

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2019

Versie: 1.0

Kenmerk: RA-ME-RL-202009853

Datum: 17 april 2020

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 and blue arc above the word "Movares" in a bold, blue, sans-serif font.

Autorisatieblad

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2019

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden aan leden werkgroep Spanningskwaliteit	27 maart 2020
1.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking ontvangen reacties	17 april 2020

	Naam	Paraaf
Opgesteld door	Shonima Dewkali, Tom Bogaert	
Gecontroleerd door	Hans Wolse	
Vrijgegeven door	Rik Luiten	

Inhoudsopgave

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	10
3.2 Spanningsdips	11
3.2.1 Middenspanningsnet	11
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 Categorieën spanningsdips	22
5.2.4 Individuele meetresultaten	22
6. Historische ontwikkelingen	24
Bijlagen	26
Bijlage A: Overzicht metingen laagspanningsnet	27
Bijlage B: Overzicht metingen middenspanningsnet	34
Bijlage C: Overzicht metingen 35-72 kV hoogspanningsnet	41
Bijlage D: Overzicht metingen 110-150 kV hoogspanningsnet	43
Bijlage E: Overzicht metingen extra hoogspanningsnet	46
Colofon	48

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 2019. Deze zijn (met terugwerkende kracht) 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	Ramon Bené
Enexis	Sharmistha Bhattacharyya, Rick Poulussen
Liander	Tongyou Gu
Rendo	Gerrit Scharrenberg
Stedin	Ernst Wierenga
TenneT	Johan Janssen (voorzitter), Frans van Erp, Jeroen van Waes
Westland Infra	Amrish Sookhlall
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 en 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 sinusvormig en heeft een frequentie van 50 Hz. Men spreekt over harmonische vervorming wanneer er in de spanning ook andere frequenties met een veelvoud van 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 2019 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 *Un* 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°. *Un* plus of min 10% voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende 1 week;
 - 2°. *Un* 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% *Un*;
 - 2°. kleiner dan of gelijk aan 3% *Un* 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 overdrachtspunt 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.

In relatie tot snelle spanningsvariatie geldt dat binnen het PQM-project alleen getoetst wordt op de PLT.

Voor de harmonische vervorming wordt voor voorwaarden over de individuele harmonischen naar de NEN-EN 51060: 2010 verwezen. Voor deze norm is in 2019 een addendum¹ verschenen die nieuwe waarden voor de 15^e en 21^e harmonischen bevat. De 95% waarden in tabel 3.2 zijn uit dit addendum afkomstig. De 99,9% waarden zijn conform de Netcode.

Tabel 3.2: Voorwaarden individuele harmonischen LS, 2019

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	1,0%	1,5%			
17	2,0%	3,0%			
19	1,5%	2,25%			
21	0,75%	1,125%			
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 overdrachtspunt 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 overdrachtspunt van de aansluiting als volgt begrensd:

1°. ΔU_{ss} is kleiner dan of gelijk aan 10% U_n ;

2°. ΔU_{ss} is kleiner dan of gelijk aan 3% U_n in situatie zonder uitval van productie, grote verbruikers of verbindingen;

3°. ΔU_{max} is kleiner dan of gelijk aan 5% U_n in situatie zonder uitval van productie, grote verbruikers of verbindingen;

4°. PLT is kleiner dan of gelijk 1 gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week;

¹ NEN (oktober 2019). NEN-EN 50160/A3 Spanningskarakteristieken in openbare elektriciteitsnetten.

5°. *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 overdrachtspunt 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 overdrachtspunt 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 kleinst vermelde 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.*

In relatie tot snelle spanningsvariatie geldt dat binnen het PQM-project alleen getoetst wordt op de PLT.

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. Deze zijn, met uitzondering van de 15^e en 21 harmonischen, identiek zijn aan die van LS. Onderstaande tabel bevat een overzicht van de 95% waarden uit de norm. De 99,9% waarden zijn conform de Netcode.

Tabel 3.3: Voorwaarden individuele harmonischen MS, 2019

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%			

3.1.4 (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°. ΔU_{ss} is kleiner dan of gelijk aan 10% U_n ;
 - 2°. ΔU_{ss} is kleiner dan of gelijk aan 3% U_n in situatie zonder uitval van productie, grote verbruikers of verbindingen;
 - 3°. ΔU_{max} is kleiner dan of gelijk aan 5% U_n in situatie zonder uitval van productie, grote verbruikers of verbindingen;
 - 4°. PLT is kleiner dan of gelijk 1 gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week;
 - 5°. 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 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 relatie tot snelle spanningsvariatie geldt dat binnen het PQM-project alleen getoetst wordt op de PLT.

In tegenstelling tot bij het LS- en MS-net wordt bij de (E)HS-netten vanuit de Netcode elektriciteit niet naar NEN-EN 50160:2010 verwezen voor individuele harmonischen. Deze Europese norm bevat wel 95% criteria voor individuele harmonischen in het HS-net (zie tabel 3.4). Binnen het PQM-project wordt voor het HS-net over de individuele harmonischen gerapporteerd. Er vindt geen toetsing op de criteria plaats omdat dit niet door de Netcode wordt voorgeschreven.

Voor het EHS-net zijn in de NEN-EN 50160:2010 geen criteria voor de individuele harmonischen opgenomen. Hier wordt dan ook niet over gerapporteerd. Wel worden ook in dit net alle individuele harmonischen tot en met de 25^e bemeten.

Tabel 3.4: Voorwaarden individuele harmonischen HS, 2019

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 met genoemde partijen afgesproken om al wel conform het voorstel over spanningsdips te rapporteren.

3.2.1 Middenspanningsnet

Onderdeel van het voorstel is het rapporteren over drie categorieën van hinderlijke spanningsdips. De drie categorieën zijn:

- Klasse B1: spanningsdips met een duur van 10 tot 200 milliseconden en een restspanning kleiner dan 40%.
- Klasse B2: spanningsdips met een duur van 200 tot 500 milliseconden en een restspanning kleiner dan 70%.
- Klasse C: spanningsdips met een duur van 500 tot 5.000 milliseconden en een restspanning kleiner dan 80%.

Verder stelt het codewijzigingsvoorstel dat de netbeheerders in het jaarrapport tenminste bij de hinderlijke spanningsdips onderscheid maken 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*

3.2.2 (Extra) hoogspanningsnet

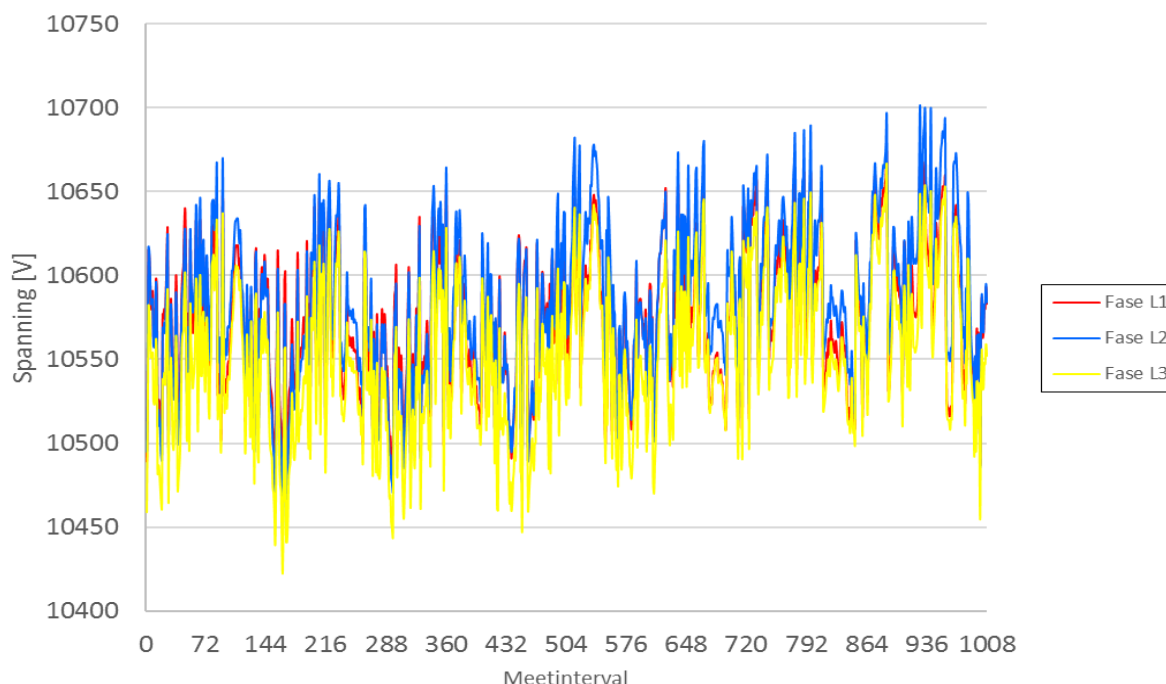
Voor de geregistreerde dips in dit net worden dezelfde categorieën en oorzaken toegepast als bij het MS-net, zie voorgaande paragraaf.

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 2019.

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

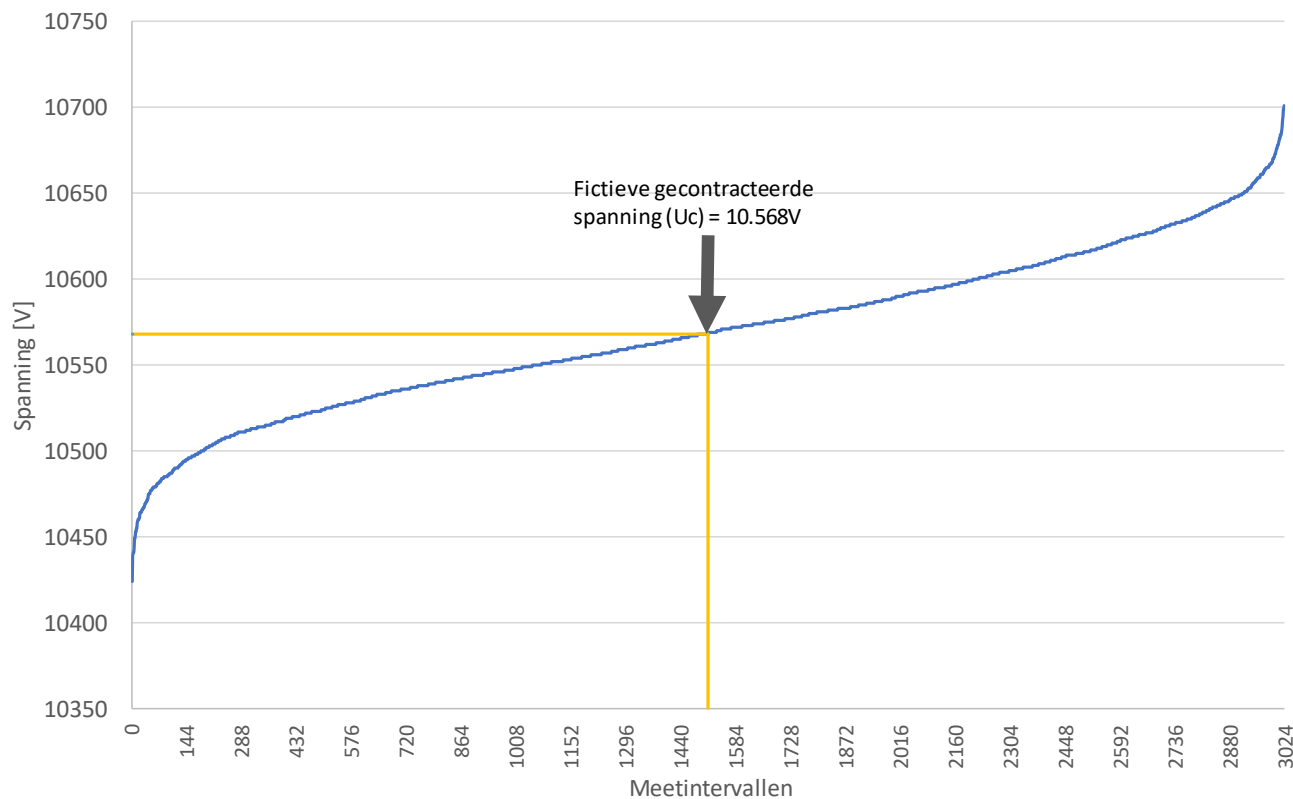
Bij MS- en 35-72 kV HS0-metingen dient de 'gecontracteerde spanning' (U_c) vastgesteld te worden. Deze spanning heeft betrekking op het contractueel afgesproken niveau van de geleverde spanning op de betreffende klantaansluiting. In de praktijk blijkt het spanningsniveau in de genoemde netten niet contractueel 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 Voltages². 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)

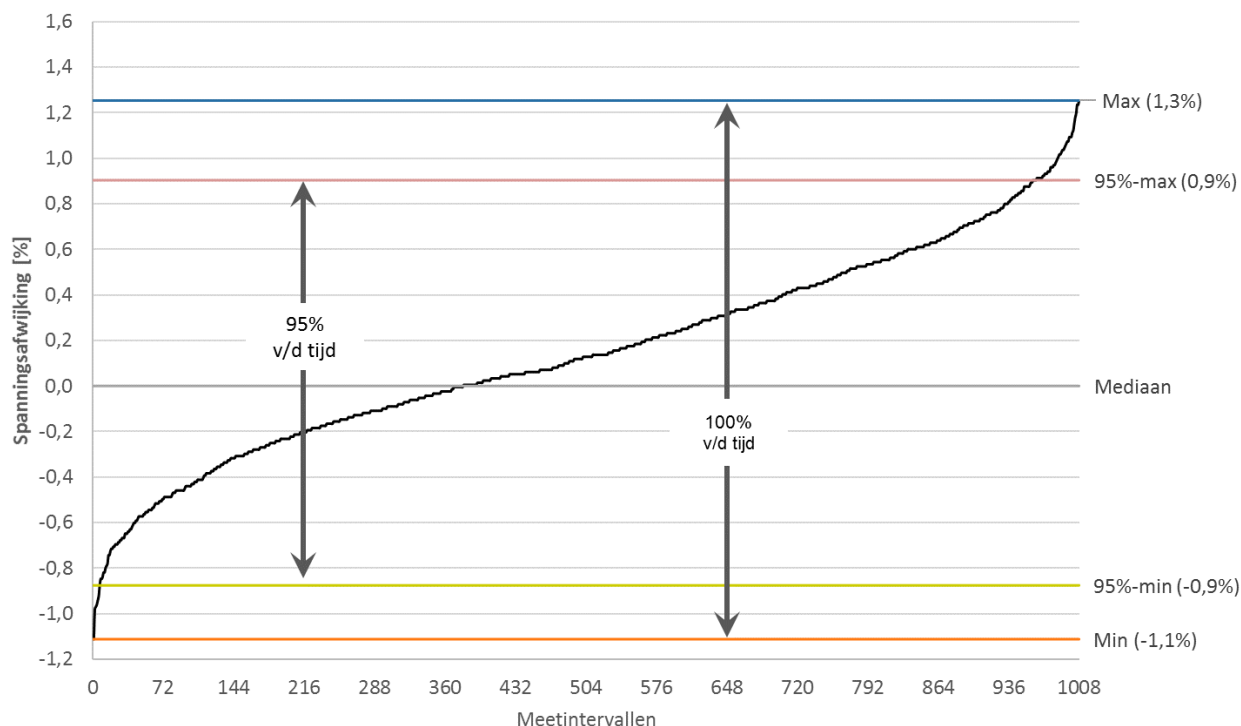
Als U_c bekend is, kunnen de toetswaarden worden bepaald. In het geval van langzame spanningsvariatie gaat het hierbij om de procentuele afwijkingen. Er moet bekeken worden of deze afwijkingen aan de eerder genoemde voorwaarden voldoen.

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.

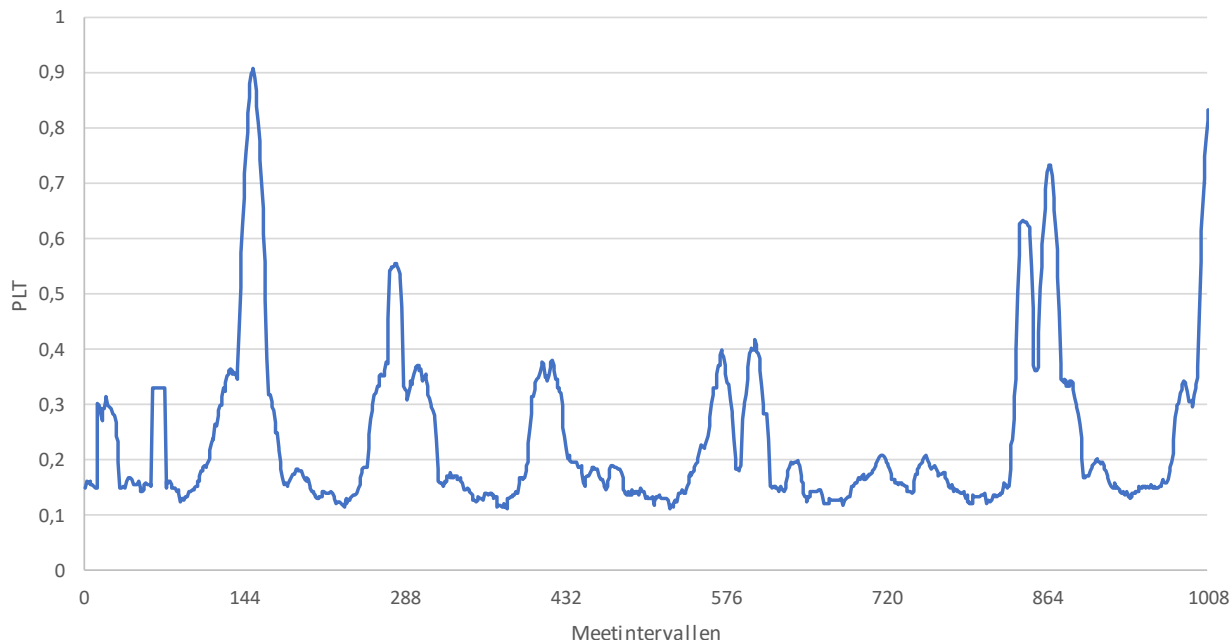
² Deze nominale spanning is niet gerelateerd aan de spanningsniveaus zoals die zijn gedefinieerd in Verordening (EU) 2016/631 (NC RfG). Voor het '380kV-net' wordt daarom uitgegaan van $U_n=380\text{kV}$, zoals gedefinieerd in IEC 60038. Deze waarde wijkt af van de waarde voor de referentiespanning (400 kV) die in de NC RfG wordt voorgeschreven voor grote elektriciteitsproductie-eenheden.



Figuur 4.3: Vaststellen toetswaarden langzame spanningsvariatie

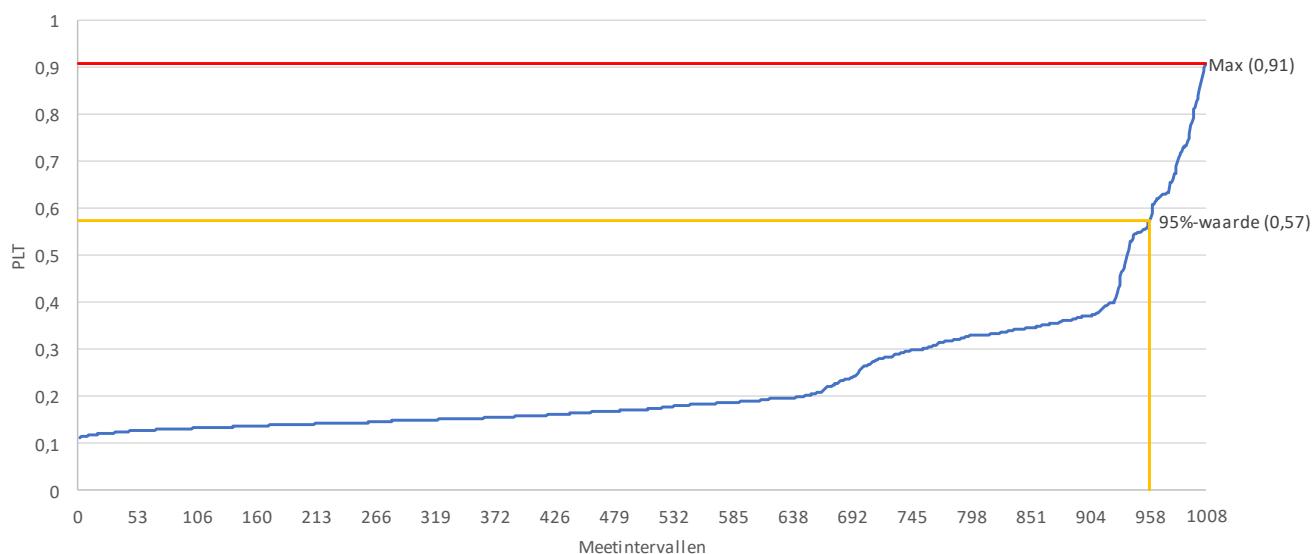
4.1.1 Snelle spanningsvariatie

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

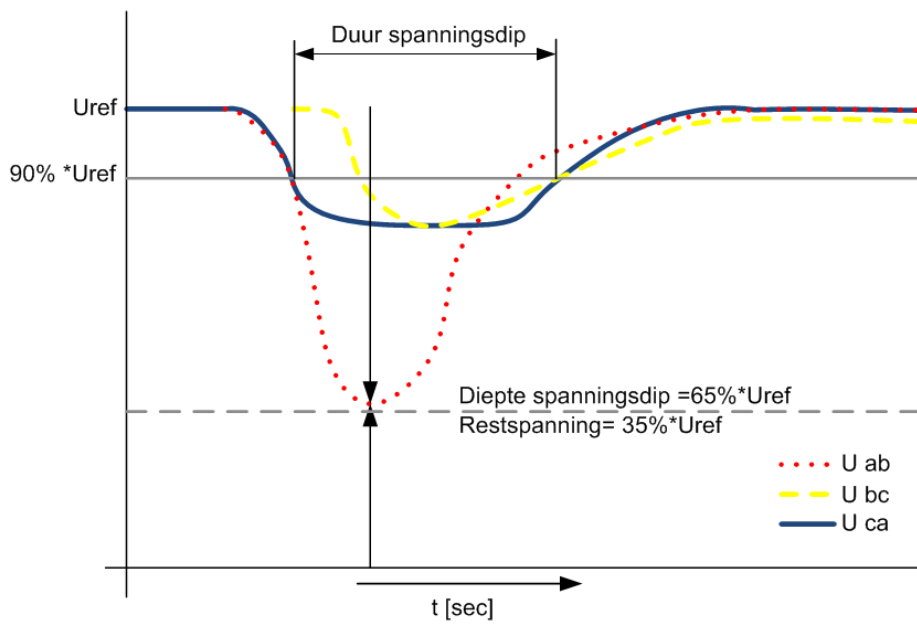
Toetsing van de meetdata met betrekking tot het verschijnsel asymmetrie verloopt op dezelfde manier als bij snelle spanningsvariatie (zie voorgaande paragraaf) en wordt daarom niet nader toegelicht.

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, met worst case karakteristieken over de 3 fasen. 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 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 net 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. Een onafhankelijke partij 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 steekproefrekening 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. Als een meter onverhoopt uitvalt, neemt desbetreffende netbeheerder actie om deze zo snel mogelijk te vervallen. Als een meter uitvalt vanwege het vervallen van een klantaansluiting, wordt een vervangende locatie gekozen bij dezelfde netbeheerder. Deze locatie wordt aselekt getrokken door een onafhankelijke partij.

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.

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

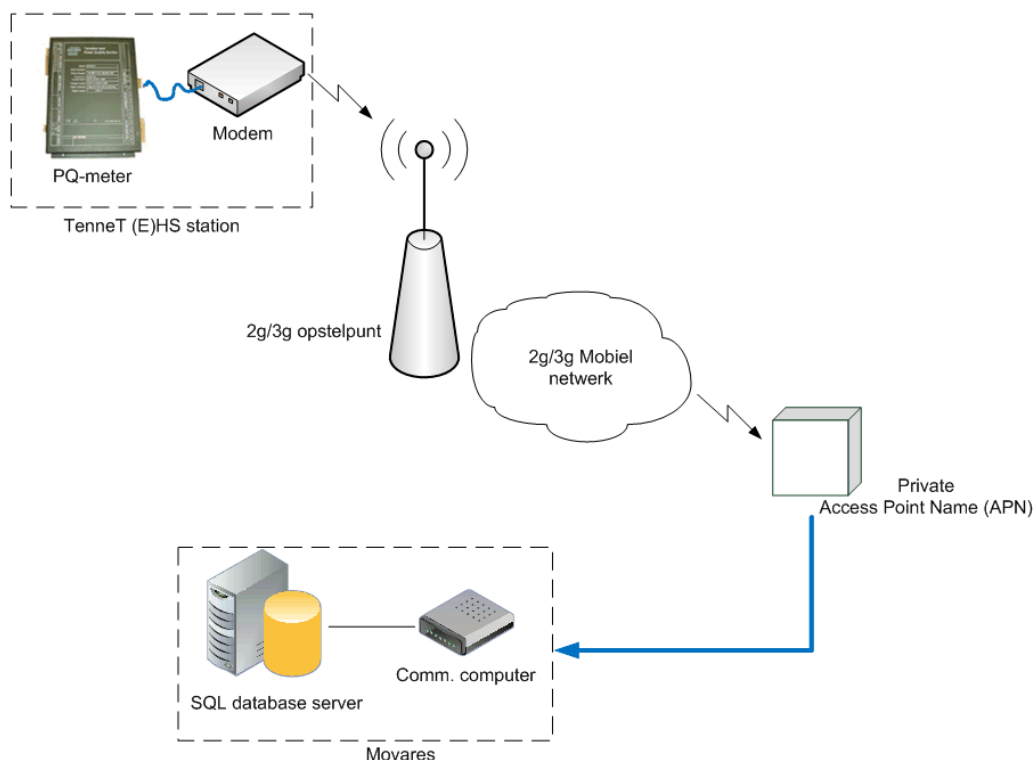
5.1.2 Hoog- en extra hoogspanningsnet

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 HS- en EHS-netten geldt als uitgangspunt dat de spanningskwaliteit op elke klantaansluiting wordt bewaakt. Door bijvoorbeeld een storing of onderhoud kan het voorkomen dat de meter tijdelijk niet functioneert. Het gevolg is dat de meetweek waarin dit gebeurt niet compleet is en niet zal worden meegenomen in de rapportage over de continue verschijnselen.

Bij het verschijnsel spanningsdips wordt alleen over meters met een beschikbaarheid van meer dan 50% gerapporteerd. Met beschikbaarheid wordt bedoeld op dat een meter correct functioneert en meetwaarden heeft geregistreerd. Het maakt hierbij niet uit of de meter spanningen gemeten heeft van een veld wat tijdelijk niet operationeel is (geaard veld). De meeste meters bewaken de spanningskwaliteit daadwerkelijk op de klantaansluiting. In sommige gevallen geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat een meter de kwaliteit op meerdere locaties monitort. Zie bijlage C, D en E voor meer informatie.

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, op enkele uitzonderingen in het 35-72kV net na, gebruik gemaakt van de meeteenheid Unipower UP2210. Alle gebruikte meetinstrumenten voldoen 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 (meetnauwkeurigheden) 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.

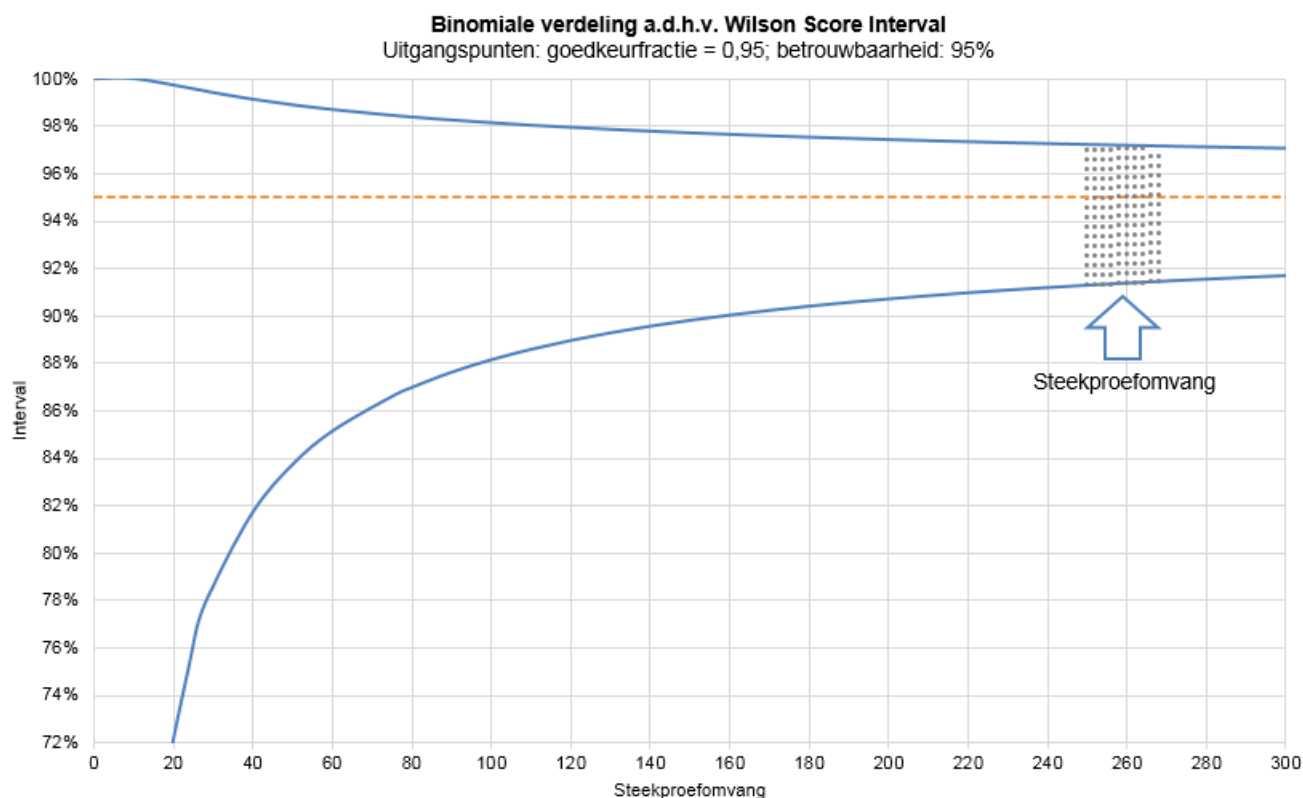
5.2 Rapportage

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- en MS-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 afvlakt 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 worden nagenoeg 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.

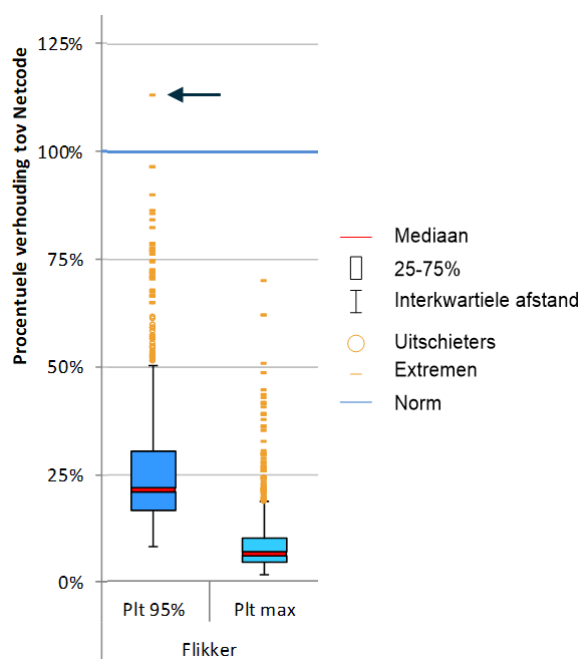
5.2.2 Grafische presentatie

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 extremen³.

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

³ *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. In principe geldt: hoe lager de restspanning en hoe langer de duur, hoe groter de kans op hinder bij de klant. 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

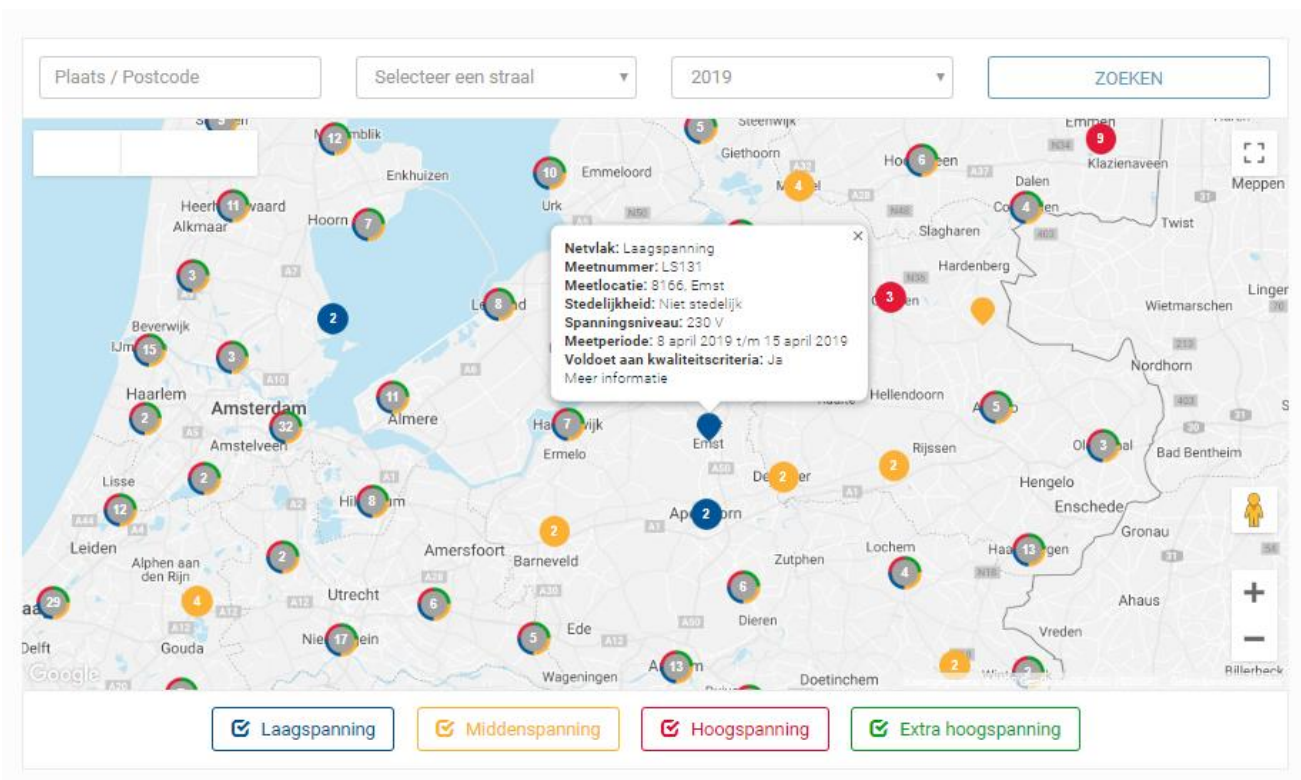
Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Categorie A			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	Categorie B1	Categorie B2	Categorie C	
$5 > u$				

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.

5.2.4 Individuele meetresultaten

Alle individuele metingen uit alle netten worden elk kwartaal beschikbaar gesteld via de website www.UwSpanningskwaliteit.nl, zie screenshot hieronder. Om privacy redenen 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 net 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 netten: laag-, midden- en hoogspanning (50 – 150 kV). Per net 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 aselekt 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.
2019	Het aantal metingen in 35-72 kV net is uitgebreid. De netbeheerders streven ernaar om in dit net vanaf 2020 bij alle klantaansluitingen de spanningskwaliteit te bewaken.

Bijlagen

Bijlage A: Overzicht meetlocaties laagspanningsnet

Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet

Bijlage C: Overzicht meetlocaties 35-72 kV hoogspanningsnet

Bijlage D: Overzicht meetlocaties 110-150 kV hoogspanningsnet

Bijlage E: Overzicht meetlocaties extra hoogspanningsnet

Bijlage A: Overzicht metingen laagspanningsnet

Tabel A.1: Samenvatting metingen LS, 2019

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
- waarvan niet (correct) gemeten	2
Totaal aantal metingen jaarrapport	268
- waarvan in verkeerde maand gestart	2



Figuur A.1: Grafisch overzicht steekproeftrekking LS, 2019

Tabel A.2: Overzicht individuele weekmetingen LS, 2019

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Toelichting
LS001	Almelo	januari	ja	ja	
LS002	Oldenzaal	augustus	ja	ja	
LS003	Nieuwdorp	februari	ja	ja	
LS004	Middelburg	april	ja	ja	
LS005	Stavenisse	mei	ja	ja	
LS006	Zierikzee	juni	ja	ja	
LS007	Geersdijk	juli	ja	ja	
LS008	Kapelle	september	ja	ja	
LS009	Bruinisse	november	ja	ja	
LS010	Axel	december	ja	ja	
LS011	Bergen op zoom	januari	ja	ja	
LS012	Etten-Leur	januari	ja	ja	
LS013	Berlicum	januari	ja	ja	
LS014	Eindhoven	januari	ja	ja	
LS015	Melick	januari	ja	ja	
LS016	Haaksbergen	januari	ja	ja	
LS017	Musselkanaal	januari	ja	ja	
LS018	Termunten	januari	ja	ja	
LS019	Rucphen	februari	ja	ja	
LS020	Tilburg	februari	ja	ja	
LS021	Uden	februari	ja	ja	
LS022	Meijel	februari	ja	ja	
LS023	Gronsveld	februari	ja	ja	
LS024	Exloo	februari	ja	ja	
LS025	Groningen	februari	ja	ja	
LS026	Hank	maart	ja	ja	
LS027	Breda	maart	ja	ja	
LS028	Rijen	maart	ja	ja	
LS029	Eindhoven	maart	ja	ja	
LS030	Hegelsom	maart	ja	ja	
LS031	Gennep	maart	ja	ja	
LS032	Assen	maart	ja	ja	
LS033	Winneweer	maart	ja	ja	
LS034	Dinteloord	april	ja	ja	
LS035	Achtmaal	april	ja	ja	
LS036	Liempde	april	ja	ja	
LS037	Someren	april	ja	ja	
LS038	Maastricht	april	ja	ja	
LS039	Rossum ov	april	ja	ja	
LS040	Winschoten	april	ja	ja	
LS041	Breda	mei	ja	ja	
LS042	Moergestel	mei	ja	ja	
LS043	Sint-Oedenrode	mei	ja	ja	
LS044	Horst	mei	ja	ja	
LS045	Hoensbroek	mei	ja	ja	
LS046	Zwolle	mei	ja	ja	
LS047	Bedum	mei	ja	ja	
LS048	Bergen op zoom	juni	ja	ja	

LS049	Etten-Leur	juni	ja	ja	
LS050	Sint-Michielsgestel	juni	ja	ja	
LS051	Geldrop	juni	ja	ja	
LS052	Munstergeleen	juni	ja	ja	
LS053	Enschede	juni	ja	ja	
LS054	Hoogeveen	juni	ja	ja	
LS055	Leens	juni	ja	ja	
LS056	Wouwe	juli	ja	ja	
LS057	Tilburg	juli	ja	ja	
LS058	Erp	juli	ja	ja	
LS059	Venlo	juli	nee	n.v.t.	Meting afgekeurd (meetfout)
LS060	Heijenrath	juli	ja	ja	
LS061	Zuidwolde	juli	ja	ja	
LS062	Groningen	juli	ja	ja	
LS063	Bergen op zoom	augustus	ja	ja	
LS064	Prinsenbeek	augustus	ja	ja	
LS065	's-Hertogenbosch	augustus	ja	ja	
LS066	Eindhoven	augustus	ja	ja	
LS067	Ospel	augustus	ja	ja	
LS068	Milsbeek	augustus	ja	ja	
LS069	Ter Apel	augustus	ja	ja	
LS070	Delfzijl	augustus	ja	ja	
LS071	Roosendaal	september	ja	ja	
LS072	Oosterhout	september	ja	ja	
LS073	Lith	september	ja	ja	
LS074	Milheeze	september	ja	ja	
LS075	Ulestraten	september	ja	ja	
LS076	Wierden	september	ja	ja	
LS077	Beerta	september	ja	ja	
LS078	Werkendam	oktober	ja	ja	
LS079	Breda	oktober	ja	ja	
LS080	Hilvarenbeek	oktober	ja	ja	
LS081	Valkenswaard	oktober	ja	ja	
LS082	Melderslo	oktober	ja	ja	
LS083	Brunssum	oktober	ja	ja	
LS084	Zwolle	oktober	ja	ja	
LS085	Ten boer	oktober	ja	ja	
LS086	Woensdrecht	november	ja	ja	
LS087	Zundert	november	ja	ja	
LS088	Boxtel	november	ja	ja	
LS089	Nuenen	november	ja	ja	
LS090	Maastricht	november	ja	ja	
LS091	Hengelo ov	november	ja	ja	
LS092	Noordbroek	november	ja	ja	
LS093	Hoeven	december	ja	ja	
LS094	Oisterwijk	december	ja	ja	
LS095	Schijndel	december	ja	ja	
LS096	Venlo	december	ja	ja	
LS097	Heerlen	december	ja	ja	
LS098	Staphorst	december	ja	ja	
LS099	Groningen	december	ja	ja	

LS100	Amsterdam	januari	ja	ja	
LS101	Huizen	januari	ja	ja	
LS102	Schagen	januari	ja	ja	
LS103	Leidschendam	januari	ja	ja	
LS104	Nijmegen	januari	ja	ja	
LS105	Westervoort	januari	ja	ja	
LS106	Loenen gld	januari	ja	ja	
LS107	Dokkum	januari	ja	ja	
LS108	Amsterdam	februari	ja	ja	
LS109	Amstelveen	februari	ja	ja	
LS110	Purmerend	februari	ja	ja	
LS111	Akersloot	februari	ja	ja	
LS112	Leiderdorp	februari	ja	ja	
LS113	Bemmel	februari	ja	ja	
LS114	Gendringen	februari	ja	ja	
LS115	Lelystad	februari	ja	ja	
LS116	Amsterdam	maart	ja	ja	
LS117	Hilversum	maart	ja	ja	
LS118	Obdam	maart	ja	ja	
LS119	Hoofddorp	maart	ja	ja	
LS120	Velddriel	maart	ja	ja	
LS121	Renkum	maart	ja	ja	
LS122	Apeldoorn	maart	ja	ja	
LS123	Hallum	maart	ja	ja	
LS124	Amsterdam	april	ja	ja	
LS125	Volendam	april	ja	ja	
LS126	Muiden	april	ja	ja	
LS127	Heiloo	april	ja	ja	
LS128	Leiden	april	ja	ja	
LS129	Wijchen	april	ja	ja	
LS130	Doetinchem	april	ja	ja	
LS131	Emst	april	ja	ja	
LS132	Amsterdam	mei	ja	ja	
LS133	Hilversum	mei	ja	ja	
LS134	Nibbixwoud	mei	ja	ja	
LS135	Haarlem	mei	ja	ja	
LS136	Tiel	mei	ja	ja	
LS137	Ede gld	mei	ja	ja	
LS138	Barchem	mei	ja	ja	
LS139	Gorredijk	mei	ja	nee	Gestart in juni
LS140	Amsterdam	juni	ja	ja	
LS141	Almere	juni	ja	ja	
LS142	Sint Maartensvlotbrug	juni	ja	ja	
LS143	Leiden	juni	ja	ja	
LS144	Nijmegen	juni	ja	ja	
LS145	Hall	juni	ja	ja	
LS146	Nunspeet	juni	ja	ja	
LS147	Drachten	juni	ja	ja	
LS148	Amsterdam	juli	ja	ja	
LS149	Amstelveen	juli	ja	ja	
LS150	Zaandam	juli	ja	ja	

LS151	Heemskerk	juli	ja	ja	
LS152	Alphen aan den rijn	juli	ja	ja	
LS153	Bemmel	juli	ja	ja	
LS154	Winterswijk	juli	ja	ja	
LS155	Lelystad	juli	ja	ja	
LS156	Amsterdam	augustus	ja	ja	
LS157	Kortenhoef	augustus	ja	ja	
LS158	Nieuwe Niedorp	augustus	ja	ja	
LS159	Kaag	augustus	ja	ja	
LS160	Nijmegen	augustus	ja	ja	
LS161	Duiven	augustus	ja	ja	
LS162	Apeldoorn	augustus	ja	ja	
LS163	St.-Annaparochie	augustus	ja	ja	
LS164	Amsterdam	september	ja	ja	
LS165	Monnickendam	september	ja	ja	
LS166	Muiderberg	september	ja	ja	
LS167	Limmen	september	ja	ja	
LS168	Oegstgeest	september	ja	ja	
LS169	Beuningen gld	september	ja	ja	
LS170	Netterden	september	ja	ja	
LS171	Veessen	september	ja	ja	
LS172	Amsterdam	oktober	ja	ja	
LS173	Hilversum	oktober	ja	ja	
LS174	Heerhugowaard	oktober	ja	ja	
LS175	Zandvoort	oktober	ja	ja	
LS176	Tiel	oktober	ja	ja	
LS177	Arnhem	oktober	ja	ja	
LS178	Apeldoorn	oktober	ja	ja	
LS179	Harlingen	oktober	ja	ja	
LS180	Amsterdam	november	ja	ja	
LS181	Amsterdam	november	ja	ja	
LS182	Almere	november	ja	ja	
LS183	Den burg	november	ja	ja	
LS184	Leiden	november	ja	ja	
LS185	Nijmegen	november	ja	ja	
LS186	Rheden	november	ja	ja	
LS187	't Harde	november	ja	ja	
LS188	Amsterdam	december	ja	ja	
LS189	Amstelveen	december	ja	ja	
LS190	Hoorn	december	ja	ja	
LS191	Velserbroek	december	ja	ja	
LS192	Zeewolde	december	ja	ja	
LS193	Doornenburg	december	ja	ja	
LS194	Zutphen	december	ja	ja	
LS195	Luttelegeest	december	ja	ja	
LS196	Zuidveen	april	ja	ja	
LS197	Steenwijk	november	ja	ja	
LS198	's-Gravenhage	januari	ja	ja	
LS199	Nieuwerkerk ad IJssel	januari	ja	ja	
LS200	Rotterdam	januari	ja	ja	
LS201	Hellevoetsluis	januari	ja	ja	

LS202	Kockengen	januari	ja	ja	
LS203	Gorinchem	januari	ja	ja	
LS204	Leidschendam	februari	ja	ja	
LS205	's-Gravenhage	februari	ja	ja	
LS206	Rotterdam	februari	ja	ja	
LS207	Schiedam	februari	ja	ja	
LS208	Vleuten	februari	ja	ja	
LS209	Amersfoort	februari	ja	ja	
LS210	's-Gravenhage	maart	ja	ja	
LS211	Zoetermeer	maart	ja	ja	
LS212	Rotterdam	maart	ja	ja	
LS213	Spijkensisse	maart	ja	ja	
LS214	Utrecht	maart	ja	ja	
LS215	Houten	maart	ja	ja	
LS216	's-Gravenhage	april	ja	ja	
LS217	Rotterdam	april	ja	ja	
LS218	Rotterdam	april	ja	ja	
LS219	Papendrecht	april	ja	ja	
LS220	Soest	april	ja	ja	
LS221	Rijswijk	mei	ja	ja	
LS222	Pijnacker	mei	ja	ja	
LS223	Rotterdam	mei	ja	ja	
LS224	Poortugaal	mei	ja	ja	
LS225	Utrecht	mei	ja	ja	
LS226	Veenendaal	mei	ja	ja	
LS227	's-Gravenhage	juni	ja	ja	
LS228	Lekkerkerk	juni	ja	ja	
LS229	Rotterdam	juni	ja	ja	
LS230	Strijen	juni	ja	ja	
LS231	Austerlitz	juni	ja	ja	
LS232	Gorinchem	juni	ja	ja	
LS233	Leidschendam	juli	ja	ja	
LS234	Delft	juli	ja	ja	
LS235	Rotterdam	juli	ja	ja	
LS236	Vlaardingen	juli	ja	ja	
LS237	Vleuten	juli	ja	ja	
LS238	Amersfoort	juli	ja	ja	
LS239	's-Gravenhage	augustus	ja	ja	
LS240	Berkenwoude	augustus	ja	ja	
LS241	Rotterdam	augustus	ja	ja	
LS242	Spijkensisse	augustus	ja	ja	
LS243	Utrecht	augustus	ja	nee	Gestart in september
LS244	Houten	augustus	ja	ja	
LS245	Heemstede	september	ja	ja	
LS246	's-Gravenhage	september	ja	ja	
LS247	Rotterdam	september	ja	ja	
LS248	Rotterdam	september	ja	ja	
LS249	Hardinxveld-Giessendam	september	ja	ja	
LS250	Soest	september	ja	ja	
LS251	's-Gravenhage	oktober	ja	ja	
LS252	Berkel en Rodenrijs	oktober	ja	ja	

LS253	Rotterdam	oktober	ja	ja	
LS254	Spijkenisse	oktober	ja	ja	
LS255	Utrecht	oktober	ja	ja	
LS256	Veenendaal	oktober	ja	ja	
LS257	's-Gravenhage	november	ja	ja	
LS258	Barendrecht	november	ja	ja	
LS259	Rotterdam	november	ja	ja	
LS260	Dordrecht	november	ja	ja	
LS261	Eemnes	november	ja	ja	
LS262	Rijswijk	december	ja	ja	
LS263	Delft	december	ja	ja	
LS264	Rotterdam	december	ja	ja	
LS265	Hoek van Holland	december	ja	ja	
LS266	Utrecht	december	ja	ja	
LS267	Amersfoort	december	ja	ja	
LS268	's-Gravenzande	april	ja	ja	
LS269	Goes	september	ja	ja	
LS270	Naaldwijk	november	nee	n.v.t.	Meting niet beschikbaar

Bijlage B: Overzicht metingen middenspanningsnet

Tabel B.1: Samenvatting metingen MS, 2019

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
- waarvan niet (correct) gemeten	10
Totaal aantal metingen jaarrapport	260
- waarvan in verkeerde maand gestart	6



Figuur B.1: Grafisch overzicht steekproeftrekking MS, 2019

Tabel B.2: Overzicht individuele weekmetingen MS, 2019

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS001	Oldenzaal	mei	ja	ja	
MS002	Almelo	december	ja	ja	
MS003	Terneuzen	februari	ja	ja	
MS004	Goes	april	ja	ja	
MS005	Borssele	juli	ja	ja	
MS006	Oudelande	september	ja	ja	
MS007	Sluiskil	november	ja	ja	
MS008	Tilburg	januari	ja	ja	
MS009	Haelen	januari	nee	n.v.t.	Meting afgekeurd (meetfout)
MS010	Loppersum	januari	ja	ja	
MS011	Eindhoven	januari	ja	ja	
MS012	Uffelte	januari	ja	ja	
MS013	Liempde	januari	ja	ja	
MS014	Holten	januari	ja	ja	
MS015	Tilburg	januari	ja	ja	
MS016	Weert	januari	ja	ja	
MS017	Oostwold	februari	ja	ja	
MS018	Eindhoven	februari	ja	ja	
MS019	Meppel	februari	ja	ja	
MS020	Berlicum	februari	ja	ja	
MS021	Deventer	februari	ja	ja	
MS022	Prinsenbeek	februari	ja	ja	
MS023	Hegelsom	februari	ja	ja	
MS024	Bellingwolde	februari	ja	ja	
MS025	Leende	maart	ja	ja	
MS026	Echten	maart	ja	ja	
MS027	Vlijmen	maart	ja	ja	
MS028	Kerkrade	maart	ja	ja	
MS029	Halsteren	maart	ja	ja	
MS030	Boxmeer	maart	ja	ja	
MS031	Slochteren	maart	ja	ja	
MS032	Westerhoven	maart	ja	ja	
MS033	Dalen	maart	ja	ja	
MS034	Drunen	april	ja	ja	
MS035	Heerlen	april	ja	ja	
MS036	Huijbergen	april	ja	ja	
MS037	Mierlo	april	ja	ja	
MS038	Assen	april	ja	ja	
MS039	Duizel	april	ja	ja	
MS040	Sibculo	april	ja	ja	
MS041	Rijen	april	ja	ja	
MS042	Nuth	mei	ja	ja	
MS043	Almkerk	mei	ja	ja	
MS044	Helmond	mei	ja	ja	
MS045	Scheerwolde	mei	ja	nee	Gestart in maart
MS046	Gassel	mei	ja	ja	
MS047	Vriezenveen	mei	ja	ja	
MS048	Dongen	mei	ja	ja	

MS049	Maastricht	mei	ja	ja	
MS050	Werkendam	juni	ja	ja	
MS051	Helmond	juni	ja	ja	
MS052	Genemuiden	juni	ja	ja	
MS053	Oss	juni	ja	ja	
MS054	Hengelo ov	juni	ja	ja	
MS055	Oisterwijk	juni	ja	ja	
MS056	Maastricht	juni	ja	ja	
MS057	Farmsum	juni	ja	ja	
MS058	Eindhoven	juni	ja	ja	
MS059	Raalte	juli	ja	ja	
MS060	Oss	juli	ja	ja	
MS061	Enschede	juli	ja	ja	
MS062	Tilburg	juli	ja	ja	
MS063	Nederweert	juli	nee	n.v.t.	Meting afgekeurd (meetfout)
MS064	Spijk	juli	ja	ja	
MS065	Eindhoven	juli	ja	ja	
MS066	IJhorst	juli	ja	ja	
MS067	Vught	augustus	nee	n.v.t.	Meting afgekeurd (meetfout)
MS068	Deventer	augustus	ja	nee	Gestart in december
MS069	Bavel	augustus	ja	ja	
MS070	Panningen	augustus	ja	ja	
MS071	Groningen	augustus	ja	ja	
MS072	Eindhoven	augustus	ja	ja	
MS073	Meppel	augustus	ja	ja	
MS074	Vlijmen	augustus	ja	ja	
MS075	Deventer	augustus	ja	nee	Gestart in juli
MS076	Roosendaal	september	ja	ja	
MS077	Reuver	september	ja	ja	
MS078	Bad Nieuweschans	september	ja	ja	
MS079	Waalre	september	ja	ja	
MS080	Nieuw-Amsterdam	september	ja	ja	
MS081	's-Hertogenbosch	september	ja	ja	
MS082	Kerkrade	september	ja	ja	
MS083	Steenbergen	september	ja	ja	
MS084	Deurne	oktober	ja	ja	
MS085	Assen	oktober	ja	ja	
MS086	Bladel	oktober	ja	ja	
MS087	Ommen	oktober	ja	ja	
MS088	Waalwijk	oktober	ja	ja	
MS089	Landgraaf	oktober	ja	ja	
MS090	Bergen op zoom	oktober	ja	ja	
MS091	Heusden gem asten	oktober	ja	ja	
MS092	Oldemarkt	oktober	ja	ja	
MS093	Eersel	november	ja	nee	Gestart in oktober
MS094	Vroomshoop	november	ja	ja	
MS095	Dongen	november	ja	ja	
MS096	Schin op geul	november	ja	ja	
MS097	Babyloniënbroek	november	ja	ja	
MS098	Helmond	november	ja	ja	
MS099	Steenwijk	november	ja	ja	

MS100	Uden	november	nee	n.v.t.	Meting afgekeurd (meetfout)
MS101	Losser	december	ja	ja	
MS102	Hilvarenbeek	december	ja	ja	
MS103	Maastricht	december	nee	n.v.t.	Meting niet beschikbaar
MS104	Schiphol	december	nee	n.v.t.	Meting niet beschikbaar
MS105	Eindhoven	december	ja	ja	
MS106	Kampen	december	nee	n.v.t.	Meting niet beschikbaar
MS107	Oss	december	ja	ja	
MS108	Enschede	december	ja	ja	
MS109	Amsterdam	januari	ja	ja	
MS110	Nijmegen	januari	ja	ja	
MS111	Amsterdam	januari	ja	ja	
MS112	Roelofarendsveen	januari	ja	ja	
MS113	Heerenveen	januari	ja	ja	
MS114	Obdam	januari	ja	ja	
MS115	Swifterbant	januari	ja	ja	
MS116	Abbekerk	januari	ja	ja	
MS117	Alphen aan den Rijn	februari	ja	ja	
MS118	Rohel	februari	ja	ja	
MS119	Wassenaar	februari	ja	ja	
MS120	Urk	februari	ja	ja	
MS121	Zwaag	februari	ja	ja	
MS122	Zevenaar	februari	ja	ja	
MS123	Wijdenes	februari	ja	ja	
MS124	Arnhem	februari	ja	ja	
MS125	Heerhugowaard	maart	ja	ja	
MS126	Oldebroek	maart	ja	ja	
MS127	Hoorn	maart	ja	ja	
MS128	Arnhem	maart	ja	ja	
MS129	Laren	maart	ja	ja	
MS130	Putten	maart	ja	ja	
MS131	Amsterdam	maart	ja	ja	
MS132	Boskoop	maart	ja	ja	
MS133	Zevenaar	april	ja	ja	
MS134	Assendelft	april	ja	ja	
MS135	Lunteren	april	ja	ja	
MS136	Amsterdam	april	ja	ja	
MS137	Voorthuizen	april	ja	ja	
MS138	Franeke	april	ja	ja	
MS139	Ter Aar	april	ja	ja	
MS140	Oudemirdum	april	ja	ja	
MS141	Diemen	mei	ja	ja	
MS142	Harderwijk	mei	ja	ja	
MS143	Amsterdam	mei	ja	ja	
MS144	Benthuizen	mei	ja	ja	
MS145	Sneek	mei	nee	n.v.t.	Meting afgekeurd (stroomstoring)
MS146	Egmond aan Zee	mei	ja	ja	
MS147	Harfsen	mei	ja	ja	
MS148	Kreileroord	mei	ja	ja	
MS149	Winterswijk	mei	ja	ja	
MS150	Wommels	juni	ja	ja	

MS151	Alphen aan den Rijn	juni	ja	ja	
MS152	Oudemirdum	juni	ja	ja	
MS153	Den helder	juni	ja	ja	
MS154	Lichtenvoorde	juni	ja	ja	
MS155	Aalsmeer	juni	ja	ja	
MS156	Heelweg	juni	ja	ja	
MS157	Almere	juni	ja	ja	
MS158	Uitgeest	juli	ja	ja	
MS159	Zieuwent	juli	ja	ja	
MS160	't Zand	juli	ja	ja	
MS161	Heelweg	juli	ja	ja	
MS162	Almere	juli	ja	ja	
MS163	Nijmegen	juli	ja	ja	
MS164	Almere	juli	ja	ja	
MS165	Zeewolde	juli	ja	ja	
MS166	Birdaard	juli	ja	ja	
MS167	Bussum	augustus	ja	ja	
MS168	Wehl	augustus	ja	ja	
MS169	Almere	augustus	ja	ja	
MS170	Zeewolde	augustus	ja	ja	
MS171	Opperdoes	augustus	ja	ja	
MS172	Haarlem	augustus	ja	ja	
MS173	Leeuwarden	augustus	ja	ja	
MS174	Haarlem	augustus	ja	ja	
MS175	Zuilichem	september	ja	ja	
MS176	Almere	september	ja	ja	
MS177	Uddel	september	ja	ja	
MS178	Dokkum	september	ja	ja	
MS179	Haarlem	september	ja	ja	
MS180	't harde	september	ja	ja	
MS181	IJmuiden	september	ja	ja	
MS182	Keijenburg	september	ja	ja	
MS183	Haarlem	oktober	ja	ja	
MS184	Leeuwarden	oktober	ja	ja	
MS185	Haarlem	oktober	ja	ja	
MS186	Loenen gld	oktober	ja	ja	
MS187	Zaandam	oktober	ja	ja	
MS188	Ede gld	oktober	ja	ja	
MS189	Middelie	oktober	ja	ja	
MS190	Wijchen	oktober	ja	ja	
MS191	Nunspeet	november	ja	ja	
MS192	Heemskerk	november	ja	ja	
MS193	Vorden	november	ja	ja	
MS194	Graft	november	ja	ja	
MS195	Elst	november	ja	ja	
MS196	Amsterdam	november	ja	ja	
MS197	Nijmegen	november	ja	ja	
MS198	Amsterdam	november	ja	ja	
MS199	Zaandam	december	ja	ja	
MS200	Lent	december	ja	ja	
MS201	Purmerend	december	ja	ja	

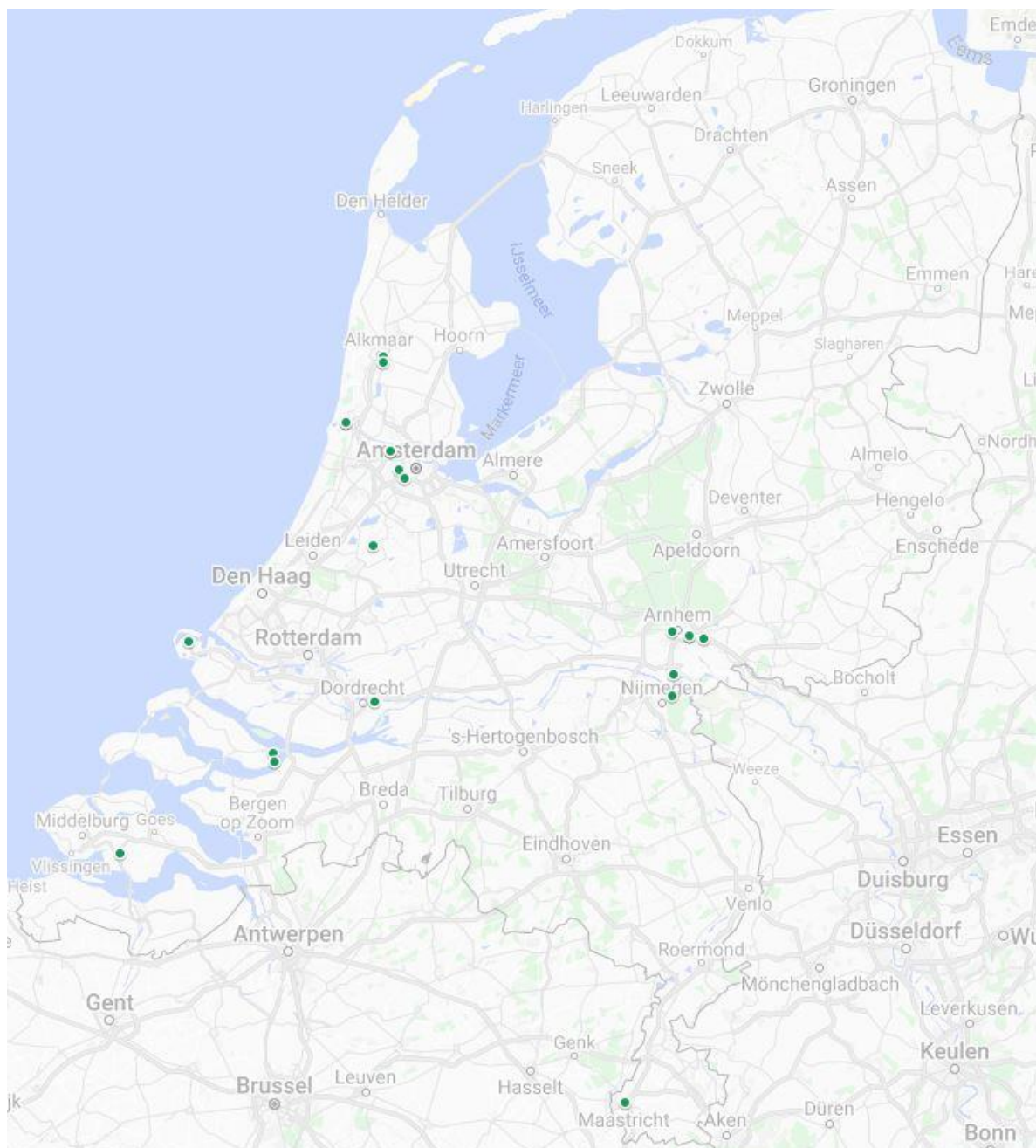
MS202	Malden	december	ja	ja	
MS203	Amsterdam	december	ja	ja	
MS204	Alphen aan den Rijn	december	ja	ja	
MS205	Lemmer	december	ja	ja	
MS206	Leiden	december	ja	ja	
MS207	Gorredijk	december	ja	ja	
MS208	Hollandscheveld	februari	ja	ja	
MS209	Tuk	september	ja	ja	
MS210	Utrecht	januari	nee	n.v.t.	Meting niet beschikbaar
MS211	Waddinxveen	januari	ja	ja	
MS212	Utrecht	januari	ja	nee	Gestart in juli
MS213	Zoetermeer	januari	ja	ja	
MS214	Linschoten	januari	ja	ja	
MS215	Groot-Ammers	februari	ja	ja	
MS216	Utrecht	februari	ja	ja	
MS217	's-Gravenhage	februari	ja	ja	
MS218	Utrecht	februari	ja	ja	
MS219	Zoetermeer	maart	ja	ja	
MS220	Haarzuilens	maart	ja	ja	
MS221	Delfgauw	maart	ja	ja	
MS222	Woerden	maart	ja	ja	
MS223	's-Gravenhage	maart	ja	ja	
MS224	Bodegraven	april	ja	ja	
MS225	Utrecht	april	ja	ja	
MS226	Voorburg	april	ja	ja	
MS227	Brielle	april	ja	ja	
MS228	Heemstede	april	ja	ja	
MS229	Nieuwegein	mei	ja	ja	
MS230	's-Gravenhage	mei	ja	ja	
MS231	Nieuwegein	mei	ja	ja	
MS232	's-Gravenhage	mei	ja	ja	
MS233	Zwijndrecht	mei	ja	ja	
MS234	Maasvlakte Rotterdam	juni	ja	ja	
MS235	Loosdrecht	juni	ja	ja	
MS236	Hoek van Holland	juni	ja	ja	
MS237	Veenendaal	juni	ja	ja	
MS238	Maassluis	juni	ja	ja	
MS239	's-Gravenhage	juli	ja	nee	Gestart in juni
MS240	Dordrecht	juli	ja	ja	
MS241	Gorinchem	juli	ja	ja	
MS242	Oud-Beijerland	juli	ja	ja	
MS243	Gorinchem	juli	ja	ja	
MS244	Leusden	augustus	ja	ja	
MS245	Rotterdam	augustus	ja	ja	
MS246	Amersfoort	augustus	ja	ja	
MS247	Rotterdam	augustus	ja	ja	
MS248	Amersfoort	augustus	ja	ja	
MS249	Vierpolders	september	ja	ja	
MS250	Overberg	september	ja	ja	
MS251	Krimpen aan den IJssel	september	ja	ja	
MS252	Doorn	september	ja	ja	

MS253	Rotterdam	oktober	ja	ja	
MS254	Soesterberg	oktober	ja	ja	
MS255	Rotterdam	oktober	ja	ja	
MS256	Baarn	oktober	ja	ja	
MS257	Rotterdam	oktober	ja	ja	
MS258	Capelle aan den IJssel	november	ja	ja	
MS259	Rhenen	november	ja	ja	
MS260	Moordrecht	november	ja	ja	
MS261	Utrecht	november	ja	ja	
MS262	Gouda	november	ja	ja	
MS263	Wilnis	december	ja	ja	
MS264	Rotterdam	december	ja	ja	
MS265	Wilnis	december	ja	ja	
MS266	Barendrecht	december	ja	ja	
MS267	Vinkeveen	december	ja	ja	
MS268	Wateringen	februari	ja	ja	
MS269	Maasdijk	april	ja	ja	
MS270	Monster	september	nee	n.v.t.	Meting afgekeurd (meetfout)

Bijlage C: Overzicht metingen 35-72 kV hoogspanningsnet

Tabel C.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS 35-72 kV, 2019

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerders)	22
Totaal aantal meters meetsysteem	22
- waarvan niet operationeel	4
Totaal aantal meters jaarrapport	18
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	6



Figuur C.1: Grafisch overzicht meetlocaties 35-72 kV HS, 2019⁴

⁴ Merk op: doordat zich op sommige meetlocaties meerdere meters bevinden is het totaal aantal bolletjes lager dan in de tabellen.

Tabel C.1: Overzicht meetlocaties steekproef 35-72 kV HS, 2019

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS003	Boschpoort 50	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS008	Arnhem 50	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS009	Alkmaar 50	Ja	
HS011	Amsterdam 50	Ja	
HS018	Westdorpe 50	Ja	
HS500	Nieuwdorp 50	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS522	Dordrecht 50	Ja	
HS526	Rotterdam 66	Ja	
HS528	Ooltgensplaat 50	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS529	Ooltgensplaat 50	Ja	
HS530	Ooltgensplaat 50	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS550	Amsterdam 50	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS551	Amsterdam 50	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS552	Duiven 50	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS553	Velsen-Noord 50	Ja	
HS554	Arnhem 50	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS555	Bemmel 50	Ja	
HS556	Velsen-Noord 50	Ja	
HS557	Alkmaar 50	Ja	
HS558	Nijmegen 50	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS559	Amsterdam 50	Ja	
HS560	Arnhem 50	Ja	

Voor meters HS550 tot en met HS560 geldt: de asymmetrie is voor december 2019 niet correct geregistreerd. Binnen het PQM-project is bij deze meters in 2019 daarom alleen in de laatste weken van het jaar (48-52) op asymmetrie getoetst.

Bijlage D: Overzicht metingen 110-150 kV hoogspanningsnet

Tabel D.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS 110-150 kV, 2019

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerder)	92
- waarvan met eigen meter	78
- waarvan met meer dan één meter	9
- waarvan met gedeelde meter	15
Totaal aantal meters meetsysteem	94
- waarvan niet operationeel	4
Totaal aantal meters jaarrapport	90
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	2



Figuur D.1: Grafisch overzicht meetlocaties 110-150 kV HS, 2019⁵

⁵ Merk op: doordat zich op sommige meetlocaties meerdere meters bevinden is het totaal aantal bolletjes lager dan in de tabellen.

Tabel D.2: Overzicht individuele metingen 110-150 kV HS, 2019

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS004	Graetheide 150	Ja	
HS005	Merseyweg 150	Ja	
HS007	Teersdijk 150	Ja	
HS010	Diemen 150	Ja	
HS013	Veenoord 110	Ja	
HS014	Voorsterweg	Ja	
HS015	Grijpskerk 110	Ja	
HS019	Westdorpe 150	Ja	
HS020	Lage Weide 150	Nee	Niet operationeel
HS021	Terneuzen 150	Ja	
HS022	Terneuzen 150	Ja	
HS023	Borssele 150	Ja	
HS024	Borssele 150	Ja	
HS025	Europoort 150	Ja	
HS026	Bergen op Zoom 150	Ja	
HS027	Etten 150	Ja	
HS028	Roosendaal Borchwerf	Ja	
HS029	Moerdijk 150	Ja	
HS030	Moerdijk 150	Ja	
HS031	Botlek 150	Ja	
HS032	Geervliet Noorddijk 150 (Geervliet 2)	Ja	
HS033	Geervliet Noorddijk 150 (Geervliet 2)	Ja	
HS034	Maasvlakte 150	Ja	
HS035	Veenoord 110	Ja	
HS036	Wijster Oosterscheveld 110	Ja	
HS037	Almelo Tusveld 110	Ja	
HS038	Oele/Boldershoek	Ja	
HS039	Luttelgeest Kalenberg 110	Ja	
HS040	Delfzijl Weiwerd 110	Ja	
HS041	Delfzijl Weiwerd 110	Ja	
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	
HS055	Boldershoek 110kV	Ja	
HS057	Meeden 110	Ja	
HS058	Meeden 110	Ja	
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	Ja	
HS071	Vanuit 110 lijn Kropswolde Meeden	Ja	
HS072	Meeden 110	Ja	
HS073	Alblasserdam 150	Ja	
HS074	Anna Paulowna 150	Ja	
HS075	Eindhoven 150	Nee	Niet operationeel
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	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
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	Ja	
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	
HS122	Goes de Poel 150	Nee	Niet operationeel
HS125	Middelharnis 150	Ja	
HS134	Geervliet Noorddijk 150	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS135	Europoort 150	Nee	Niet operationeel

Bijlage E: Overzicht metingen extra hoogspanningsnet

Tabel E.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters EHS, 2019

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerder)	21
- waarvan met eigen meter	12
- waarvan met meer dan één meter	3
- waarvan met gedeelde meter	9
Totaal aantal meters meetsysteem	19
- waarvan niet operationeel	0
Totaal aantal meters jaarrapport	19
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	0



Figuur E.1: Grafisch overzicht meetlocaties EHS, 2019⁶

⁶ Merk op: doordat zich op sommige meetlocaties meerdere meters bevinden is het totaal aantal bolletjes lager dan in de tabellen.

Tabel E.2: Overzicht individuele metingen EHS, 2019

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	Ja	
EHS015	Simonshaven 380	Ja	
EHS016	Weiwerd 220	Ja	
EHS018	Weiwerd 220	Ja	
EHS019	Weiwerd 220	Ja	
EHS020	Eemshaven 380	Ja	
EHS021	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 2019
Projectnummer	MN000541
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Movares Nederland B.V. Movares Energy
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Rik Luiten
Auteurs	Shonima Dewkali, Tom Bogaert
Kenmerk	RA-ME-RL-202009853 / Versie 1.0
Datum	17 april 2020
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Jenny Huttinga (woordvoerder) Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl