

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2021

Versie: 1.0

Kenmerk: KR-2022-03001

Datum: 15 april 2022

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



Autorisatieblad

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2021

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden aan leden werkgroep Spanningskwaliteit	24-03-2022
1.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking ontvangen reacties	15-04-2022

	Naam	Paraaf
Opgesteld door	Jayson de Bruin, Tom Bogaert	
Gecontroleerd door	Hans Wolse	
Vrijgegeven door	Rik Luiten	

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	10
3.2 Spanningsdips	11
3.2.1 Algemeen (middenspanningsnet en hoogspanningsnet)	11
3.2.2 Middenspanningsnet	12
3.2.3 (Extra) hoogspanningsnet	12
4. Toetsingsmethodiek	13
4.1 Langzame spanningsvariatie	13
4.1.1 Snelle spanningsvariatie	15
4.1.2 Spanningsasymmetrie	16
4.1.3 Harmonische vervorming	16
4.1.4 Spanningsdips	16
5. Van meten naar rapporteren	18
5.1 Meetlocaties en meetsysteem	18
5.1.1 Laag- en middenspanningsnet	18
5.1.2 Hoog- en extra hoogspanningsnet	19
5.2 Rapportage	21
5.2.1 Landelijke uitspraak	21
5.2.2 Grafische presentatie	22
5.2.3 Categorieën spanningsdips	23
5.2.4 Individuele meetresultaten	24
6. Historische ontwikkelingen	25
Bijlagen	27
Bijlage A: Overzicht metingen laagspanningsnet	28
Bijlage B: Overzicht metingen middenspanningsnet	36
Bijlage C: Overzicht metingen middenspanningsdips	44
Bijlage D: Overzicht metingen hoogspanningsnet 50-66 kV	50
Bijlage E: Overzicht metingen hoogspanningsnet Net op Zee 66 kV	52
Bijlage F: Overzicht metingen hoogspanningsnet 110-150 kV	54
Bijlage G: Overzicht metingen extra hoogspanningsnet	57
Colofon	59

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 wordt ook wel het Power Quality Monitoring-project (kortweg: PQM-project) genoemd 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 gebaseerd op 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. Het voorliggend achtergronddocument wordt jaarlijks geactualiseerd. De inhoud is gebaseerd op de inzichten, afspraken en normering die geldend waren op 31 december 2021. Deze zijn (met terugwerkende kracht, met name spanningsdips) 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
Enexis	Sharmistha Bhattacharyya, Rick Poulussen
Liander	Tongyou Gu
Rendo	Marcel Hazenberg
Stedin	Ernst Wierenga, Ramon Bené
TenneT	Johan Janssen (voorzitter), Frans van Erp, Jeroen van Waes
Westland Infra	Ricardo Giovetty
Krado/NBNL	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 en 4 gaan nader in op de geldende kwaliteitscriteria en wijze van toetsing. Hoofdstuk 5 vervolgt met een beschrijving van wijze van meten en rapporteren over de meetresultaten. Hoofdstuk 6 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. De installatie van aangeslotenen kan overigens ook leiden tot een stijging van het spanningsniveau. Een voorbeeld hiervan is het plaatsen van decentrale opwekeenheden zoals zonnepanelen, dieselgeneratoren, windturbines 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 spanningsvariates 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 levensduurverkortung. 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 aansluitingen, die niet bekend zijn bij de netbeheerder (bijvoorbeeld illegale 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 verstoord raken of zelfs 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 2021 en zijn gehanteerd voor het jaarrapport.

3.1 Continue verschijnselen

3.1.1 Introductie

De Netcode bevat voorwaarden die gelden voor aansluitingen, niet zijnde aansluitingen van netbeheerders, op netten in een normale bedrijfstoestand. *Tabel 3.1* geeft per net de continue verschijnselen weer die bewaakt worden binnen het PQM-project en de relatie met de Netcode. 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: Continue verschijnselen binnen het PQM project in relatie tot de Netcode

Spanningsverschijnsel	Voorwaarden in Netcode?			
	LS	MS	HS	EHS
Langzame spanningsvariatie	Ja	Ja	Ja	Ja
Snelle spanningsvariatie (PLT)	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 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 door middel van afkeur 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 met een spanningsniveau Un kleiner dan of gelijk aan 1 kV zijn als volgt gedefinieerd:

- a. De **langzame spanningsvariatie** is op het overdrachtspunt 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 overdrachtspunt 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 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 NEN-EN 50160:2010 + A1:2015 + A2:2019 + A3:2019, 'Spanningskarakteristieken in openbare elektriciteitsnetten' 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.

De snelle spanningsvariatie wordt 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 50160:2010 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 gelijk aan 1,5x de 95% waarde uit de norm.

Tabel 3.2: Voorwaarden individuele harmonischen LS, 2021

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 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;

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

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 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 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.

De snelle spanningsvariatie wordt 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 aan die van LS. Onderstaande tabel bevat een overzicht van de 95% waarden uit de norm. De 99,9% waarden zijn conform de Netcode gelijk aan 1,5x de 95% waarde uit de norm.

Tabel 3.3: Voorwaarden individuele harmonischen MS, 2021

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 met een spanningsniveau U_c groter dan of gelijk aan 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 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.

De snelle spanningsvariatie wordt 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 niet naar NEN-EN 50160:2010 verwezen voor individuele harmonischen. Deze Europese norm bevat wel indicatieve 95% waarden 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, net zoals in het HS-net, alle individuele harmonischen tot en met de 25^e bemeten.

Tabel 3.4: Indicatieve voorwaarden individuele harmonischen HS-net, 2021

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

3.2.1 Algemeen (middenspanningsnet en hoogspanningsnet)

Er wordt gerapporteerd 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%.

De beoordelingscriteria uit de Netcode voor spanningsdips zijn verschillend voor het middenspanningsnet en het hoogspanningsnet. Zie hiervoor paragraaf 3.2.2 en 3.2.3. Het verschil komt onder andere door de opbouw van de netten. Ook is bij de beoordelingscriteria voor de MS rekening gehouden met de propagatie van spanningsdips uit het hoogspanningsnet naar het middenspanningsnet. Echter, de voorwaarden betreffen wel altijd het gemiddelde van de in de voorgaande aaneengesloten vijf kalenderjaren opgetreden spanningsdips (5-jaargemiddelde) per aansluiting. Aanvullend hierop stelt de Netcode dat in het geval er geen meetgegevens beschikbaar zijn over vijf volledige jaren dat dan het gemiddelde wordt genomen over een zo groot mogelijk aantal beschikbare volledige jaren.

Naast de categorieën en voorwaarden stelt de Netcode 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 genoemd in het zesde lid;*
- f. *overige en onbekende oorzaken.*

Het zesde lid houdt in:

De criteria ten aanzien van spanningskwaliteit als bedoeld in het eerste tot en met het vierde lid zijn niet van toepassing onder abnormale omstandigheden, te weten lijndansen, natuurrampen en overmacht.

Dit betekent ook dat de voorwaarden ten aanzien van continue verschijnselen, beschreven in paragraaf 3.1, en spanningsdips, beschreven in paragraaf 3.2, niet van toepassing zijn onder de bovengenoemde abnormale omstandigheden.

3.2.2 Middenspanningsnet

De Netcode stelt in artikel 7.3, tweede lid, onderdeel e, de volgende voorwaarden voor spanningsdips:

e. voor spanningsdips geldt dat het gemiddelde van het aantal opgetreden spanningsdips per aansluiting over de voorgaande vijf aaneengesloten kalenderjaren kleiner is dan of gelijk is aan:

1°.3 voor spanningsdips met een duur van 10 tot 200 milliseconden en een restspanning kleiner dan 40% (klasse B1);

2°.4 voor spanningsdips met een duur van 200 tot 500 milliseconden en een restspanning kleiner dan 70% (klasse B2);

3°.4 voor spanningsdips met een duur van 500 tot 5.000 milliseconden en een restspanning kleiner dan 80% (klasse C).

3.2.3 (Extra) hoogspanningsnet

De Netcode stelt in artikel 7.3, derde lid, onderdeel f, de volgende voorwaarden voor spanningsdips:

f. voor spanningsdips geldt dat het gemiddelde van het aantal opgetreden spanningsdips per aansluiting over de voorgaande vijf aaneengesloten kalenderjaren kleiner is dan of gelijk is aan:

1°.1,2 voor spanningsdips met een duur van 10 tot 200 milliseconden en een restspanning kleiner dan 40% (klasse B1);

2°.1,2 voor spanningsdips met een duur van 200 tot 500 milliseconden en een restspanning kleiner dan 70% (klasse B2);

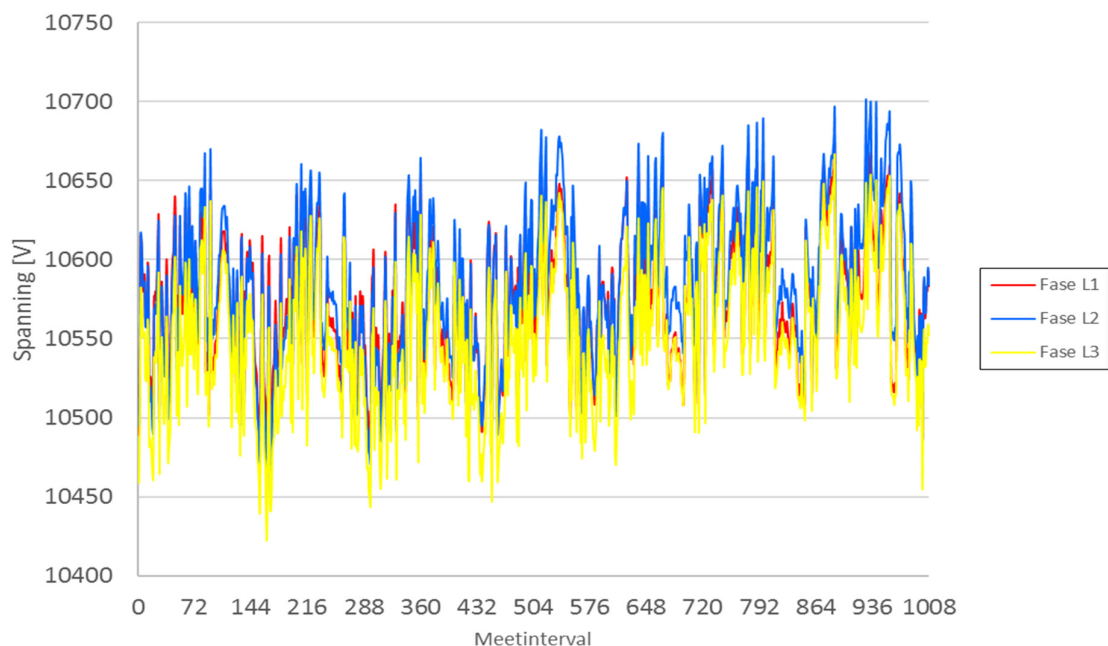
3°.0,4 voor spanningsdips met een duur van 500 tot 5.000 milliseconden en een restspanning kleiner dan 80% (klasse C).

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 2021.

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

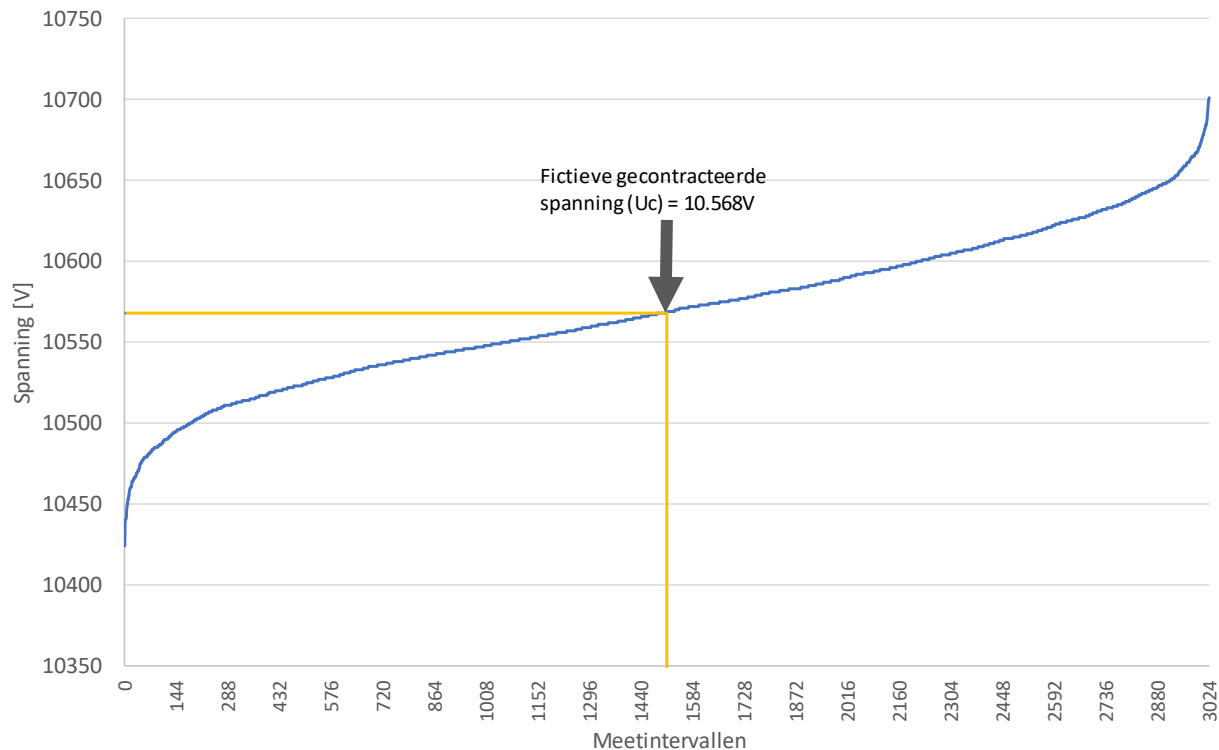
Bij MS- en HS-metingen tot en met 66 kV dient de 'gecontracteerde spanning' (U_c) vastgesteld te worden. Deze spanning heeft betrekking op het contractueel afgesproken niveau van de geleverde spanning op de betreffende klantaansluiting. In de praktijk blijkt het spanningsniveau in de genoemde netten 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. Deze waarde wordt 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 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 de nominale spanning U_n gebaseerd op de internationale norm IEC 60038 Standard Voltages². Concreet betekent dat dat er voor de 110-150 kV - 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)

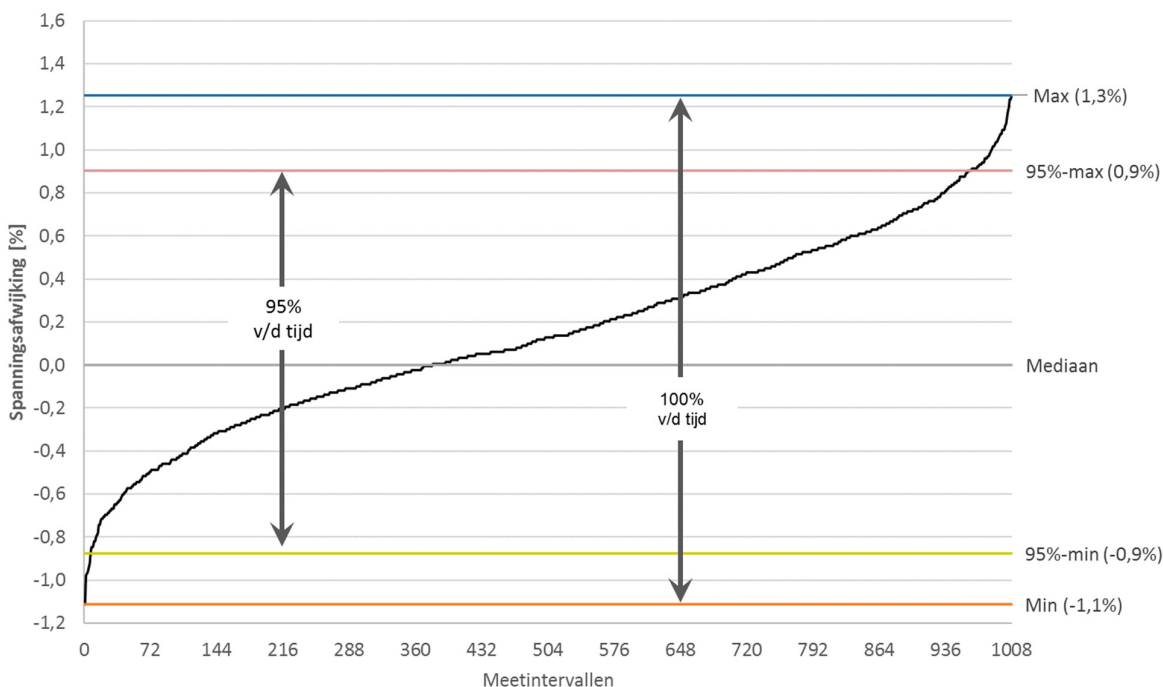
Als U_c bekend is, kunnen de toetswaarden worden bepaald. In het geval van langzame spanningsvariatie gaat het hierbij om de procentuele afwijkingen. Er moet bekeken worden of deze afwijkingen aan de eerder genoemde voorwaarden voldoen.

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 voorwaarden voldaan. Ook de 95%-waarden voldoen ruimschoots.

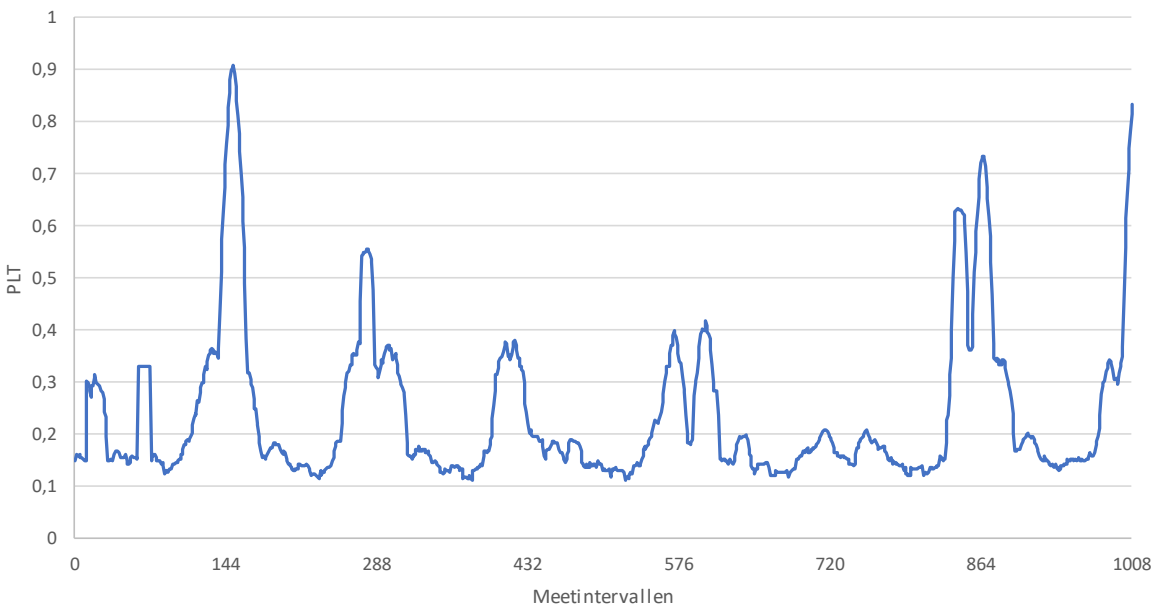
² Voor het '380kV-net' wordt daarom uitgegaan van $U_n=380$ kV, zoals gedefinieerd in IEC 60038. Deze waarde wijkt af van de waarde voor de referentiespanning (400 kV) die in de Verordening (EU) 2016/631 (NC RfG) wordt voorgeschreven voor grote elektriciteitsproductie-eenheden.



Figuur 4.3: Vaststellen toetswaarden langzame spanningsvariatie

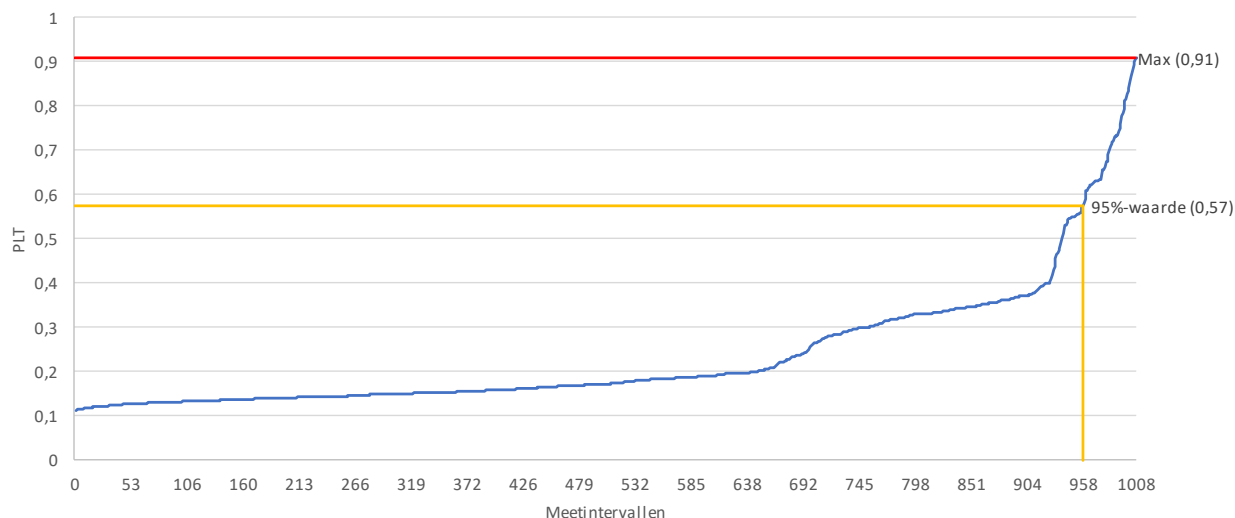
4.1.1 Snelle spanningsvariatie

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

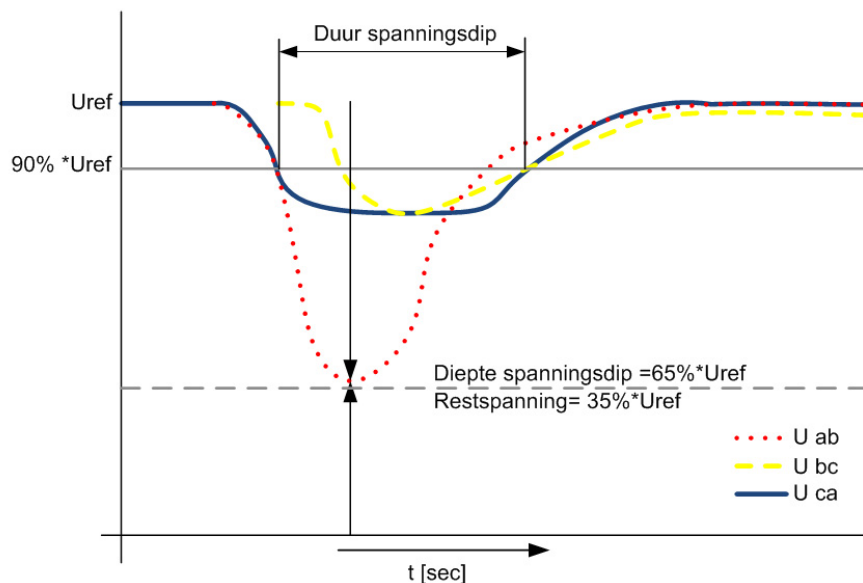
Toetsing van de meetdata met betrekking tot het verschijnsel asymmetrie verloopt op dezelfde manier als bij snelle spanningsvariatie (zie voorgaande paragraaf) en wordt daarom niet nader toegelicht.

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. De referentiespanning is initieel gelijk aan de U_c voor het MS- en netten tot en met 66kV en gelijk aan de nominale spanning voor het 110 – 150 kV netten en het EHS-net. Voor dipdetectie wordt een schuivende referentie (sliding reference) gebruikt, zie paragraaf 5.4.4 in NEN-EN-IEC 61000-4-30. 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 dienen de regionale netbeheerders in zowel het LS- als het MS-net tenminste 250 weekmetingen uit te voeren. 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 aansluitingenregister. 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 PQM 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 aansluitingenregister. 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, 435-II of de PQ-Box 150 op 3-fasen aansluitpunten van klanten. Afgelopen jaren is gebruik gemaakt van Fluke-instrumenten sinds 2022 is het ook toegestaan om de PQ-Box 150 van A-Eberle toe te passen. Alle meetinstrumenten 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 laatste 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 (meetonnauwkeurigheden) 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 bedrijfstoestand (o.a. onderbreking tijdens de meetperiode/weekmeting).

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 overdrachtpunt van de aansluiting van achterliggende aangesloten. Als een meter onverhoopt uitvalt, neemt desbetreffende netbeheerder actie om deze zo snel mogelijk te vervangen. 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. Hierbij geldt dat het meetsysteem moet voldoen aan de klasse A eisen uit de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30 ten tijde van installatie van de meter. 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 conform specificatie fabrikant 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

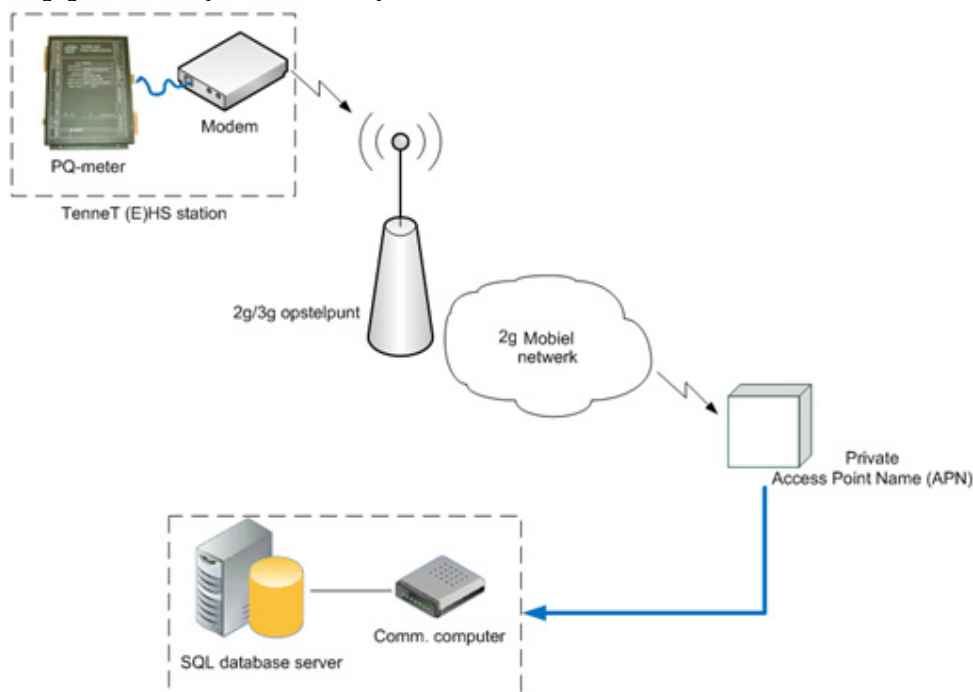
In tegenstelling tot de LS- en MS-metingen worden de continue verschijnselen in het HS- en EHS-net gedurende het hele jaar bewaakt. Het grote voordeel hiervan is dat er door de forse vergroting van de meetweken - per meetlocatie zijn er immers 52 weken in plaats van 1 week beschikbaar - een nauwkeuriger 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.

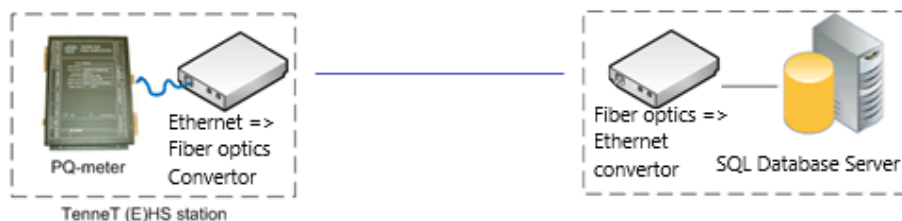
Bij het verschijnsel spanningsdips wordt alleen over meters met een beschikbaarheid van meer dan 50% gerapporteerd. Met beschikbaarheid wordt bedoeld op dat een meter correct functioneert en meetwaarden heeft geregistreerd. Het maakt hierbij niet uit of de meter spanningen gemeten heeft van een veld 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 D t/m G voor meer informatie.

In *figuur 5.1a en b* zijn schematisch overzichten van het HS- en EHS-meetsysteem weergegeven, waarbij drie onderdelen zijn te onderscheiden: de meeteenheden, communicatieapparatuur en een database waarin de data wordt opgeslagen. Nieuwere aansluitingen zullen voornamelijk volgens *figuur 5.1b* aangesloten worden, waarbij oudere meetlocaties voornamelijk nog volgens *figuur 5.1a* zijn aangesloten. In transitie traject is ingezet om (nagenoeg) alle meetlocaties conform *figuur 5.1b* aan te sluiten. Dit om de beschikbaarheid te verhogen en het systeem toekomst vast te maken.

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. De regionale netbeheerders, met klantaansluitingen in het 50-66 kV net, maken gebruik van een eigen meetsysteem en leveren elk kwartaal de meetgegevens aan bij een onafhankelijk bureau.



Figuur 5.1a: Principeschema modem dataaansluiting PQ meters (E)HS systeem



Figuur 5.1b: Principeschema glasvezel dataaansluiting PQ meters (E)HS systeem

Voor het HS- en EHS-net wordt, op enkele uitzonderingen in het 50-66 kV net na, gebruik gemaakt van meeteenheden van Unipower. 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 dienen daarom de gekoppelde spanning te registreren.

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, zoals in gebruik door TenneT. Binnen het project wordt geen rekening gehouden met eventuele toleranties (meetonnauwkeurigheden) van het meetcircuit zoals meter, meetsensor, meettransformator. Kalibratie van het meetapparaat en 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.

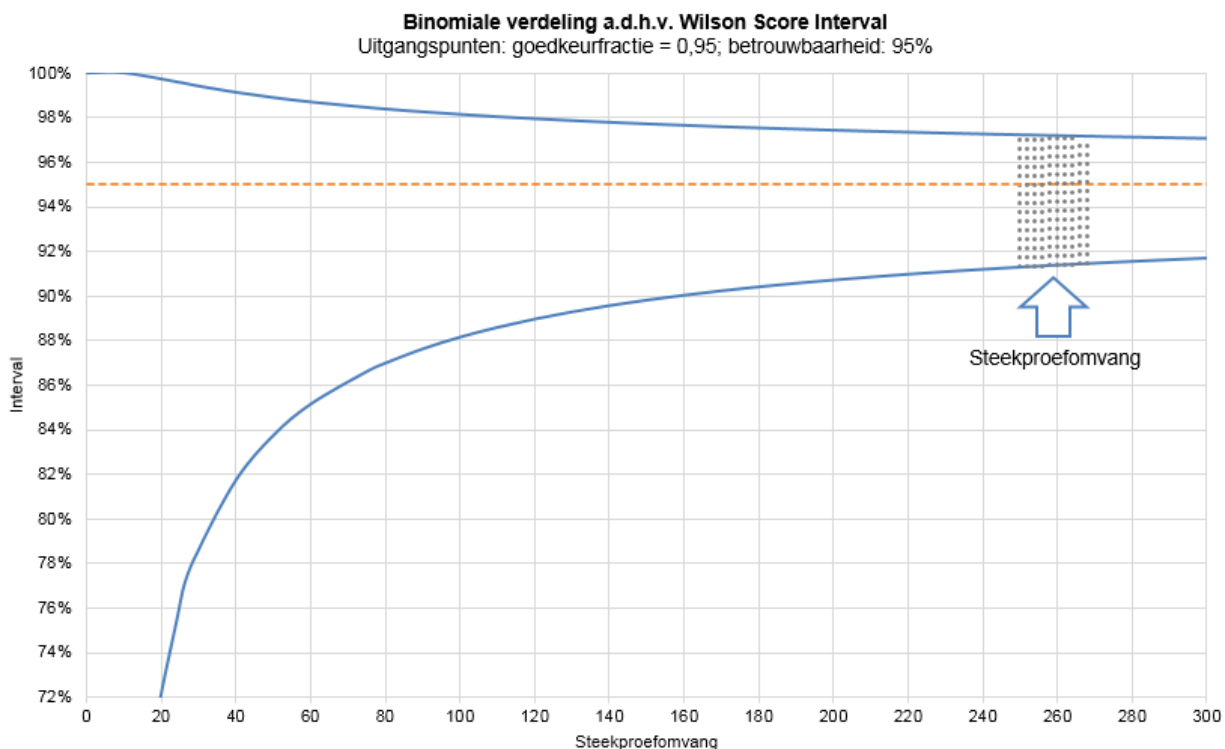
5.2 Rapportage

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 aangeslotenen 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 kwaliteitsvoorwaarden.

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 geldt het principe dat alle klantaansluitingen bemeten worden en hoeft dus geen statistische 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 voorwaarden.

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:

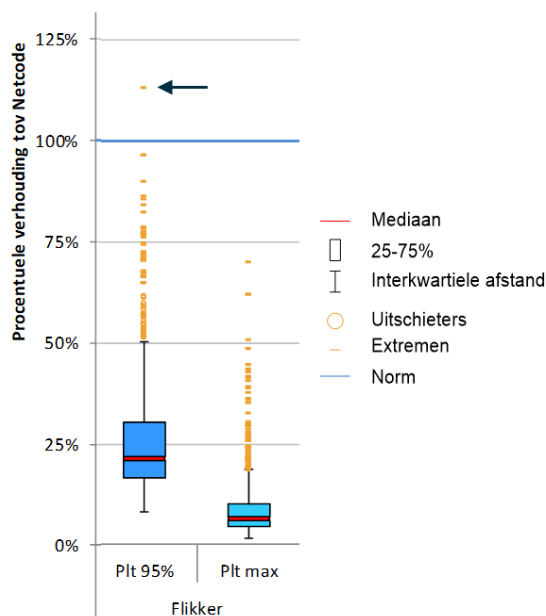
- Bereik van de middelste 50% van de waarnemingen;
- Bereik van alle waarnemingen;
- De middelste waarneming (mediaan);
- De minimale en maximale waarnemingen;
- Scheefheid van de verdeling;
- De aanwezigheid van uitschieters of extremen³.

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.

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.

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

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.

Alle opgetreden spanningsdips worden geregistreerd. Echter, bij het tellen van het aantal opgetreden spanningsdips worden spanningsdips die binnen één minuut op één locatie zijn geregistreerd geteld als één spanningsdip. Hierbij wordt alleen de worst-case spanningsdip binnen die minuut op de betreffende locatie meegeteld in de rapportage. Dit wordt zo gedaan omdat de beoordeling is gebaseerd op individuele events en dat derhalve alles binnen één minuut op één locatie gezien wordt als één event.

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	Categorie A		Categorie C	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Categorie B1	Categorie 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.

In het rapport wordt over alle meters gerapporteerd die voldoende beschikbaar zijn geweest. Daarbij worden in de tabel de totalen en gemiddelde waarden gegeven. Er zijn bijvoorbeeld twee events geweest, die in totaal tot 18 registraties van een hinderlijke spanningsdip hebben geleid bij de diverse meters. Bij 87 meters komt dit neer op een gemiddelde van 0,21 dips per meter.

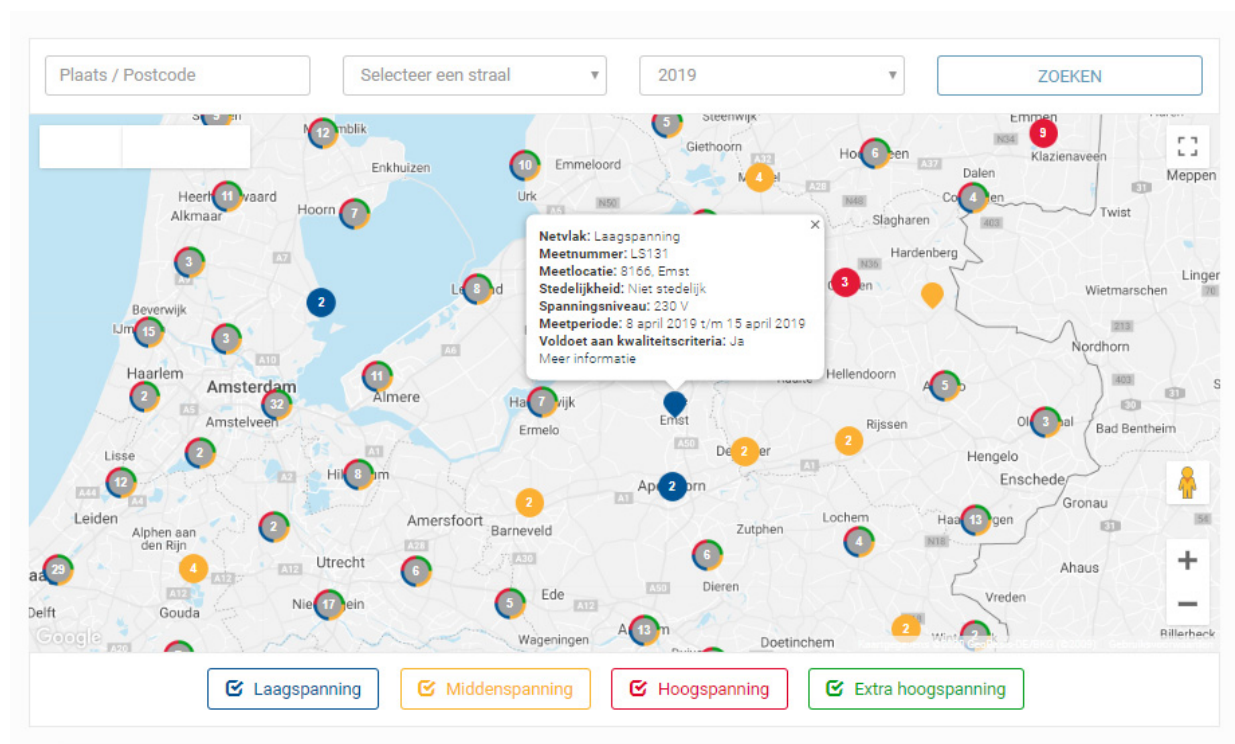
Om inzicht te geven in de oorzaken van spanningsdips, wordt bij rapportage van de hinderlijke dips inzicht gegeven in de verdeling naar de oorzaken zoals genoemd in paragraaf 3.2. De oorzaken worden door de netbeheerders zelf bepaald en aan het ondersteunende bureau doorgegeven.

Zoals eerder beschreven worden de HS- en EHS-meters en de 200 MS-meters voor spanningsdips op afstand uitgelezen en wordt de data in een centrale database geplaatst. Elk jaar wordt van alle meters van de aangeslotenen een jaarrapportage gemaakt waarin per categorie het totale aantal dips en het gemiddeld aantal dips per meetlocatie worden weergegeven over het afgelopen jaar (in dit geval 2021). Conform de Netcode wordt per aansluiting getoetst ten aanzien van het 5-jaargemiddelde per categorie. In de rapportage wordt ook het 5-jaargemiddelde per categorie van het totale aantal dips weergegeven, evenals een 5-jaargemiddelde per meetlocatie (5-jaargemiddelde som gedeeld door het aantal meetlocaties).

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. De dips worden vanaf de jaarrapportage over 2020 alleen nog jaarlijks bijgewerkt. 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 een 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. De Nederlandse netbeheerders bewaken al vele jaren de spanningskwaliteit. Ze zijn hier op eigen initiatief mee begonnen. Na verloop van tijd is de plicht tot het bewaken van de spanningskwaliteit verankerd in wet- en regelgeving. 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 EnergieNed (rechtsvoorganger van o.a. Netbeheer Nederland) 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 Elektricitwet 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 steekproeffrekking 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 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 wordt 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 50-66 kV net is uitgebreid. De netbeheerders streven ernaar om in dit net vanaf 2020 bij alle klantaansluitingen de spanningskwaliteit te bewaken.
2020	Op 19 oktober 2020 heeft de ACM een definitief besluit genomen tot wijziging van de voorwaarden in relatie tot de normering van spanningsdips: "Besluit van de Autoriteit Consument en Markt van 15 oktober 2020, kenmerk ACM/UIT/534617 tot wijziging van de voorwaarden bedoeld in artikel 31 van de Elektriciteitswet 1998 betreffende de normering van spanningsdips."
2021	Voor spanningsdips is voor het (E)HS net het benodigde beschikbaarheidspercentage van de meter aangepast van 80% naar 50%. Daarnaast wordt voor het eerst gerapporteerd over de klantaansluitingen op het Net op Zee 66 kV, zie bijlage F voor een overzicht van deze meters. Voor de LS- en MS-weekmetingen is er een tweede PQ-meter geselecteerd: de PQ-BOX 150 van A-Eberle. Deze meter mag vanaf 2022 in het PQM project gebruik worden.

Bijlagen

Bijlage A: Overzicht meetlocaties laagspanningsnet

Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet

Bijlage C: Overzicht metingen middenspanningsdips.

Bijlage D: Overzicht meetlocaties HS 50-66 kV

Bijlage E: Overzicht meetlocaties HS Net op Zee 66 kV

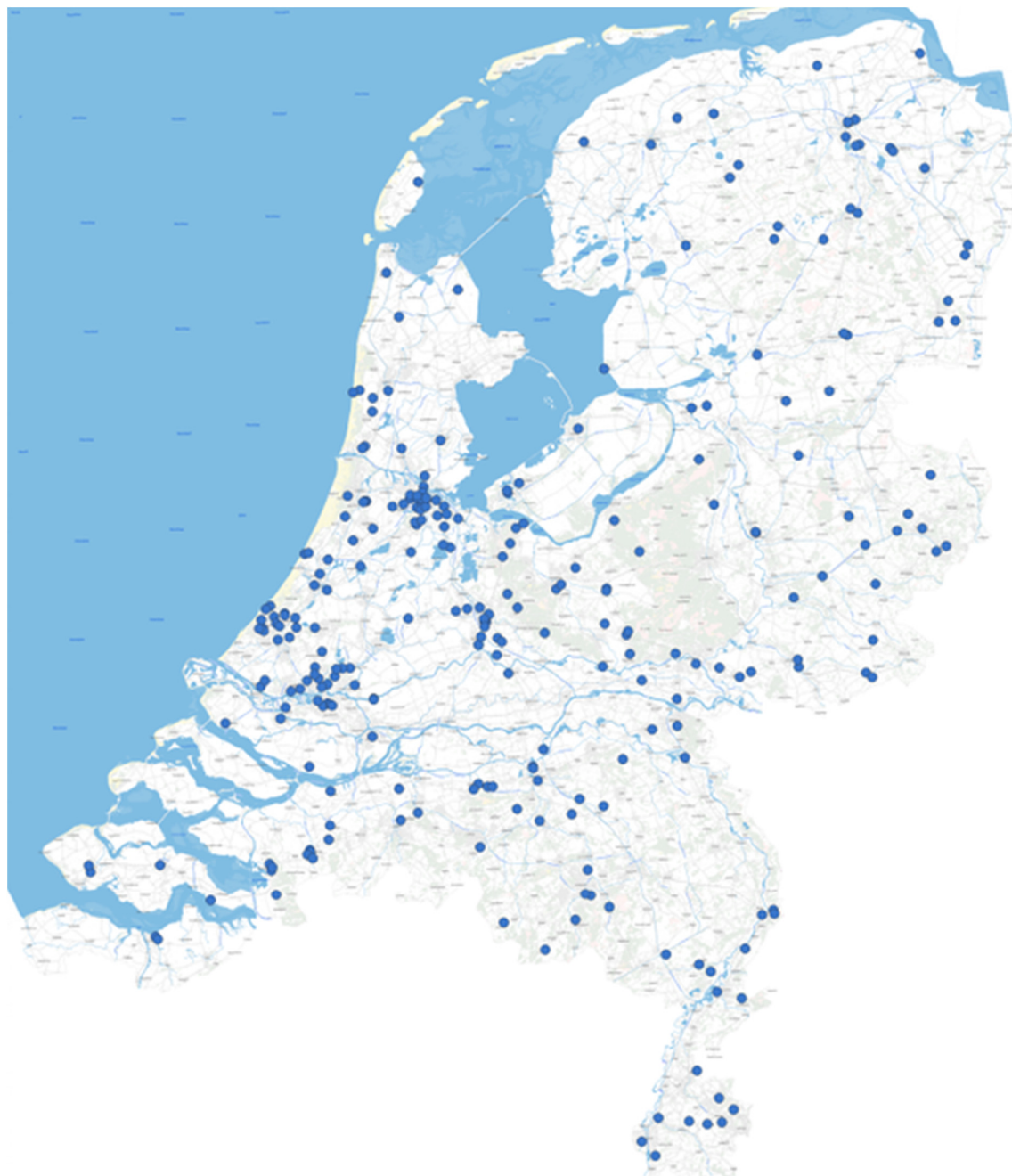
Bijlage F: Overzicht meetlocaties HS 110-150 kV

Bijlage G: Overzicht meetlocaties extra hoogspanningsnet

Bijlage A: Overzicht metingen laagspanningsnet

Tabel A.1: Samenvatting metingen LS, 2021

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
- waarvan niet (correct) gemeten	6
Totaal aantal metingen jaarrapport	264
- waarvan in verkeerde maand gestart	13



Figuur A.1: Grafisch overzicht steekproeftrekking LS, 2021

Tabel A.2: Overzicht individuele weekmetingen LS, 2021

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS001	OLDENZAAL	februari	Nee	N.v.t.	Geen meetdata ontvangen
LS002	GOOR	november	Ja	Ja	
LS003	MIDDELBURG	februari	Ja	Ja	
LS004	TERNEUZEN	maart	Ja	Ja	
LS005	MIDDELBURG	mei	Ja	Ja	
LS006	TERNEUZEN	juli	Nee	N.v.t.	Afgekeurd wegens onjuiste meterinstelling
LS007	GOES	augustus	Ja	Ja	
LS008	WAARDE	september	Ja	Ja	
LS009	TERNEUZEN	november	Ja	Ja	
LS010	SCHOONDIJKE	december	Ja	Ja	
LS011	HULSBURG	januari	Ja	Ja	
LS012	SCHAIJK	januari	Ja	Ja	
LS013	VOERENDAAL	januari	Ja	Ja	
LS014	DEVENTER	januari	Ja	Ja	
LS015	VALKENSWAARD	januari	Ja	Ja	
LS016	VEGHEL	januari	Ja	Ja	
LS017	BRUNSSUM	januari	Ja	Ja	
LS018	LANDGRAAF	januari	Ja	Ja	
LS019	EMMEN	februari	Ja	Ja	
LS020	ENSCHDEDE	februari	Ja	Ja	
LS021	MEPPEL	februari	Ja	Ja	
LS022	MADE	februari	Ja	Ja	
LS023	HEEZE	februari	Ja	Ja	
LS024	GRONINGEN	februari	Ja	Ja	
LS025	LEMELERVELD	februari	Ja	Ja	
LS026	VEENDAM	februari	Ja	Ja	
LS027	BERGEN OP ZOOM	maart	Ja	Ja	
LS028	WAALWIJK	maart	Ja	Ja	
LS029	GRONSVELD	maart	Ja	Ja	
LS030	NEDERWEERT-EIND	maart	Ja	Ja	
LS031	WAALWIJK	maart	Ja	Ja	
LS032	BOXTEL	maart	Ja	Ja	
LS033	ROOSENDAAL	maart	Ja	Ja	
LS034	RIJSSEN	maart	Ja	Ja	
LS035	CUIJK	april	Ja	Ja	
LS036	DEDEMSVAART	april	Ja	Ja	
LS037	EENRUM	april	Ja	Ja	
LS038	REUSEL	april	Ja	Ja	
LS039	HEERLEN	april	Ja	Ja	
LS040	VENLO	april	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS041	BORNE	april	Ja	Ja	
LS042	BERGEN OP ZOOM	mei	Ja	Ja	
LS043	ROOSENDAAL	mei	Ja	Ja	
LS044	LUYKSGESTEL	mei	Ja	Ja	
LS045	VENLO	mei	Ja	Ja	
LS046	MASTENBROEK	mei	Ja	Ja	
LS047	TILBURG	mei	Nee	N.v.t.	Geen meetdata ontvangen
LS048	'S-HERTOGENBOSCH	mei	Ja	Ja	
LS049	HERKENBOSCH	juni	Ja	Ja	
LS050	MUSSELKANAAL	juni	Ja	Ja	
LS051	IJSSELMUIDEN	juni	Ja	Ja	
LS052	SITTARD	juni	Ja	Ja	
LS053	SCHAIJK	juni	Ja	Ja	
LS054	MAASTRICHT	juni	Ja	Ja	
LS055	DRUNEN	juni	Ja	Ja	
LS056	OOSTERHOUT NB	juni	Nee	N.v.t.	Meting is niet uitgevoerd conform het achtergronddocument
LS057	REUTUM	juli	Ja	Ja	
LS058	NIEUW-DORDRECHT	juli	Ja	Ja	
LS059	'S-HERTOGENBOSCH	juli	Ja	Ja	
LS060	ROERMOND	juli	Nee	N.v.t.	Afgekeurd wegens onjuiste meterinstelling
LS061	OUDENBOSCH	juli	Ja	Ja	
LS062	HAREN GN	juli	Ja	Ja	
LS063	TILBURG	juli	Ja	Ja	
LS064	GRONINGEN	augustus	Ja	Ja	
LS065	ZEGGE	augustus	Ja	Ja	
LS066	VENLO	augustus	Ja	Ja	
LS067	BREDA	augustus	Ja	Nee	Uitgevoerd in september
LS068	BIERUM	augustus	Ja	Ja	
LS069	HEESWIJK-DINTHER	augustus	Ja	Ja	
LS070	HEYTHUYSEN	augustus	Ja	Ja	
LS071	GRONINGEN	augustus	Ja	Ja	
LS072	EINDHOVEN	september	Ja	Nee	Uitgevoerd in mei
LS073	SMILDE	september	Ja	Ja	
LS074	DRUNEN	september	Ja	Ja	
LS075	'S-HERTOGENBOSCH	september	Ja	Ja	
LS076	HELVOIRT	september	Ja	Ja	
LS077	RAAMSDONKSVEER	september	Nee	N.v.t.	Afgekeurd wegens onjuiste meterinstelling
LS078	HERTEN	september	Ja	Ja	
LS079	KLUNDERT	oktober	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS080	BUNDE	oktober	Ja	Ja	
LS081	REUVER	oktober	Ja	Ja	
LS082	HENGEL OV	oktober	Ja	Ja	
LS083	EINDHOVEN	oktober	Ja	Nee	Uitgevoerd in mei
LS084	DELLEN	oktober	Ja	Ja	
LS085	HAELN	oktober	Ja	Ja	
LS086	HOGEZAND	oktober	Ja	Ja	
LS087	DEVENTER	oktober	Ja	Ja	
LS088	ENSCHDE	november	Ja	Ja	
LS089	BERGEN OP ZOOM	november	Ja	Nee	Uitgevoerd in december
LS090	EMMEN	november	Ja	Ja	
LS091	ROSENDAAL	november	Ja	Ja	
LS092	ROSENDAAL	november	Ja	Ja	
LS093	HAREN GN	november	Ja	Ja	
LS094	NIEUWLEUSEN	november	Ja	Ja	
LS095	SCHIJNDEL	december	Ja	Ja	
LS096	GRONINGEN	december	Ja	Ja	
LS097	HOGERHEIDE	december	Ja	Nee	Uitgevoerd in januari
LS098	EINDHOVEN	december	Ja	Ja	
LS099	ASSEN	december	Ja	Ja	
LS100	HOGEZAND	december	Ja	Ja	
LS101	OOSTERHOUT NB	december	Ja	Ja	
LS102	AMSTELVEEN	januari	Ja	Ja	
LS103	BEVERWIJK	januari	Ja	Ja	
LS104	LEIDEN	januari	Ja	Ja	
LS105	AMSTERDAM	januari	Ja	Ja	
LS106	AERDENHOUT	januari	Ja	Ja	
LS107	EDE GLD	januari	Ja	Ja	
LS108	EGMOND AAN DEN HOEF	januari	Ja	Ja	
LS109	JULIANADORP	januari	Ja	Ja	
LS110	DOETINCHEM	januari	Ja	Ja	
LS111	HAARLEM	februari	Ja	Ja	
LS112	GARDEREN	februari	Ja	Ja	
LS113	PURMEREND	februari	Ja	Ja	
LS114	'T LOO OLDEBROEK	februari	Ja	Ja	
LS115	FRANEKER	februari	Ja	Ja	
LS116	DIEMEN	februari	Ja	Ja	
LS117	VOGELENZANG	februari	Ja	Ja	
LS118	HAARLEM	maart	Ja	Ja	
LS119	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	
LS120	CULEMBORG	maart	Ja	Ja	
LS121	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS122	DRACHTSTERCOMPAGNIE	maart	Ja	Ja	
LS123	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	
LS124	WAGENINGEN	maart	Ja	Ja	
LS125	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	
LS126	NEEDE	maart	Ja	Ja	
LS127	DOETINCHEM	april	Ja	Ja	
LS128	EGMOND AAN ZEE	april	Ja	Ja	
LS129	AMSTERDAM	april	Ja	Ja	
LS130	AMSTERDAM	april	Ja	Ja	
LS131	ZETTEN	april	Ja	Ja	
LS132	BEVERWIJK	april	Ja	Ja	
LS133	HUIZEN	april	Ja	Ja	
LS134	HILVERSUM	april	Ja	Ja	
LS135	LELYSTAD	mei	Ja	Ja	
LS136	BARNEVELD	mei	Ja	Ja	
LS137	ALKMAAR	mei	Ja	Ja	
LS138	SASSENHEIM	mei	Ja	Ja	
LS139	AMSTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS140	LIEVELDE	mei	Ja	Ja	
LS141	AMSTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS142	HEERENVEEN	mei	Ja	Ja	
LS143	NOORDWIJK ZH	mei	Ja	Ja	
LS144	KERKDRIEL	juni	Ja	Ja	
LS145	WIJCHEN	juni	Ja	Ja	
LS146	OEGSTGEEST	juni	Ja	Ja	
LS147	AMSTERDAM	juni	Ja	Ja	
LS148	HEILOO	juni	Ja	Ja	
LS149	ALMERE	juni	Ja	Ja	
LS150	AMSTERDAM	juni	Ja	Ja	
LS151	NIEUW-VENNEP	juni	Ja	Ja	
LS152	AMSTERDAM	juli	Ja	Ja	
LS153	AMSTERDAM	juli	Ja	Ja	
LS154	OOSTERWOLDE FR	juli	Ja	Ja	
LS155	EPE	juli	Ja	Ja	
LS156	ZEVENAAR	juli	Ja	Ja	
LS157	OOSTERBEEK	juli	Ja	Ja	
LS158	SCHAGEN	juli	Ja	Ja	
LS159	BADHOEVEDORP	juli	Ja	Ja	
LS160	AMSTERDAM	augustus	Ja	Ja	
LS161	LIMMEN	augustus	Ja	Ja	
LS162	LAREN NH	augustus	Ja	Ja	
LS163	ARNHEM	augustus	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS164	LEEUWARDEN	augustus	Ja	Ja	
LS165	UITHOORN	augustus	Ja	Ja	
LS166	AMSTELVEEN	augustus	Ja	Ja	
LS167	ERMELO	augustus	Ja	Ja	
LS168	ROELOFARENDSEVEEN	augustus	Ja	Ja	
LS169	BARNEVELD	september	Ja	Ja	
LS170	EDERVEEN	september	Ja	Ja	
LS171	VORDEN	september	Ja	Ja	
LS172	AMSTERDAM	september	Ja	Ja	
LS173	HOOFDDORP	september	Ja	Ja	
LS174	AMSTERDAM	september	Ja	Ja	
LS175	NIJMEGEN	september	Ja	Ja	
LS176	AMSTERDAM	september	Ja	Ja	
LS177	NOORDWIJK ZH	oktober	Ja	Ja	
LS178	WIERINGERWERF	oktober	Ja	Ja	
LS179	DRACHTEN	oktober	Ja	Ja	
LS180	WEESP	oktober	Ja	Ja	
LS181	NIJKERKERVEEN	oktober	Ja	Ja	
LS182	LEIDEN	oktober	Ja	Ja	
LS183	AALTEN	oktober	Ja	Ja	
LS184	LANGEDIJKE	oktober	Ja	Ja	
LS185	AALTEN	oktober	Ja	Ja	
LS186	NIJMEGEN	november	Ja	Ja	
LS187	DUIVEN	november	Ja	Ja	
LS188	OENTSJERK	november	Ja	Ja	
LS189	AMSTERDAM	november	Ja	Ja	
LS190	DIDAM	november	Ja	Ja	
LS191	AMSTERDAM	november	Ja	Ja	
LS192	EDE GLD	november	Ja	Ja	
LS193	WORMERVEER	november	Ja	Ja	
LS194	URK	december	Ja	Ja	
LS195	HUIZEN	december	Ja	Ja	
LS196	ALMERE	december	Ja	Ja	
LS197	AMSTELVEEN	december	Ja	Ja	
LS198	DE WESTEREN	december	Ja	Ja	
LS199	LOCHEM	december	Ja	Ja	
LS200	ALMERE	december	Ja	Ja	
LS201	HAARLEM	december	Ja	Ja	
LS202	OOSTEREND NH	december	Ja	Ja	
LS203	NOORDSCHESCHUT	januari	Ja	Ja	
LS204	HOOGEVEEN	oktober	Ja	Ja	
LS205	ROTTERDAM	januari	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS206	HOUTEN	januari	Ja	Ja	
LS207	BILTHOVEN	januari	Ja	Nee	Uitgevoerd in februari
LS208	ROTTERDAM	januari	Ja	Ja	
LS209	TULL EN 'T WAAL	januari	Ja	Ja	
LS210	NIEUW-LEKKERLAND	februari	Ja	Ja	
LS211	'S-GRAVENHAGE	februari	Ja	Ja	
LS212	UTRECHT	februari	Ja	Ja	
LS213	ROTTERDAM	februari	Ja	Ja	
LS214	UTRECHT	februari	Ja	Ja	
LS215	UTRECHT	maart	Ja	Ja	
LS216	VLEUTEN	maart	Ja	Ja	
LS217	'S-GRAVENHAGE	maart	Ja	Ja	
LS218	NIEUWERKERK AD IJSSEL	maart	Ja	Ja	
LS219	'S-GRAVENHAGE	maart	Ja	Ja	
LS220	SCHIEDAM	maart	Ja	Ja	
LS221	AMERSFOORT	april	Ja	Ja	
LS222	'S-GRAVENHAGE	april	Ja	Ja	
LS223	RHENEN	april	Ja	Ja	
LS224	BAAMBRUGGE	april	Ja	Ja	
LS225	'S-GRAVENHAGE	april	Ja	Ja	
LS226	'S-GRAVENHAGE	mei	Ja	Nee	Uitgevoerd in juni
LS227	ROTTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS228	ZOETERMEER	mei	Ja	Ja	
LS229	ROTTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS230	ROTTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS231	ROTTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS232	NUMANSDORP	juni	Ja	Nee	Uitgevoerd in Juli
LS233	RIJSWIJK ZH	juni	Ja	Ja	
LS234	'S-GRAVENHAGE	juni	Ja	Ja	
LS235	KRIMPEN AAN DEN IJSSEL	juni	Ja	Ja	
LS236	HELLEVOETSLUIS	juni	Ja	Ja	
LS237	ROTTERDAM	juni	Ja	Ja	
LS238	ROTTERDAM	juli	Ja	Ja	
LS239	'S-GRAVENHAGE	juli	Ja	Ja	
LS240	UTRECHT	juli	Ja	Nee	Uitgevoerd in augustus
LS241	BERKEL EN RODENRIJS	juli	Ja	Ja	
LS242	ROTTERDAM	juli	Ja	Ja	
LS243	DORDRECHT	juli	Ja	Ja	
LS244	'S-GRAVENHAGE	augustus	Ja	Ja	
LS245	NIEUWEGEIN	augustus	Ja	Ja	
LS246	'S-GRAVENHAGE	augustus	Ja	Ja	
LS247	UTRECHT	augustus	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS248	NIEUWEGEIN	augustus	Ja	Ja	
LS249	ROTTERDAM	september	Ja	Ja	
LS250	'S-GRAVENHAGE	september	Ja	Ja	
LS251	DOORN	september	Ja	Ja	
LS252	HOUTEN	september	Ja	Ja	
LS253	SCHIEDAM	september	Ja	Ja	
LS254	SPIJKENISSE	oktober	Ja	Ja	
LS255	VINKEVEEN	oktober	Ja	Ja	
LS256	NIEUW-LEKKERLAND	oktober	Ja	Nee	Uitgevoerd in januari
LS257	ZEIST	oktober	Ja	Ja	
LS258	UTRECHT	oktober	Ja	Ja	
LS259	ROTTERDAM	november	Ja	Ja	
LS260	AMERSFOORT	november	Ja	Ja	
LS261	ROTTERDAM	november	Ja	Ja	
LS262	UTRECHT	november	Ja	Ja	
LS263	'S-GRAVENHAGE	november	Ja	Ja	
LS264	MAASSLUIS	november	Ja	Nee	Uitgevoerd in december
LS265	'S-GRAVENHAGE	december	Ja	Ja	
LS266	NIEUWERBRUG AAN DEN RIJN	december	Ja	Ja	
LS267	LEIDSCHENDAM	december	Ja	Ja	
LS268	HOOGVLIET ROTTERDAM	december	Ja	Ja	
LS269	ROTTERDAM	december	Ja	Ja	
LS270	MAASLAND	maart	Ja	Ja	

Bijlage B: Overzicht metingen middenspanningsnet

Tabel B.1: Samenvatting metingen MS, 2021

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
- waarvan niet (correct) gemeten	6
Totaal aantal metingen jaarrapport	264
- waarvan in verkeerde maand gestart	14



Figuur B.1: Grafisch overzicht steekproeftrekking MS, 2021

Tabel B.2: Overzicht individuele weekmetingen MS, 2021

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS001	GOOR	oktober	Ja	Ja	
MS002	OLDENZAAL	december	Ja	Ja	
MS003	NISSE	januari	Ja	Ja	
MS004	OOSTBURG	februari	Ja	Ja	
MS005	MIDDELBURG	april	Ja	Ja	
MS006	ZIERIKZEE	mei	Ja	Ja	
MS007	GOES	juni	Ja	Ja	
MS008	KAMPERLAND	augustus	Ja	Ja	
MS009	BERGEN OP ZOOM	januari	Ja	Ja	
MS010	MAASTRICHT	januari	Ja	Ja	
MS011	VENRAY	januari	Ja	Ja	
MS012	HAPERT	januari	Ja	Ja	
MS013	FARMSUM	januari	Ja	Ja	
MS014	VENRAY	januari	Ja	Ja	
MS015	MUNTENDAM	januari	Ja	Ja	
MS016	MILHEEZE	januari	Ja	Ja	
MS017	BREDA	januari	Ja	Ja	
MS018	WINSCHOTEN	februari	Ja	Ja	
MS019	VEEN	februari	Ja	Ja	
MS020	TILBURG	februari	Ja	Ja	
MS021	BRUNSSUM	februari	Ja	Ja	
MS022	ASSEN	februari	Ja	Ja	
MS023	VOLLENHOVE	februari	Ja	Ja	
MS024	HEILIGERLEE	februari	Ja	Ja	
MS025	STEDUM	februari	Ja	Ja	
MS026	OMMEN	maart	Ja	Ja	
MS027	AARLE-RIXTEL	maart	Ja	Ja	
MS028	EINDHOVEN	maart	Ja	Ja	
MS029	ZWOLLE	maart	Ja	Ja	
MS030	BERGEN OP ZOOM	maart	Ja	Ja	
MS031	BREDA	maart	Ja	Nee	Uitgevoerd in april
MS032	VENLO	maart	Ja	Ja	
MS033	UDEN	maart	Ja	Ja	
MS034	ENSCHDEDE	april	Ja	Ja	
MS035	OISTERWIJK	april	Ja	Ja	
MS036	SON EN BREUGEL	april	Ja	Ja	
MS037	LANDGRAAF	april	Ja	Ja	
MS038	MUNTENDAM	april	Ja	Ja	
MS039	HELMOND	april	Ja	Ja	
MS040	EMMEN	april	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS041	HEINO	april	Ja	Ja	
MS042	OOSTERHOUT NB	mei	Nee	N.v.t.	Geen meetdata ontvangen
MS043	MEIJEL	mei	Ja	Ja	
MS044	GROOTEGAST	mei	Ja	Ja	
MS045	ENSCHDEDE	mei	Ja	Ja	
MS046	RUINERWOLD	mei	Ja	Ja	
MS047	EINDHOVEN	mei	Ja	Ja	
MS048	VENLO	mei	Ja	Ja	
MS049	VIERHUIZEN	mei	Ja	Ja	
MS050	EINDHOVEN	mei	Ja	Ja	
MS051	'S-HERTOGENBOSCH	juni	Ja	Ja	
MS052	KOEKANGE	juni	Ja	Ja	
MS053	CHAAM	juni	Ja	Ja	
MS054	GEMERT	juni	Ja	Ja	
MS055	HULTEN	juni	Ja	Ja	
MS056	GELDROP	juni	Ja	Ja	
MS057	ROSMALEN	juni	Ja	Ja	
MS058	VENLO	juni	Ja	Ja	
MS059	HOENSBROEK	juni	Ja	Ja	
MS060	BEEK EN DONK	juli	Ja	Nee	Uitgevoerd in augustus
MS061	WAALRE	juli	Ja	Ja	
MS062	DROUWEN	juli	Ja	Ja	
MS063	HELMOND	juli	Ja	Ja	
MS064	OSPEL	juli	Ja	Ja	
MS065	VEGHEL	juli	Ja	Ja	
MS066	VELDEN	juli	Nee	N.v.t.	Geen meetdata ontvangen
MS067	OOSTERHOUT NB	juli	Ja	Ja	
MS068	MAASTRICHT	augustus	Ja	Ja	
MS069	OISTERWIJK	augustus	Ja	Ja	
MS070	VELDHOVEN	augustus	Ja	Ja	
MS071	EINDHOVEN	augustus	Ja	Nee	Uitgevoerd in juni
MS072	HILVARENBEEK	augustus	Ja	Ja	
MS073	ZEVENBERGEN	augustus	Ja	Ja	
MS074	HEESWIJK-DINTHER	augustus	Ja	Ja	
MS075	OIRSCHOT	augustus	Ja	Ja	
MS076	TILBURG	september	Ja	Ja	
MS077	OOSTERHOUT NB	september	Ja	Nee	Uitgevoerd in oktober
MS078	STEIN LB	september	Ja	Nee	Uitgevoerd in oktober
MS079	SEVENUM	september	Ja	Ja	
MS080	ODOORN	september	Ja	Ja	
MS081	UDEN	september	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS082	EINDHOVEN	september	Nee	N.v.t.	Afgekeurd wegens onjuiste meterinstelling
MS083	VIERHUIZEN	september	Ja	Ja	
MS084	SIDDEBUREN	september	Ja	Ja	
MS085	HALSTEREN	oktober	Ja	Ja	
MS086	BAFLO	oktober	Ja	Ja	
MS087	HAPERT	oktober	Ja	Nee	Uitgevoerd in december
MS088	ASSEN	oktober	Ja	Ja	
MS089	'S-HERTOGENBOSCH	oktober	Ja	Ja	
MS090	WINSUM GN	oktober	Ja	Ja	
MS091	LUTTENBERG	oktober	Ja	Ja	
MS092	2E EXLOERMOND	oktober	Ja	Ja	
MS093	EMMER-COMPASCUUM	november	Ja	Ja	
MS094	REUSEL	november	Ja	Ja	
MS095	SCHIJNDEL	november	Nee	N.v.t.	Afgekeurd wegens onjuiste meterinstelling
MS096	ELSENDORP	november	Ja	Ja	
MS097	METERIK	november	Ja	Ja	
MS098	KAATSHEUVEL	november	Ja	Ja	
MS099	STAPHORST	november	Ja	Ja	
MS100	ZWOLLE	november	Nee	N.v.t.	Afgekeurd wegens onjuiste meterinstelling
MS101	2E EXLOERMOND	december	Ja	Ja	
MS102	ALMELO	december	Ja	Ja	
MS103	HERKENBOSCH	december	Ja	Ja	
MS104	SCHIPHOL	december	Nee	N.v.t.	Geen meetdata ontvangen
MS105	OSS	december	Ja	Ja	
MS106	BAARLE-NASSAU	december	Ja	Ja	
MS107	ENSCHDEDE	december	Ja	Ja	
MS108	BREDA	december	Ja	Nee	Uitgevoerd in januari
MS109	GEERTRUIDENBERG	december	Ja	Ja	
MS110	SCHIPHOL-RIJK	januari	Ja	Ja	
MS111	NIJMEGEN	januari	Ja	Ja	
MS112	DOETINCHEM	januari	Ja	Ja	
MS113	TJERKGAAST	januari	Ja	Ja	
MS114	RENKUM	januari	Ja	Ja	
MS115	KOUDUM	januari	Ja	Ja	
MS116	SINT MAARTENSVLOTBRUG	januari	Ja	Ja	
MS117	NEEDE	januari	Ja	Ja	
MS118	PUTTEN	februari	Ja	Ja	
MS119	RIJSENHOUT	februari	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS120	AMSTERDAM	februari	Ja	Ja	
MS121	AMSTERDAM	februari	Ja	Ja	
MS122	AMSTERDAM	februari	Ja	Ja	
MS123	ROELOFARENDSEVEEN	februari	Ja	Ja	
MS124	AALSUM	februari	Ja	Ja	
MS125	AMSTERDAM	februari	Ja	Ja	
MS126	DE HEURNE	maart	Ja	Ja	
MS127	ALMERE	maart	Ja	Ja	
MS128	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	
MS129	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	
MS130	PURMEREND	maart	Ja	Ja	
MS131	HAARLEM	maart	Ja	Ja	
MS132	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	
MS133	CULEMBORG	april	Ja	Ja	
MS134	SCHETTENS	april	Ja	Ja	
MS135	HOOFDDORP	april	Ja	Ja	
MS136	APELDOORN	april	Ja	Ja	
MS137	ARNHEM	april	Ja	Ja	
MS138	BEMMEL	april	Ja	Ja	
MS139	WOLVEGA	april	Ja	Ja	
MS140	ZEEWOLDE	mei	Ja	Ja	
MS141	ALMERE	mei	Ja	Ja	
MS142	ANNA PAULOWNA	mei	Ja	Ja	
MS143	ACHLUM	mei	Ja	Ja	
MS144	GROET	mei	Ja	Ja	
MS145	AMSTERDAM	mei	Ja	Ja	
MS146	AMSTERDAM	mei	Ja	Ja	
MS147	MAASBOMMEL	mei	Ja	Ja	
MS148	SCHERPENZEEL GLD	mei	Ja	Ja	
MS149	AMSTERDAM	juni	Ja	Ja	
MS150	APELDOORN	juni	Ja	Ja	
MS151	KRAGGENBURG	juni	Ja	Ja	
MS152	DIEREN	juni	Ja	Ja	
MS153	HUIZEN	juni	Ja	Ja	
MS154	OOSTERWOLDE FR	juni	Ja	Ja	
MS155	DRACHTEN	juni	Ja	Ja	
MS156	HARSKAMP	juni	Ja	Ja	
MS157	WERVERSHOOF	juni	Ja	Ja	
MS158	AMSTERDAM	juli	Ja	Ja	
MS159	LOERBEEK	juli	Ja	Ja	
MS160	AMSTERDAM ZUIDOOST	juli	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS161	NIJMEGEN	juli	Ja	Ja	
MS162	KESTEREN	juli	Ja	Ja	
MS163	ALMERE	juli	Ja	Ja	
MS164	ELBURG	juli	Ja	Ja	
MS165	MONNICKENDAM	juli	Ja	Ja	
MS166	ANKEVEEN	augustus	Ja	Ja	
MS167	AMSTERDAM	augustus	Ja	Ja	
MS168	NIJMEGEN	augustus	Ja	Ja	
MS169	EMMELOORD	augustus	Ja	Ja	
MS170	OENE	augustus	Ja	Ja	
MS171	LEIDEN	augustus	Ja	Ja	
MS172	DRACHTEN	augustus	Ja	Ja	
MS173	TOLDIJK	augustus	Ja	Ja	
MS174	HUISSSEN	september	Ja	Ja	
MS175	ULFT	september	Ja	Ja	
MS176	AMSTERDAM	september	Ja	Ja	
MS177	WIJCHEN	september	Ja	Ja	
MS178	AMSTELVEEN	september	Ja	Ja	
MS179	ZWAAG	september	Ja	Ja	
MS180	WEURT	september	Ja	Ja	
MS181	DRUTEN	oktober	Ja	Ja	
MS182	ZELHEM	oktober	Ja	Ja	
MS183	ALKMAAR	oktober	Ja	Nee	Uitgevoerd in september
MS184	EWIJK	oktober	Ja	Ja	
MS185	AMSTERDAM	oktober	Ja	Ja	
MS186	ARUM	oktober	Ja	Ja	
MS187	DIEREN	oktober	Ja	Ja	
MS188	'T ZAND NH	oktober	Ja	Ja	
MS189	UITHOORN	november	Ja	Ja	
MS190	JULIANADORP	november	Ja	Ja	
MS191	AMSTERDAM	november	Ja	Ja	
MS192	LEEWARDEN	november	Ja	Ja	
MS193	AMSTERDAM	november	Ja	Ja	
MS194	APELDOORN	november	Ja	Ja	
MS195	AMSTELVEEN	november	Ja	Ja	
MS196	BOELENLAAN	november	Ja	Ja	
MS197	AMSTERDAM	november	Ja	Ja	
MS198	AALTEN	december	Ja	Ja	
MS199	SPAARNDAM GEM. HAARLEM	december	Ja	Ja	
MS200	WARNS	december	Ja	Ja	
MS201	GENDT	december	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS202	NAGELE	december	Ja	Ja	
MS203	FRANEKER	december	Ja	Ja	
MS204	DRUTEN	december	Ja	Ja	
MS205	AMSTERDAM	december	Ja	Ja	
MS206	ZAANDAM	december	Ja	Ja	
MS207	HOOGVEEEN	februari	Ja	Ja	
MS208	ROTTERDAM	januari	Ja	Ja	
MS209	ROTTERDAM	januari	Ja	Nee	Uitgevoerd in maart
MS210	DRIEBERGEN-RIJSENBURG	januari	Ja	Ja	
MS211	ROTTERDAM	januari	Ja	Nee	Uitgevoerd in maart
MS212	RIJSWIJK ZH	januari	Ja	Ja	
MS213	ROTTERDAM	februari	Ja	Ja	
MS214	KLAASWAAL	februari	Ja	Ja	
MS215	BREUKELEN UT	februari	Ja	Ja	
MS216	AMERSFOORT	februari	Ja	Ja	
MS217	ROTTERDAM	februari	Ja	Ja	
MS218	VEENENDAAL	februari	Ja	Nee	Uitgevoerd in maart
MS219	NIEUWEGEIN	maart	Ja	Ja	
MS220	BRIELLE	maart	Ja	Ja	
MS221	DORDRECHT	maart	Ja	Ja	
MS222	SOEST	maart	Ja	Ja	
MS223	ROTTERDAM	maart	Ja	Ja	
MS224	MAASSLUIS	april	Ja	Ja	
MS225	LEIDSCHEM	april	Ja	Ja	
MS226	ROTTERDAM	april	Ja	Ja	
MS227	VINKEVEEN	april	Ja	Ja	
MS228	ROTTERDAM	april	Ja	Ja	
MS229	'S-GRAVENHAGE	april	Ja	Ja	
MS230	AMERSFOORT	mei	Ja	Ja	
MS231	DORDRECHT	mei	Ja	Ja	
MS232	LEERSUM	mei	Ja	Ja	
MS233	UTRECHT	mei	Ja	Ja	
MS234	RIJSWIJK ZH	juni	Ja	Ja	
MS235	LEKKERKERK	juni	Ja	Ja	
MS236	UTRECHT	juni	Ja	Ja	
MS237	DELFT	juni	Ja	Ja	
MS238	AMERSFOORT	juni	Ja	Ja	
MS239	ZEIST	juli	Ja	Ja	
MS240	WADDINXVEEN	juli	Ja	Ja	
MS241	SCHIEDAM	juli	Ja	Ja	
MS242	LEXMOND	juli	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS243	ROTTERDAM	augustus	Ja	Ja	
MS244	DELFT	augustus	Ja	Ja	
MS245	UTRECHT	augustus	Ja	Ja	
MS246	WILNIS	augustus	Ja	Ja	
MS247	'S-GRAVENHAGE	augustus	Ja	Ja	
MS248	'S-GRAVENHAGE	september	Ja	Ja	
MS249	'S-GRAVENHAGE	september	Ja	Ja	
MS250	GOUDA	september	Ja	Ja	
MS251	RIJSWIJK ZH	september	Ja	Ja	
MS252	ROTTERDAM	september	Ja	Ja	
MS253	UTRECHT	september	Ja	Ja	
MS254	SPYKENISSE	oktober	Ja	Ja	
MS255	MOORDRECHT	oktober	Ja	Ja	
MS256	VIERPOLDERS	oktober	Ja	Ja	
MS257	GIESSENBURG	oktober	Ja	Ja	
MS258	SCHIEDAM	november	Ja	Ja	
MS259	'S-GRAVENHAGE	november	Ja	Ja	
MS260	WOERDEN	november	Ja	Ja	
MS261	ZEIST	november	Ja	Ja	
MS262	BREUKELN UT	november	Ja	Ja	
MS263	UTRECHT	november	Ja	Ja	
MS264	LANGERAK ZH	december	Ja	Ja	
MS265	ROTTERDAM	december	Ja	Ja	
MS266	SPIJKENISSE	december	Ja	Ja	
MS267	'S-GRAVENHAGE	december	Ja	Ja	
MS268	MAASLAND	januari	Ja	Nee	Uitgevoerd in maart
MS269	'S-GRAVENZANDE	mei	Ja	Ja	
MS270	DE LIER	november	Ja	Ja	

Bijlage C: Overzicht metingen middenspanningsdips.

Categorie	Aantal
Totaal aantal meters meetsysteem	200
waarvan niet operationeel	3
- Totaal aantal meters jaarrapport	197



Figuur C.1: Grafisch overzicht MS dip locaties, 2021

Tabel C.2: Overzicht MS dip locaties, 2021

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MD001	OS DOKKUM	10	Ja	
MD002	OS HERBAYUM	10	Ja	
MD003	OS LEEUWARDEN	10	Ja	
MD004	OS LEMMER	10	Ja	
MD005	OS MARNEZIJL	10	Ja	
MD006	OS OOSTERWOLDE	10	Ja	
MD007	OS RAUWERD	10	Ja	
MD008	OS SNEEK	10	Ja	
MD009	OS APELDOORN	10	Ja	
MD010	OS BIJLMER ZUID	10	Ja	
MD011	OS DALE	10	Ja	
MD012	OS DOETINCHEM	10	Ja	
MD013	OS EDE	10	Ja	
MD014	OS EERBEEK	10	Ja	
MD015	OS HARDERWIJK	10	Ja	
MD016	OS KATTENBERG	10	Ja	
MD017	OS LELYSTAD	10	Ja	
MD018	OS NIEUWE MEER	10	Ja	
MD019	OS NOORD PAPAVERWEG	10	Ja	
MD020	OS OTERLEEK	10	Ja	
MD021	OS TEERSDIJK	10	Ja	
MD022	OS ULFT	10	Ja	
MD023	OS VENSERWEG	10	Ja	
MD024	OS WAARDERPOLDER	10	Ja	
MD025	OS WESTWOUD	10	Ja	
MD026	OS ZALTBOMMEL	10	Ja	
MD027	OS ZALTBOMMEL	10	Ja	
MD028	OS ZUIDERVELD	10	Ja	
MD029	OS ZUTPHEN	10	Ja	
MD030	OS BERGUM CENTRALE	10	Ja	
MD031	OS OUDEHASKE	10	Ja	
MD032	OS ALPHEN CENTRUM	10	Ja	
MD033	OS CULEMBORG	10	Ja	
MD034	OS DEN HELDER DE SCHOOTEN	10	Ja	
MD035	OS DEN HELDER MARINE	10	Ja	
MD036	OS HAARLEM WEST	6	Ja	
MD038	OS HILLEGOM	10	Ja	
MD039	OS HOOFDDORP	10	Ja	
MD040	OS IJPOLDER	10	Ja	
MD041	OS KARPERWEG	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MD042	LISSE	10	Ja	
MD043	MARNIXSTRAAT	10	Ja	
MD044	NIEUWKOOPT	10	Ja	
MD045	OOSTERBEEK	10	Ja	
MD046	OUDORP	10	Ja	
MD047	RIJKSUNIVERSITEIT LEIDEN	10	Ja	
MD048	RIJNSBURG	10	Ja	
MD049	SLOTERMEER	10	Ja	
MD050	VLIEGENBOS	10	Ja	
MD051	WERVERSHOOF	10	Ja	
MD052	WESTZAANSTRAAT	10	Ja	
MD053	ZAANDIJK	10	Ja	
MD054	ZEVENHUIZEN	10	Ja	
MD055	GOES EVERTSENSTRAAT (10 KV)	10	Ja	
MD056	HULST CAMBRON (10 KV)	10	Ja	
MD057	OOSTBURG (10 KV)	10	Ja	
MD058	TERNEUZEN ZUID (10 KV)	10	Ja	
MD059	VLISSINGEN (10 KV)	10	Ja	
MD060	WILLEM ANNAPOLDER (10 KV)	10	Ja	
MD061	ZIERIKZEE (10 KV)	10	Ja	
MD062	BERGEN OP ZOOM	10	Ja	
MD063	BIESBOSCH	10	Ja	
MD064	BORN	10	Ja	
MD065	BUGGENUM	10	Ja	
MD066	COEVORDEN	10	Ja	
MD067	CUIJK	10	Ja	
MD068	EERDE	10	Ja	
MD069	ENSCHDE VECHTSTRAAT	10	Ja	
MD070	GASSELTE	10	Ja	
MD071	GEERTRUIDENBERG	10	Ja	
MD072	GEERTRUIDENBERG	10	Ja	
MD073	GELEEN - LUTTERADE	10	Ja	
MD074	GENNEP	10	Ja	
MD075	GRONINGEN STAD - BORNHOLMSTRAAT	10	Ja	
MD076	HAAKSBERGEN	10	Ja	
MD077	HAPERT	10	Ja	
MD078	HAPS	10	Ja	
MD079	HELDEN	10	Ja	
MD080	HELMOND OOST	10	Ja	
MD081	HELMOND ZUID	10	Ja	
MD082	HORST	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MD083	HORST	10	Ja	
MD084	KAMPEN	10	Ja	
MD085	KROPSWOLDE	10	Ja	
MD086	MAALBROEK	10	Ja	
MD087	MAASBRACHT	10	Ja	
MD088	MAASBRACHT	10	Ja	
MD089	MAASTRICHT - BOSCHPOORT	10	Ja	
MD090	MAASTRICHT - LIMMEL	10	Ja	
MD091	MEEDEN	10	Nee	Meter over 2021 niet beschikbaar
MD092	NEDERWEERT	20	Ja	
MD093	NIJVERDAL	10	Ja	
MD094	OOSTEIND	10	Ja	
MD095	OSS	10	Ja	
MD096	OSS	10	Ja	
MD097	PRINCENHAGE	10	Ja	
MD098	RIJSSEN	10	Ja	
MD099	ROERMOND	10	Ja	
MD100	ROERMOND - MERUM	10	Ja	
MD101	ROOSENDAAL	10	Nee	Meter over 2021 niet beschikbaar
MD102	'S HERTOGENBOSCH NOORD	10	Ja	
MD103	STEENWIJK	10	Ja	
MD104	TILBURG CENTRUM	10	Ja	
MD105	TILBURG NOORD	10	Ja	
MD106	TILBURG ZUID	10	Ja	
MD107	TREEBEEK	10	Ja	
MD108	VEENDAM	10	Ja	
MD109	VEENOORD	10	Ja	
MD110	VENLO - BLERICK	10	Ja	
MD111	VENLO - BOEKEND	10	Ja	
MD112	VENLO - BOEKEND	10	Ja	
MD113	VROOMSHOOP	10	Ja	
MD114	WAALWIJK	10	Ja	
MD115	ZWARTSLUIS	10	Ja	
MD116	ZWOLLE FRANKHUIS	10	Ja	
MD117	ALMELO URENCO	10	Ja	
MD118	EINDHOVEN NOORD	10	Ja	
MD119	EINDHOVEN OOST	10	Ja	
MD037	50 KV-STATION HEEMSTED	10	Ja	
MD120	AMERSFOORT 2 10 KV	10	Ja	
MD121	AMERSFOORT 3 10 KV	10	Ja	
MD122	ANNA VAN BUERENSTRAAT 10 KV	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MD123	ARKEL 13 KV	13	Ja	
MD124	BERKEL 2 10 KV	10	Ja	
MD125	BLEISWIJK 1 10 KV	10	Ja	
MD126	BLOEMENDAAL 10 KV	10	Ja	
MD127	BOLWERK 10 KV	10	Ja	
MD128	BOLWERK 10 KV	10	Ja	
MD129	BOTLEK 10 KV	10	Ja	
MD130	BOTLEK 23 KV	23	Ja	
MD131	BROEKVELDEN 10 KV	10	Ja	
MD132	BUNSCHOTEN 10 KV	10	Ja	
MD133	CAPELLE NOORD 10 KV	10	Ja	
MD134	BILTHOVEN 10 KV	10	Ja	
MD135	DELFT 1 10 KV	10	Ja	
MD136	DELFT 3 NOORD 10 KV	10	Ja	
MD137	DELFT 6 10 KV	10	Ja	
MD138	DORDTSE KIL 13 KV	13	Ja	
MD139	DRIEBERGEN 10 KV	10	Ja	
MD140	EUROPOORT 23 KV	23	Ja	
MD141	EUROPOORT 25 KV	25	Ja	
MD142	HARDINXVELD 13 KV	13	Ja	
MD143	HEEMRAADLAAN 10 KV	10	Ja	
MD144	HOUTRUST 10 KV	10	Ja	
MD145	HOUTRUST 10 KV	10	Ja	
MD146	HVS-YPENBURG 23 KV	23	Ja	
MD147	HVS-YPENBURG 25 KV	25	Ja	
MD148	IJSSELSTEIN 10 KV	10	Ja	
MD149	JAN WAPSTRAAT 10 KV	10	Ja	
MD150	JUTPHAAS 10 KV	10	Ja	
MD151	'S GRAVENDEEL 13 KV	13	Ja	
MD152	KORTENOORD 10 KV	10	Ja	
MD153	KRIMPEN AAN DEN IJSSEL 13 KV	13	Ja	
MD154	KRIMPENERWAARD 10 KV	10	Nee	Meter over 2021 niet beschikbaar
MD155	LEIDENSCHENVEEN 10 KV	10	Ja	
MD156	LEUSDEN 10 KV	10	Ja	
MD157	VLAARDINGEN HOLY 10 KV	10	Ja	
MD158	MIDDELHARNIS 13 KV	13	Ja	
MD159	OMMOORD ZUID 25 KV	25	Ja	
MD160	ORANJELAAN 13 KV	13	Ja	
MD161	CAPELLE CENTRUM 10 KV	23	Ja	
MD162	PIJNACKER 2 10 KV	10	Ja	
MD163	PIJNACKER 3 10 KV	10	Ja	
MD164	ROTTERDAM CENTRUM 23 KV	23	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MD165	SCHIEDAM NOORD 10 KV	10	Ja	
MD166	SOEST 2 10 KV	10	Ja	
MD167	SOEST DE ZOOM 10 KV	10	Ja	
MD168	TREUBSTRAAT 10 KV	10	Ja	
MD169	UTRECHT BLAUWKAPELSEWEG 10 KV	10	Ja	
MD170	UTRECHT JAARBEURS 10 KV	10	Ja	
MD171	UTRECHT JAARBEURS 10 KV	10	Ja	
MD172	UTRECHT KERNWEG 10 KV	10	Ja	
MD173	UTRECHT LEIDSEVEER 10 KV	10	Ja	
MD174	UTRECHT MERWEDEKANAAL 10KV	10	Ja	
MD175	UTRECHT MERWEDEKANAAL 10KV	10	Ja	
MD176	UTRECHT OVERVECHT 10 KV	10	Ja	
MD177	MONTFOORT	10	Ja	
MD178	UTRECHT ZUID 10 KV	10	Ja	
MD179	VIJZELSTRAAT 10 KV	10	Ja	
MD180	VIJZELSTRAAT 10 KV	10	Ja	
MD181	VINKEVEEN 10 KV	10	Ja	
MD182	VLEERSTRAAT 10 KV	10	Ja	
MD183	VLEERSTRAAT 10 KV	10	Ja	
MD184	VREESWIJK 10 KV	10	Ja	
MD185	WAAIERSLUIJ 10 KV	10	Ja	
MD186	WALBURG 13 KV	13	Ja	
MD187	WIJK BIJ DUURSTED 10 KV	10	Ja	
MD188	ZEIST 10 KV	10	Ja	
MD189	ZOETERMEER 1 10 KV	10	Ja	
MD190	ZOETERMEER 1 10 KV	10	Ja	
MD191	ZOETERMEER 1 23 KV	23	Ja	
MD192	ZOETERMEER 12 10 KV	10	Ja	
MD193	ZOETERMEER 17 10 KV	10	Ja	
MD194	ZOETERMEER 2 10 KV	10	Ja	
MD195	ZOETERMEER 8 10 KV	10	Ja	
MD196	ZOETERMEER 9 25 KV	25	Ja	
MD197	ZUIDWIJK 10 KV	10	Ja	
MD198	ZUIDWIJK 23 KV	23	Ja	
MD199	DE LIER 35081	20	Ja	
MD200	DE LIER 35081	20	Ja	

Bijlage D: Overzicht metingen hoogspanningsnet 50-66 kV

Tabel D.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS 50-66 kV, 2021

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerders)	20
Totaal aantal meters meetsysteem	20
- waarvan niet operationeel	2
Totaal aantal meters jaarrapport	18
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	-



Figuur D.1: Grafisch overzicht meetlocaties HS 50-66 kV, 2021⁴

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

Tabel D.2: Overzicht meetlocaties HS 50-66 kV, 2021

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS003	BOSCHPOORT 50	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS008	ARNHEM 50	Ja	
HS011	AMSTERDAM 50	Ja	
HS018	WESTDORPE 50	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS500	NIEUWDORP 50	Ja	
HS522	DORDRECHT 50	Ja	
HS526	MAASVLAKTE 50	Ja	
HS528	OOLTGENSPLAAT 50	Ja	
HS529	OOLTGENSPLAAT 50	Ja	
HS530	OOLTGENSPLAAT 50	Ja	
HS550	AMSTERDAM 50	Ja	
HS551	AMSTERDAM 50	Ja	
HS552	DUIVEN 50	Ja	
HS553	VELSEN-NOORD 50	Ja	
HS554	ARNHEM 50	Ja	
HS555	BEMMEL 50	Ja	
HS556	VELSEN-NOORD 50	Ja	
HS557	ALKMAAR 50	Ja	
HS558	NIJMEGEN 50	Ja	
HS559	AMSTERDAM 50	Ja	

Bijlage E: Overzicht metingen hoogspanningsnet Net op Zee 66 kV

Tabel E.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS Net op Zee 66 kV, 2021

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerders)	25
Totaal aantal meters meetsysteem	8
- waarvan niet operationeel	-
Totaal aantal meters jaarrapport	8
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	-



Figuur F.1: Grafisch overzicht meetlocaties HS Net op Zee 66 kV, 2021⁵

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

Tabel E.2: Overzicht individuele metingen HS Net op Zee 66 kV, 2021

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS303	BORSSELE ALPHA	Ja	
HS304	BORSSELE ALPHA	Ja	
HS311	BORSSELE ALPHA	Ja	
HS312	BORSSELE ALPHA	Ja	
HS319	BORSSELE BETA	Ja	
HS320	BORSSELE BETA	Ja	
HS328	BORSSELE BETA	Ja	
HS329	BORSSELE BETA	Ja	

Bijlage F: Overzicht metingen hoogspanningsnet 110-150 kV

Tabel F.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS 110-150 kV, 2021

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerder)	98
- waarvan met eigen meter	88
- waarvan met meer dan één meter	3
- waarvan met gedeelde meter	10
Totaal aantal meters meetsysteem	96
- waarvan niet operationeel	10
Totaal aantal meters jaarrapport	87
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	1



Figuur E.1: Grafisch overzicht meetlocaties HS 110-150 kV, 2021⁶

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

Tabel F.2: Overzicht individuele metingen HS 110-150 kV, 2021

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS004	GRAETHEIDE 150	Ja	
HS005	MERSEYWEG 150	Ja	
HS007	NIJMEGEN 150	Ja	
HS010	DIEMEN 150	Ja	
HS014	VOLLENHOVE 110	Ja	
HS015	GRIJPSKERK 110	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS019	WESTDORPE 150	Ja	
HS020	UTRECHT LAGE WEIDE 150	Nee	Geen meetdata beschikbaar
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 150	Ja	
HS029	MOERDIJK 150	Ja	
HS030	MOERDIJK 150	Ja	
HS031	BOTLEK 150	Ja	
HS032	GEERVLIT NOORDDIJK 150	Ja	
HS033	GEERVLIT NOORDDIJK 150	Ja	
HS034	MAASVLAKTE 150	Ja	
HS035	SCHOONEBEEK 110	Ja	
HS036	WIJSTER OOSTERSCHEVELD 110	Ja	
HS037	ALMELO TUSVELD 110	Ja	
HS038	HENGEL OELE 110	Ja	
HS039	LUTTELGEEST KALENBERG 110	Ja	
HS040	DELFIJL WEIWERD 110	Ja	
HS041	DELFIJL WEIWERD 110	Ja	
HS042	SASSENHEIM 150	Ja	
HS043	MUSSELKANAAL ZANDBERG 110	Ja	
HS044	BORCULO 150	Ja	
HS045	RENKUM 150	Ja	
HS047	ALMERE 150	Ja	
HS048	BARGERMEER 110	Ja	
HS049	COEVORDEN EUROPARK 110	Ja	
HS050	ENSCHDEDE MARSSTEDEN 110	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS055	HENGEL BOLDERSHOEK 110	Ja	
HS057	MEEDEN 110	Ja	
HS058	MEEDEN 110	Ja	
HS059	MEEDEN 110	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS061	OMMEN DANTE 110	Ja	
HS062	WESTERMEERDIJK 110	Ja	
HS063	WESTERMEERDIJK 110	Ja	
HS064	WESTERMEERDIJK 110	Ja	
HS065	WINSUM RANUM 110	Ja	
HS066	ZEYERVEEN 110	Ja	

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS067	GRONINGEN HUNZE 110	Ja	
HS068	GRONINGEN HUNZE 110	Ja	
HS069	GRONINGEN HUNZE 110	Ja	
HS070	KROPSWOLDE 110	Ja	
HS071	KROPSWOLDE 110	Ja	
HS072	MEEDEN 110	Ja	
HS073	ALBLASSERDAM 150	Ja	
HS074	ANNA PAULOWNA 150	Ja	
HS075	EINDHOVEN NOORD 150	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS076	GEERTRUIDENBERG 150	Ja	
HS078	HELMOND OOST 150	Ja	
HS079	HELMOND OOST 150	Ja	
HS080	HEMWEG 150	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS081	HEMWEG 150	Ja	
HS082	KUBBETOCHT 150	Ja	
HS084	LELYSTAD 150	Ja	
HS086	MAARHEEZE 150	Ja	
HS087	MAASBRACHT 150	Ja	
HS088	MARKERKANT 150	Ja	
HS093	OMMOORD 150	Ja	
HS094	OTERLEEK 150	Ja	
HS096	ROTTERDAM WAALHAVEN 150	Ja	
HS097	TEERSDIJK 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	
HS119	DELFIJL WEIWERD 110	Ja	
HS120	DELFIJL WEIWERD 110	Ja	
HS122	GOES DE POEL 150	Ja	
HS123	OUDE HASKE	Ja	
HS125	MIDDELHARNIS 150	Ja	
HS127	MIDDENMEER 150	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS134	GEERVLIT NOORDDIJK 150	Ja	
HS135	EUROPOORT 150	Ja	
HS137	MEEDEN 110	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS138	KROPSWOLDE 110	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS141	ZEEWOLDE 150	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS170	ROTTERDAM WAALHAVEN	Ja	
HS181	VIJFHUIZEN	Ja	
HS?	MEEDEN 110	Nee	Geen meetdata beschikbaar

Bijlage G: Overzicht metingen extra hoogspanningsnet

Tabel G.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters EHS, 2021

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerder)	21
- waarvan met eigen meter	12
- waarvan met meer dan één meter	1
- waarvan met gedeelde meter	9
Totaal aantal meters meetsysteem	16
- waarvan niet operationeel	-
Totaal aantal meters jaarrapport	16
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	1



Figuur G.1: Grafisch overzicht meetlocaties EHS, 2021⁷

⁷ Merk op: doordat zich op sommige meetlocaties meerdere meters bevinden is het totaal aantal bolletjes lager dan in de tabellen.

Tabel G.2: Overzicht individuele metingen EHS, 2021

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
EHS001	BORSSELE 380	Ja	
EHS003	DIEMEN 380	Ja	
EHS005	EEMSHAVEN OUDE SCHIP 380	Ja	
EHS006	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	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
EHS020	EEMSHAVEN OUDE SCHIP 380	Ja	
EHS022	ROBBENPLAAT 220	Ja	
EHS024	BERGUM 220	Ja	
EHS025	EEMSHAVEN 220	Ja	

Colofon

Project	Achtergronddocument - Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2021
Projectnummer	PQM 2022
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Krado B.V.
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Hans Wolse
Auteur	Jayson de Bruin, Tom Bogaert
Kenmerk	KR-2022-03001 / Versie 1.0
Datum	15 april 2022
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Laurens Baas Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl