samenvatting metingen LS, 2018

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
(Correct) gemeten en onderdeel jaarrapport	266
Juiste startmaand	252



Figuur A.1: Grafisch overzicht steekproeftrekking LS, 2018

Tabel A.2: Overzicht individuele weekmetingen LS, 2018

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Juiste startmaand	Onderdeel jaarrapport	Toelichting
LS001	Almelo	maart	ja	ja	
LS002	Almelo	augustus	ja	ja	
LS003	Tholen	januari	ja	ja	
LS004	Middelburg	februari	ja	ja	
LS005	Vlissingen	april	ja	ja	
LS006	Cadzand	juni	ja	ja	
LS007	Oostburg	juli	ja	ja	
LS008	Middelburg	september	ja	ja	
LS009	Retranchement	november	ja	ja	
LS010	Breda	januari	ja	ja	
LS011	Deurne	januari	ja	ja	
LS012	Eindhoven	januari	ja	ja	
LS013	Gemert	januari	ja	ja	
LS014	Heeswijk-Dinther	januari	ja	ja	
LS015	Vlijmen	januari	nee	ja	Gestart in februari
LS016	Waalwijk	januari	ja	ja	
LS017	Assen	februari	ja	ja	
LS018	Berghem	februari	ja	ja	
LS019	Dongen	februari	ja	ja	
LS020	Enschede	februari	ja	ja	
LS021	Kampen	februari	ja	ja	
LS022	Raamsdonksveer	februari	ja	ja	
LS023	Sittard	februari	ja	ja	
LS024	Tolbert	maart	ja	ja	
LS025	Zwolle	maart	nee	ja	Gestart in april
LS026	Etten-Leur	maart	ja	ja	
LS027	Haaksbergen	maart	ja	ja	
LS028	Loppersum	maart	ja	ja	
LS029	Venlo	maart	nee	ja	Gestart in mei
LS030	Vught	maart	ja	ja	
LS031	Bergen Op Zoom	maart	ja	ja	
LS032	Eindhoven	april	ja	ja	
LS033	Helmond	april	ja	ja	
LS034	Ommen	april	nee	ja	Gestart in mei
LS035	Roosendaal	april	ja	ja	
LS036	's-Hertogenbosch	april	nee	ja	Gestart in mei
LS037	Tilburg	april	ja	ja	
LS038	Bladel	april	ja	ja	
LS039	Dedemsvaart	mei	ja	ja	
LS040	Enschede	mei	ja	ja	
LS041	Groningen	mei	ja	ja	
LS042	Herkenbosch	mei	ja	ja	
LS043	Oss	mei	ja	ja	
LS044	Reuver	mei	ja	ja	
LS045	Sleen	mei	ja	ja	
LS046	Stramproy	mei	ja	ja	
LS047	Breda	juni	ja	ja	
LS048	Deventer	juni	nee	ja	Gestart in augustus

LS049	Eindhoven	juni	ja	ja	
LS050	Giethoorn	juni	ja	ja	
LS051	Heino	juni	ja	ja	
LS052	Meppel	juni	ja	ja	
LS053	Prinsenbeek	juni	ja	ja	
LS054	Son En Breugel	juli	ja	ja	
LS055	Tilburg	juli	ja	ja	
LS056	Weert	juli	ja	ja	
LS057	Enschede	juli	ja	ja	
LS058	Groningen	juli	ja	ja	
LS059	Hengelo Ov	juli	ja	ja	
LS060	Raamsdonksveer	juli	ja	ja	
LS061	Sittard	augustus	ja	ja	
LS062	Stadskanaal	augustus	ja	ja	
LS063	Beegden	augustus	ja	ja	
LS064	Boxtel	augustus	nee	ja	Gestart in september
LS065	Geldrop	augustus	ja	ja	
LS066	Heesch	augustus	ja	ja	
LS067	Losser	augustus	ja	ja	
LS068	Thesinge	augustus	ja	ja	
LS069	Waalre	september	ja	ja	
LS070	Zevenhuizen Gn	september	ja	ja	
LS071	Bergen Op Zoom	september	ja	ja	
LS072	Emmer-Compascuum	september	ja	ja	
LS073	Helvoirt	september	ja	ja	
LS074	Kaatsheuvel	september	ja	ja	
LS075	Sint-Oedenrode	september	ja	ja	
LS076	St. Willebrord	oktober	ja	ja	
LS077	Tilburg	oktober	ja	ja	
LS078	Groningen	oktober	ja	ja	
LS079	Heythuysen	oktober	ja	ja	
LS080	Reuver	oktober	ja	ja	
LS081	Swalmen	oktober	ja	ja	
LS082	Deventer	oktober	ja	ja	
LS083	Eindhoven	oktober	nee	nee	Meting niet beschikbaar
LS084	Goirle	november	ja	ja	
LS085	Hardenberg	november	ja	ja	
LS086	Helmond	november	ja	ja	
LS087	Hulsberg	november	ja	ja	
LS088	Olst	november	nee	ja	Gestart in oktober
LS089	Roosendaal	november	ja	ja	
LS090	's-Hertogenbosch	november	ja	ja	
LS091	Son En Breugel	december	ja	ja	
LS092	Tilburg	december	ja	ja	
LS093	Voerendaal	december	ja	ja	
LS094	Enschede	december	nee	nee	Meting niet beschikbaar
LS095	Groningen	december	ja	ja	
LS096	Hengelo Ov	december	nee	nee	Meting niet beschikbaar
LS097	Oss	december	ja	ja	
LS098	Sittard	december	ja	ja	
LS099	Abbega	januari	ja	ja	

LS100	Alphen Aan Den Rijn	januari	ja	ja	
LS101	Apeldoorn	januari	ja	ja	
LS102	Beneden-Leeuwen	januari	ja	ja	
LS103	Haarlem	januari	ja	ja	
LS104	Huizen	januari	ja	ja	
LS105	Leiden	januari	ja	ja	
LS106	Noordwijk Zh	januari	ja	ja	
LS107	Almere	januari	ja	ja	
LS108	Amsterdam	januari	ja	ja	
LS109	Lisse	februari	ja	ja	
LS110	St.-Annaparochie	februari	nee	ja	Gestart in juni
LS111	Wieringerwerf	februari	ja	ja	
LS112	Alphen Aan Den Rijn	februari	ja	ja	
LS113	Amsterdam Zuidoost	februari	ja	ja	
LS114	Den Helder	februari	ja	ja	
LS115	Ede Gld	februari	ja	ja	
LS116	Heerhugowaard	maart	ja	ja	
LS117	Leiden	maart	ja	ja	
LS118	Nijmegen	maart	ja	ja	
LS119	Rijnsburg	maart	ja	ja	
LS120	Sneek	maart	ja	ja	
LS121	Ter Aar	maart	ja	ja	
LS122	Zevenaar	maart	ja	ja	
LS123	Amsterdam	maart	ja	ja	
LS124	Arnhem	april	ja	ja	
LS125	Burgerveen	april	ja	ja	
LS126	Diemen	april	ja	ja	
LS127	Hedel	april	ja	ja	
LS128	Jubbega	april	ja	ja	
LS129	Lelystad	april	ja	ja	
LS130	Purmerend	april	ja	ja	
LS131	Wehl	april	ja	ja	
LS132	Zwammerdam	mei	ja	ja	
LS133	Almere	mei	ja	ja	
LS134	Amsterdam	mei	ja	ja	
LS135	Barchem	mei	ja	ja	
LS136	Heerde	mei	ja	ja	
LS137	Nijmegen	mei	ja	ja	
LS138	Vorden	mei	ja	ja	
LS139	Winterswijk	mei	ja	ja	
LS140	Arnhem	juni	ja	ja	
LS141	Bennebroek	juni	ja	ja	
LS142	Haarlem	juni	ja	ja	
LS143	Huizen	juni	ja	ja	
LS144	Leiderdorp	juni	ja	ja	
LS145	Nunspeet	juni	ja	ja	
LS146	Zoeterwoude	juni	ja	ja	
LS147	Almere	juni	ja	ja	
LS148	Amsterdam	juni	ja	ja	
LS149	Assendelft	juli	ja	ja	
LS150	Beuningen Gld	juli	ja	ja	

LS151	De Kwakel	juli	ja	ja	
LS152	Kerk-Avezaath	juli	ja	ja	
LS153	Lobith	juli	ja	ja	
LS154	Oostzaan	juli	ja	ja	
LS155	Ugchelen	juli	ja	ja	
LS156	Voorhout	juli	ja	ja	
LS157	Alphen Aan Den Rijn	augustus	ja	ja	
LS158	Amsterdam Zuidoost	augustus	ja	ja	
LS159	Den Helder	augustus	ja	ja	
LS160	Ede Gld	augustus	ja	ja	
LS161	Haarlem	augustus	ja	ja	
LS162	Leiden	augustus	ja	ja	
LS163	Noardburgum	augustus	ja	ja	
LS164	Oude Wetering	augustus	ja	ja	
LS165	Rijpwetering	september	ja	ja	
LS166	Sneek	september	ja	ja	
LS167	Amsterdam	september	ja	ja	
LS168	Arnhem	september	ja	ja	
LS169	Dokkum	september	ja	ja	
LS170	Heemskerk	september	ja	ja	
LS171	Lisse	september	ja	ja	
LS172	Purmerend	september	ja	ja	
LS173	Wekerom	oktober	ja	ja	
LS174	Alphen Aan Den Rijn	oktober	ja	ja	
LS175	Amsterdam	oktober	ja	ja	
LS176	Blaricum	oktober	ja	ja	
LS177	Drachten	oktober	ja	ja	
LS178	Ermelo	oktober	ja	ja	
LS179	Heerenveen	oktober	ja	ja	
LS180	Leeuwarden	oktober	ja	ja	
LS181	Nijmegen	november	ja	ja	
LS182	Vorden	november	ja	ja	
LS183	Zaandam	november	ja	ja	
LS184	Alkmaar	november	ja	ja	
LS185	Amsterdam	november	ja	ja	
LS186	Arnhem	november	ja	ja	
LS187	Benthuizen	november	ja	ja	
LS188	Breezand	november	ja	ja	
LS189	Purmerend	november	ja	ja	
LS190	Weesp	december	ja	ja	
LS191	Zutphen	december	ja	ja	
LS192	Almere	december	ja	ja	
LS193	Amsterdam	december	ja	ja	
LS194	Beverwijk	december	ja	ja	
LS195	Laren Nh	december	ja	ja	
LS196	Nijmegen	december	ja	ja	
LS197	Voorschoten	december	ja	ja	
LS198	Steenwijk	april	ja	ja	
LS199	Maassluis	januari	ja	ja	
LS200	Papendrecht	januari	ja	ja	
LS201	Rijswijk Zh	januari	ja	ja	

LS202	Rotterdam	januari	ja	ja	
LS203	's-Gravenhage	januari	ja	ja	
LS204	Soest	januari	ja	ja	
LS205	Zoetermeer	februari	ja	ja	
LS206	Capelle Aan Den IJssel	februari	ja	ja	
LS207	Gouda	februari	ja	ja	
LS208	Heemstede	februari	ja	ja	
LS209	Hendrik-Ido-Ambacht	februari	ja	ja	
LS210	Moordrecht	februari	nee	ja	Gestart in maart
LS211	Oostvoorne	maart	ja	ja	
LS212	Rotterdam	maart	ja	ja	
LS213	's-Gravenhage	maart	ja	ja	
LS214	Voorburg	maart	ja	ja	
LS215	Barendrecht	maart	ja	ja	
LS216	Bodegraven	maart	ja	ja	
LS217	Hoogvliet Rotterdam	april	ja	ja	
LS218	Ouddorp Zh	april	ja	ja	
LS219	Rotterdam	april	ja	ja	
LS220	's-Gravenhage	april	ja	ja	
LS221	Gorinchem	april	ja	ja	
LS222	Rotterdam	mei	ja	ja	
LS223	Spijkenisse	mei	ja	ja	
LS224	Voorburg	mei	ja	ja	
LS225	Dordrecht	mei	ja	ja	
LS226	Leersum	mei	ja	ja	
LS227	Loosdrecht	mei	ja	ja	
LS228	Rotterdam	juni	ja	ja	
LS229	's-Gravenhage	juni	ja	ja	
LS230	Utrecht	juni	ja	ja	
LS231	Achterveld	juni	ja	ja	
LS232	Amersfoort	juni	ja	ja	
LS233	Rijswijk Zh	juni	ja	ja	
LS234	Rotterdam	juli	ja	ja	
LS235	's-Gravenhage	juli	ja	ja	
LS236	Dordrecht	juli	ja	ja	
LS237	Heemstede	juli	ja	ja	
LS238	Nieuwerkerk Ad IJssel	juli	ja	ja	
LS239	Rotterdam	juli	ja	ja	
LS240	's-Gravenhage	augustus	ja	ja	
LS241	Wijk Bij Duurstede	augustus	ja	ja	
LS242	Houten	augustus	nee	ja	Gestart in september
LS243	Rotterdam	augustus	ja	ja	
LS244	's-Gravenhage	augustus	ja	ja	
LS245	Vleuten	augustus	nee	ja	Gestart in september
LS246	Gouda	september	ja	ja	
LS247	Rotterdam	september	ja	ja	
LS248	Schiedam	september	ja	ja	
LS249	Voorburg	september	ja	ja	
LS250	Zwijndrecht	september	ja	ja	
LS251	Barendrecht	september	ja	ja	
LS252	Delft	oktober	ja	ja	

LS253	Lopik	oktober	ja	ja	
LS254	Oud-Beijerland	oktober	ja	ja	
LS255	Rotterdam	oktober	ja	ja	
LS256	's-Gravenhage	oktober	ja	ja	
LS257	Sliedrecht	oktober	ja	ja	
LS258	Veenendaal	november	ja	ja	
LS259	Lekkerkerk	november	ja	ja	
LS260	Rotterdam	november	ja	ja	
LS261	Baarn	november	nee	ja	Gestart in december
LS262	Dordrecht	november	ja	ja	
LS263	Heenvliet	december	ja	ja	
LS264	Loosdrecht	december	ja	ja	
LS265	Rotterdam	december	ja	ja	
LS266	's-Gravenhage	december	ja	ja	
LS267	Utrecht	december	ja	ja	
LS268	Wilnis	december	ja	nee	Meting afgekeurd
LS269	Monster	april	nee	ja	Gestart in juli
LS270	De Lier	november	ja	ja	

Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet

Tabel B.1: Samenvatting metingen MS, 2018

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
(Correct) gemeten en onderdeel jaarrapport	268
Juiste startmaand	254



Figuur B.1: Grafisch overzicht steekproeftrekking MS, 2018

Tabel B.2: Overzicht individuele weekmetingen MS, 2018

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Juiste startmaand	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MS001	Almelo	juli	ja	ja	
MS002	Oldenzaal	december	ja	ja	
MS003	Zoutelande	januari	ja	ja	
MS004	Renesse	maart	ja	ja	
MS005	Goes	mei	ja	ja	
MS006	Rilland	augustus	ja	ja	
MS007	Middelburg	oktober	ja	ja	
MS008	Breda	januari	ja	ja	
MS009	Enschede	januari	ja	ja	
MS010	Groningen	januari	ja	ja	
MS011	Kaatsheuvel	januari	ja	ja	
MS012	Milheeze	januari	ja	ja	
MS013	Schaijk	januari	ja	ja	
MS014	Tegelen	januari	ja	ja	
MS015	Wedde	januari	ja	ja	
MS016	Assen	februari	ja	ja	
MS017	Dedemsvaart	februari	ja	ja	
MS018	Farmsum	februari	ja	ja	
MS019	Heeten	februari	nee	ja	Gestart in april
MS020	Luyksgestel	februari	ja	ja	
MS021	Oirschot	februari	ja	ja	
MS022	's-Hertogenbosch	februari	ja	ja	
MS023	Veldhoven	februari	ja	ja	
MS024	Zwolle	februari	nee	ja	Gestart in april
MS025	Boxtel	maart	ja	ja	
MS026	Eindhoven	maart	ja	ja	
MS027	Groningen	maart	ja	ja	
MS028	Heythuysen	maart	nee	ja	Gestart in februari
MS029	Maastricht-Airport	maart	ja	ja	
MS030	Roermond	maart	ja	ja	
MS031	Son En Breugel	maart	ja	ja	
MS032	Vollenhove	maart	ja	ja	
MS033	Arrien	april	nee	ja	Gestart in mei
MS034	Breda	april	ja	ja	
MS035	Enschede	april	ja	ja	
MS036	Halsteren	april	ja	ja	
MS037	Leek	april	ja	ja	
MS038	Niezijl	april	ja	ja	
MS039	Beesel	april	ja	ja	
MS040	Tilburg	april	ja	ja	
MS041	Winsum Gn	april	ja	ja	
MS042	Bergen Lb	mei	ja	ja	
MS043	Eexterveenschekanaal	mei	ja	ja	
MS044	Goirle	mei	ja	ja	
MS045	Hengelo Ov	mei	ja	ja	
MS046	Maastricht	mei	ja	ja	
MS047	Pesse	mei	ja	ja	
MS048	Sint-Oedenrode	mei	ja	ja	

MS049	Vledder	mei	ja	ja	
MS050	Almkerk	juni	ja	ja	
MS051	Breda	juni	ja	ja	
MS052	Enschede	juni	ja	ja	
MS053	Groningen	juni	ja	ja	
MS054	Katwijk Nb	juni	nee	ja	Gestart in juli
MS055	Molenhoek Lb	juni	ja	ja	
MS056	Scheemda	juni	ja	ja	
MS057	Teteringen	juni	ja	ja	
MS058	Well Lb	juni	ja	ja	
MS059	Asten	juli	ja	ja	
MS060	Denekamp	juli	ja	ja	
MS061	Genemuiden	juli	nee	ja	Gestart in september
MS062	Helmond	juli	ja	ja	
MS063	Maasbree	juli	ja	ja	
MS064	Oirschot	juli	ja	ja	
MS065	Simpelveld	juli	ja	ja	
MS066	Venlo	juli	ja	ja	
MS067	Boxtel	augustus	ja	ja	
MS068	Emmen	augustus	ja	ja	
MS069	Groningen	augustus	ja	ja	
MS070	Hapert	augustus	ja	ja	
MS071	Mierlo	augustus	ja	ja	
MS072	Roosendaal	augustus	ja	ja	
MS073	Stramproy	augustus	ja	ja	
MS074	Wapserveen	augustus	nee	ja	Gestart in september
MS075	Assen	september	ja	ja	
MS076	Broekhuizen Lb	september	ja	ja	
MS077	Enumatil	september	ja	ja	
MS078	Heel	september	ja	ja	
MS079	Lepelstraat	september	ja	ja	
MS080	Oirlo	september	ja	ja	
MS081	Knegsel	september	ja	ja	
MS082	Tilburg	september	ja	ja	
MS083	Zwolle	september	ja	ja	
MS084	Born	oktober	ja	ja	
MS085	Eindhoven	oktober	nee	nee	Meting niet beschikbaar
MS086	Goirle	oktober	ja	ja	
MS087	Herten	oktober	ja	ja	
MS088	Maastricht	oktober	ja	ja	
MS089	Rijssen	oktober	nee	ja	Gestart in september
MS090	Sittard	oktober	ja	ja	
MS091	Vlijmen	oktober	ja	ja	
MS092	Appingedam	november	ja	ja	
MS093	Breda	november	ja	ja	
MS094	Enschede	november	ja	ja	
MS095	Haarle Gem Hellendoorn	november	nee	ja	Gestart in september
MS096	Kerkrade	november	ja	ja	
MS097	Netersel	november	ja	ja	
MS098	Schinveld	november	ja	ja	
MS099	Tilburg	november	ja	ja	

MS100	Werkendam	november	ja	ja	
MS101	Beers Nb	december	ja	ja	
MS102	Dieverbrug	december	nee	nee	Meting niet beschikbaar
MS103	Gilze	december	ja	ja	
MS104	Hengelo Ov	december	ja	ja	
MS105	Maastricht	december	ja	ja	
MS106	Ootmarsum	december	ja	ja	
MS107	Sint Anthonis	december	ja	ja	
MS108	Venlo	december	ja	ja	
MS109	Amsterdam	januari	ja	ja	
MS110	Bakkeveen	januari	nee	ja	Gestart in februari
MS111	Ede Gld	januari	ja	ja	
MS112	Heemskerk	januari	ja	ja	
MS113	Koog Aan De Zaan	januari	ja	ja	
MS114	Nijmegen	januari	ja	ja	
MS115	Tollebeek	januari	nee	ja	Gestart in februari
MS116	Wehl	januari	ja	ja	
MS117	Amsterdam	februari	ja	ja	
MS118	De Blesse	februari	ja	ja	
MS119	Gaanderen	februari	ja	ja	
MS120	Holwerd	februari	ja	ja	
MS121	Lelystad	februari	ja	ja	
MS122	Oosterwolde Fr	februari	ja	ja	
MS123	Velsen-Noord	februari	ja	ja	
MS124	Woerdense Verlaat	februari	ja	ja	
MS125	Almere	maart	ja	ja	
MS126	Appelscha	maart	ja	ja	
MS127	Dokkum	maart	ja	ja	
MS128	Haarlem	maart	ja	ja	
MS129	Jelsum	maart	ja	ja	
MS130	Nederhorst Den Berg	maart	ja	ja	
MS131	Sneek	maart	ja	ja	
MS132	Wehl	maart	ja	ja	
MS133	Amsterdam	april	ja	ja	
MS134	Bovenkarspel	april	ja	ja	
MS135	Emmeloord	april	ja	ja	
MS136	Heumen	april	ja	ja	
MS137	Leiden	april	ja	ja	
MS138	Nunspeet	april	ja	ja	
MS139	Velp Gld	april	ja	ja	
MS140	Wilp Gld	april	ja	ja	
MS141	Almere	mei	ja	ja	
MS142	Apeldoorn	mei	ja	ja	
MS143	Doesburg	mei	ja	ja	
MS144	Grou	mei	ja	ja	
MS145	Huissen	mei	ja	ja	
MS146	Marrum	mei	ja	ja	
MS147	Schagen	mei	ja	ja	
MS148	Vorden	mei	ja	ja	
MS149	Amsterdam	juni	ja	ja	
MS150	Beverwijk	juni	ja	ja	

MS151	Ede Gld	juni	ja	ja	
MS152	Heemskerk	juni	ja	ja	
MS153	Laag Keppel	juni	ja	ja	
MS154	Nijmegen	juni	ja	ja	
MS155	Ulf	juni	ja	ja	
MS156	Weidum	juni	ja	ja	
MS157	Alkmaar	juli	ja	ja	
MS158	Amsterdam	juli	ja	ja	
MS159	De Kwakel	juli	ja	ja	
MS160	Gendringen	juli	ja	ja	
MS161	Hoofddorp	juli	nee	ja	Gestart in augustus
MS162	Lemmer	juli	ja	ja	
MS163	Oosthuizen	juli	ja	ja	
MS164	Vogelenzang	juli	nee	ja	Gestart in augustus
MS165	Zeewolde	juli	ja	ja	
MS166	Amsterdam	augustus	ja	ja	
MS167	Arnhem	augustus	ja	ja	
MS168	Drachten	augustus	ja	ja	
MS169	Halle	augustus	ja	ja	
MS170	Katwijk Zh	augustus	ja	ja	
MS171	Nieuwkoop	augustus	ja	ja	
MS172	Tiel	augustus	ja	ja	
MS173	Wehl	augustus	ja	ja	
MS174	Amsterdam	september	ja	ja	
MS175	Boven-Leeuwen	september	ja	ja	
MS176	Ermelo	september	ja	ja	
MS177	Hitzum	september	ja	ja	
MS178	Lelystad	september	ja	ja	
MS179	Oegstgeest	september	ja	ja	
MS180	Velsen-Noord	september	ja	ja	
MS181	Winterswijk	september	ja	ja	
MS182	Almere	oktober	ja	ja	
MS183	Apeldoorn	oktober	ja	ja	
MS184	Doetinchem	oktober	ja	ja	
MS185	Haarlem	oktober	ja	ja	
MS186	Huizen	oktober	ja	ja	
MS187	Naarden	oktober	ja	ja	
MS188	Sint Annaparochie	oktober	ja	ja	
MS189	Waskemeer	oktober	ja	ja	
MS190	Amsterdam	november	ja	ja	
MS191	Bolsward	november	ja	ja	
MS192	Eibergen	november	ja	ja	
MS193	Heerenveen	november	ja	ja	
MS194	Leiden	november	ja	ja	
MS195	Nijmegen	november	ja	ja	
MS196	Varsseveld	november	ja	ja	
MS197	West-Terschelling	november	ja	ja	
MS198	Almere	december	ja	ja	
MS199	Andijk	december	ja	ja	
MS200	Delfstrahuizen	december	ja	ja	
MS201	Groesbeek	december	ja	ja	

MS202	Hoorn Nh	december	ja	ja	
MS203	Makkum Fr	december	ja	ja	
MS204	Rossum Gld	december	ja	ja	
MS205	Voorhout	december	ja	ja	
MS206	Zuid-Scharwoude	december	ja	ja	
MS207	Hoogeveen	mei	ja	ja	
MS208	Baambrugge	januari	ja	ja	
MS209	Hoogvliet Rotterdam	januari	ja	ja	
MS210	Pijnacker	januari	ja	ja	
MS211	's-Gravenhage	januari	ja	ja	
MS212	Vinkeveen	januari	ja	ja	
MS213	Delfgauw	februari	ja	ja	
MS214	Maarssen	februari	ja	ja	
MS215	Rotterdam	februari	ja	ja	
MS216	Spijkenisse	februari	ja	ja	
MS217	Woerden	februari	ja	ja	
MS218	Amersfoort	maart	ja	ja	
MS219	Hardinxveld-Giessendam	maart	ja	ja	
MS220	Oud Beijerland	maart	ja	ja	
MS221	Rotterdam	maart	ja	ja	
MS222	Vierpolders	maart	ja	ja	
MS223	Bodegraven	april	ja	ja	
MS224	Linschoten	april	ja	ja	
MS225	Rijswijk Zh	april	ja	ja	
MS226	's-Gravenhage	april	ja	ja	
MS227	Voorburg	april	ja	ja	
MS228	Gouda	mei	ja	ja	
MS229	Nieuwegein	mei	ja	ja	
MS230	Rotterdam	mei	ja	ja	
MS231	Utrecht	mei	ja	ja	
MS232	Zwijndrecht	mei	ja	ja	
MS233	Barendrecht	juni	ja	ja	
MS234	Leidschendam	juni	ja	ja	
MS235	Reeuwijk	juni	ja	ja	
MS236	's-Gravenhage	juni	ja	ja	
MS237	Vlaardingen	juni	ja	ja	
MS238	Delft	juli	ja	ja	
MS239	Mijdrecht	juli	ja	ja	
MS240	Rotterdam	juli	ja	ja	
MS241	Tull En 'T Waal	juli	ja	ja	
MS242	Zoetermeer	juli	ja	ja	
MS243	Amersfoort	augustus	ja	ja	
MS244	Hardinxveld-Giessendam	augustus	ja	ja	
MS245	Oud-Beijerland	augustus	ja	ja	
MS246	's-Gravenhage	augustus	ja	ja	
MS247	Vinkeveen	augustus	ja	ja	
MS248	De Bilt	september	ja	ja	
MS249	Maarssen	september	ja	ja	
MS250	Rotterdam	september	ja	ja	
MS251	's-Gravenhage	september	ja	ja	
MS252	Waddinxveen	september	ja	ja	

MS253	Alblasserdam	oktober	ja	ja	
MS254	Hardinxveld-Giessendam	oktober	ja	ja	
MS255	Oostvoorne	oktober	ja	ja	
MS256	Rotterdam	oktober	ja	ja	
MS257	Veenendaal	oktober	ja	ja	
MS258	Bodegraven	november	nee	ja	Gestart in december
MS259	Lexmond	november	ja	ja	
MS260	Rhenen	november	ja	ja	
MS261	's-Gravenhage	november	ja	ja	
MS262	Vlaardingen	november	ja	ja	
MS263	Dordrecht	december	ja	ja	
MS264	Nieuwegein	december	ja	ja	
MS265	Rotterdam	december	ja	ja	
MS266	Utrecht	december	ja	ja	
MS267	Zoetermeer	december	ja	ja	
MS268	Kwintsheul	maart	ja	ja	
MS269	Monster	augustus	ja	ja	
MS270	De Lier	oktober	ja	ja	

Bijlage C: Overzicht meetlocaties 50-66 kV hoogspanningsnet

Tabel C.1: Overzicht meetlocaties steekproef 50-66 kV HS, 2018

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS003	Boschpoort 50	Ja	
HS008	Arnhem 50	Nee	Te lage beschikbaarheid
HS009	Alkmaar 50	Ja	
HS011	Amsterdam 50	Ja	
HS018	Westdorpe 50	Ja	

Bijlage D: Overzicht meetlocaties 110-150 kV hoogspanningsnet

Tabel D.1: Samenvatting metingen HS 110-150 kV, 2018

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen	92
- waarvan met eigen meter	78
- waarvan met meer dan één meter	9
- waarvan met gedeelde meter	15
Totaal aantal meters	94
- waarvan veld buiten bedrijf	6
- waarvan onvoldoende beschikbaar	7
- waarvan meter defect	8
Totaal aantal meters jaarrapport	73



Figuur D.1: Grafisch overzicht meetlocaties 110-150 kV HS, 2018³

³ Merk op: doordat zich op sommige locaties meerdere metingen bevinden is het totaal aantal locaties dat zichtbaar is lager dan in de tabellen.

Tabel D.2: Overzicht individuele meetlocaties 110-150 kV HS, 2018

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS004	Graetheide 150	Ja	
HS005	Merseyweg 150	Ja	
HS007	Teersdijk 150	Nee	Beschikbaarheid onvoldoende
HS010	Diemen 150	Nee	Meter defect
HS013	Veenoord 110	Nee	Beschikbaarheid onvoldoende
HS014	Voorsterweg	Nee	Meter defect
HS015	Grijpskerk 110	Ja	
HS019	Westdorpe 150	Nee	Meter defect
HS020	Lage Weide 150	Nee	Beschikbaarheid onvoldoende
HS021	Terneuzen 150	Ja	
HS022	Terneuzen 150	Ja	
HS023	Borssele 150	Ja	
HS024	Borssele 150	Ja	
HS025	Europoort 150	Nee	Veld uit bedrijf
HS026	Bergen op Zoom 150	Ja	
HS027	Etten 150	Ja	
HS028	Roosendaal Borchwerf	Nee	Veld uit bedrijf
HS029	Moerdijk 150	Ja	
HS030	Moerdijk 150	Ja	
HS031	Botlek 150	Ja	
HS032	Geervliet Noorddijk 150 (Geervliet 2)	Nee	Meter defect
HS033	Geervliet Noorddijk 150 (Geervliet 2)	Nee	Veld uit bedrijf
HS034	Maasvlakte 150	Ja	
HS035	Veenoord 110	Ja	
HS036	Wijster Oosterscheveld 110	Nee	Beschikbaarheid onvoldoende
HS037	Almelo Tusveld 110	Ja	
HS038	Oele/Boldershoek	Ja	
HS039	Luttelgeest Kalenberg 110	Ja	
HS040	Delfzijl Weiwerd 110	Ja	
HS041	Delfzijl Weiwerd 110	Nee	Beschikbaarheid onvoldoende
HS042	Sassenheim 150	Ja	
HS043	Musselkanaal Zandberg 110	Ja	
HS044	Borculo 150	Ja	
HS045	Renkum 150	Ja	
HS046	Renkum 150	Ja	
HS047	Almere 150	Ja	
HS048	Bargermeer 110	Ja	
HS049	Coevorden 110	Ja	
HS050	Enschede Marssteden 110	Nee	Veld uit bedrijf
HS055	Boldershoek 110kV	Ja	
HS057	Meeden 110	Ja	
HS058	Meeden 110	Nee	Meter defect
HS059	Meeden 110	Ja	
HS061	Vilsteren	Ja	
HS062	Westermeerdijk 110	Ja	
HS063	Westermeerdijk 110	Ja	
HS064	Westermeerdijk 110	Ja	
HS065	Winsum Ranum 110	Ja	
HS066	Zeyerveen 110	Ja	

HS067	Vanuit 110 lijn Hunze Weiwerd (zwart)	Ja	
HS068	Groningen Hunze 110	Ja	
HS069	Kropswolde 110	Ja	
HS070	Kropswolde 110	Nee	Beschikbaarheid onvoldoende
HS071	Vanuit 110 lijn Kropswolde Meeden	Nee	Beschikbaarheid onvoldoende
HS072	Meeden 110	Ja	
HS073	Alblasserdam 150	Ja	
HS074	Anna Paulowna 150	Ja	
HS075	Eindhoven Noord 150	Nee	Veld uit bedrijf
HS076	Geertruidenberg 150	Ja	
HS078	Helmond Oost 150	Ja	
HS079	Helmond Oost 150	Ja	
HS080	Hemweg 150	Ja	
HS081	Hemweg 150	Ja	
HS082	Kubbetocht 150	Ja	
HS084	Lelystad 150	Ja	
HS086	Maarheeze 150	Ja	
HS087	Maasbracht 150	Nee	Veld uit bedrijf
HS088	Markerkant 150	Ja	
HS093	Ommoord 150	Ja	
HS094	Oterleek 150	Ja	
HS095	Waalhaven 150	Ja	
HS096	Waalhaven 150	Ja	
HS097	Teersdijk 150	Ja	
HS098	Tilburg West 150	Ja	
HS099	Tilburg West 150	Ja	
HS101	Velsen 150	Ja	
HS102	Velsen 150	Ja	
HS103	Velsen 150	Ja	
HS104	Velsen 150	Ja	
HS107	Westwoud 150	Ja	
HS108	Zeewolde 150	Ja	
HS109	Zevenaar 150	Ja	
HS110	Zevenbergschenhoek 150	Ja	
HS111	Zoetermeer 150	Ja	
HS113	Eerbeek 150	Ja	
HS114	Tiel 150	Ja	
HS116	Geertruidenberg 150	Nee	Meter defect
HS117	Zevenbergschenhoek 150	Ja	
HS118	Anna Paulowna 150	Ja	
HS119	Vanuit 110 lijn Hunze Weiwerd (zwart)	Ja	
HS120	Vanuit 110 lijn Hunze Weiwerd (zwart)	Ja	
HS125	Middelharnis 150	Ja	
N.t.b.	Geervliet Noorddijk 150	Nee	Meter defect
N.t.b.	Europoort 150	Nee	Meter defect

Bijlage E: Overzicht meetlocaties extra hoogspanningsnet

Tabel E.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters EHS, 2018

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen	21
- waarvan met eigen meter	12
- waarvan met meer dan één meter	3
- waarvan met gedeelde meter	9
Totaal aantal meters	18
- waarvan veld buiten bedrijf	1
- waarvan onvoldoende beschikbaar	0
Totaal aantal meters <i>jaarrapport</i>	17



Figuur E.1: Grafisch overzicht meetlocaties EHS, 2018⁴

⁴ Merk op: doordat zich op sommige locaties meerdere metingen bevinden is het totaal aantal locaties dat zichtbaar is lager dan in de tabellen.

Tabel E.2: Overzicht individuele meetlocaties EHS, 2018

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
EHS001	Borssele 380	ja	
EHS003	Diemen 380	ja	
EHS005	Eemshaven Oudeschip 380	ja	
EHS006	Eemshaven 380	ja	
EHS007	Eemshaven 380	ja	
EHS010	Lelystad 380	ja	
EHS011	Maasbracht 380	ja	
EHS012	Maasvlakte 380	ja	
EHS014	Robbenplaat 220	nee	Aansluiting buiten bedrijf
EHS015	Simonshaven 380	ja	
EHS016	Weiwerd 220	ja	
EHS018	Weiwerd 220	ja	
EHS019	Weiwerd 220	ja	
EHS020	Eemshaven 380	ja	
EHS022	Robbenplaat 220	ja	
EHS023	Robbenplaat 220	ja	
EHS024	Bergum 220	ja	
EHS025	Eemshaven Oost 220	ja	

Colofon

Project	Achtergronddocument - Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2018
Projectnummer	RA131010
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Movares Nederland B.V. Movares Energy
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Rik Luiten
Auteurs	Mick van der Vliet en Rik Luiten
Kenmerk	RA-ME-RL-180009853 / Versie 1.0
Datum	26 april 2019
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Dorien Bennink (woordvoerder) Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl