

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2022

Versie: 1.0

Kenmerk: KR-2023-03001

Datum: 17 april 2023

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

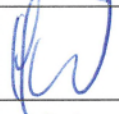


Autorisatieblad

Achtergronddocument

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2022

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden aan leden werkgroep Spanningskwaliteit	22-03-2022
1.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking reacties	17-04-2023

	Naam	Paraaf
Opgesteld door:	Jayson de Bruin & Peter Grijpma	
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 (midden- en hoogspanningsnet)	11
3.2.2 Middenspanningsnet	12
3.2.3 (Extra) hoogspanningsnet	12
4. Toetsingsmethodiek	13
4.1 Langzame spanningsvariatie	13
4.2 Snelle spanningsvariatie	15
4.3 Spanningsasymmetrie	16
4.4 Harmonische vervorming	16
4.5 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	26
Bijlagen	28
Bijlage A: Overzicht meetlocaties laagspanningsnet	29
Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet	37
Bijlage C: Overzicht meetlocaties middenspanningsdips	45
Bijlage D: Overzicht meetlocaties hoogspanningsnet 50-66 kV	52
Bijlage E: Overzicht meetlocaties hoogspanningsnet Net op Zee 66 kV	54
Bijlage F: Overzicht meetlocaties hoogspanningsnet 110-150 kV	56
Bijlage G: Overzicht meetlocaties extra hoogspanningsnet	60
Colofon	62

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 door middel van wetten en regels, waaronder spanningskwaliteitscriteria. Controle op de 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 2022. Deze zijn gehanteerd voor het jaarrapport.

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

Tabel 1.1: Samenstelling werkgroep Spanningskwaliteit

Organisatie	Vertegenwoordiger
Coteq Netbeheer	Gerard Geist
Enexis	Sharmistha Bhattacharyya, Rick Poulussen
Liander	Jeroen van Tongeren
Rendo	Marcel Hazenberg
Stedin	Ernst Wierenga, Ramon Bené
TenneT	Johan Janssen (voorzitter), Frans van Erp, Jeroen van Waes
Westland Infra	Ricardo Giovetty
NBNL/Krabo	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 de 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 spanningsafwijking ten opzichte van de nominale spanning, in zowel positieve als negatieve richting.

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. In hoogspanningsnetten bewaakt en controleert de bedrijfsvoering de spanning, bijvoorbeeld door het inzetten van condensatoren en spoelen. De installatie van aangesloten 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 spanningsvariatiën kunnen veroorzaakt worden door het veelvuldig in- en uitschakelen van grote, lokale belastingen of door belastingen met een repeterend karakter zoals lasapparatuur, liften, kopieermachines en röntgenapparatuur.

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

2.3 Spanningsasymmetrie

We spreken over asymmetrie wanneer in een driefasen systeem de effectieve waarden van de fasespanningen en/of de fasehoeken niet aan elkaar gelijk oftewel in onbalans zijn. Door asymmetrie kunnen apparaten verstoord en in uitzonderlijke gevallen beschadigd raken. Een ander belangrijk gevolg van asymmetrie is de opwarming van motoren, generatoren en kabels. Deze opwarming heeft energieverliezen tot gevolg, maar resulteert ook in 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 nulpuntransformator voor verbetering zorgen. In hoogspanningsnetten kan de netbeheerder maatregelen nemen door het net symmetrischer te maken.

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 vervorming, 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 vervorming 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 vervorming 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 2022 en zijn gehanteerd voor het jaarrapport.

3.1 Continue verschijnselen

3.1.1 Introductie

De Netcode bevat voorwaarden voor de netbeheerders 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 het 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 doorafkeuring voorkomen dat een overschrijding van een continu 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 overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. Un plus of min 10% voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende 1 week;
 - 2°. Un plus 10% of min 15% voor alle over 10 minuten gemiddelde waarden.
- b. De **snelle spanningsvariatie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:
 - 1°. kleiner dan of gelijk aan 10% Un;
 - 2°. kleiner dan of gelijk aan 3% Un in situatie zonder uitval van productie, grote verbruikers of verbindingen;
 - 3°. PLT is kleiner dan of gelijk 1 gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week;
 - 4°. PLT is kleiner dan of gelijk 5 voor alle over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een week.
- c. De **asymmetrie** is op het overdrachtpunt van de aansluiting als volgt begrensd:

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

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

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

1°. De relatieve spanning per harmonische is kleiner dan het in de 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 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 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, 2022

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 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 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, 2022

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 overdrachtpunt 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 overdrachtpunt 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 overdrachtpunt 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 overdrachtpunt 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 overdrachtpunt 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 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 op www.UwSpanningskwaliteit.nl. In het jaarrapport vindt geen toetsing op de bovenstaande 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, 2022

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 (midden- en hoogspanningsnet)

Er wordt gerapporteerd over drie categorieën 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 voor spanningsdips uit de Netcode verschillen 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 doorgifte van spanningsdips uit het hoogspanningsnet naar het middenspanningsnet. Echter, de voorwaarden betreffen wel altijd het gemiddelde van de in de voorgaande vijf aaneengesloten kalenderjaren opgetreden spanningsdips (5-jaargemiddelde) per aansluiting. Aanvullend hierop stelt de Netcode: *Indien er geen meetgegevens over tenminste vijf volledige jaren beschikbaar zijn, wordt het gemiddelde genomen over een zo groot mogelijk aantal wel 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 en met 200 milliseconden en een restspanning kleiner dan 40% (klasse B1);

2°.4 voor spanningsdips met een duur groter dan 200 tot en met 500 milliseconden en een restspanning kleiner dan 70%

(klasse B2);

3°.4 voor spanningsdips met een duur groter dan 500 tot en met 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 en met 200 milliseconden en een restspanning kleiner dan 40% (klasse B1);

2°.1,2 voor spanningsdips met een duur groter dan 200 tot en met 500 milliseconden en een restspanning kleiner dan 70%

(klasse B2);

3°.0,4 voor spanningsdips met een duur groter dan 500 tot en met 5.000 milliseconden en een restspanning kleiner dan 80%

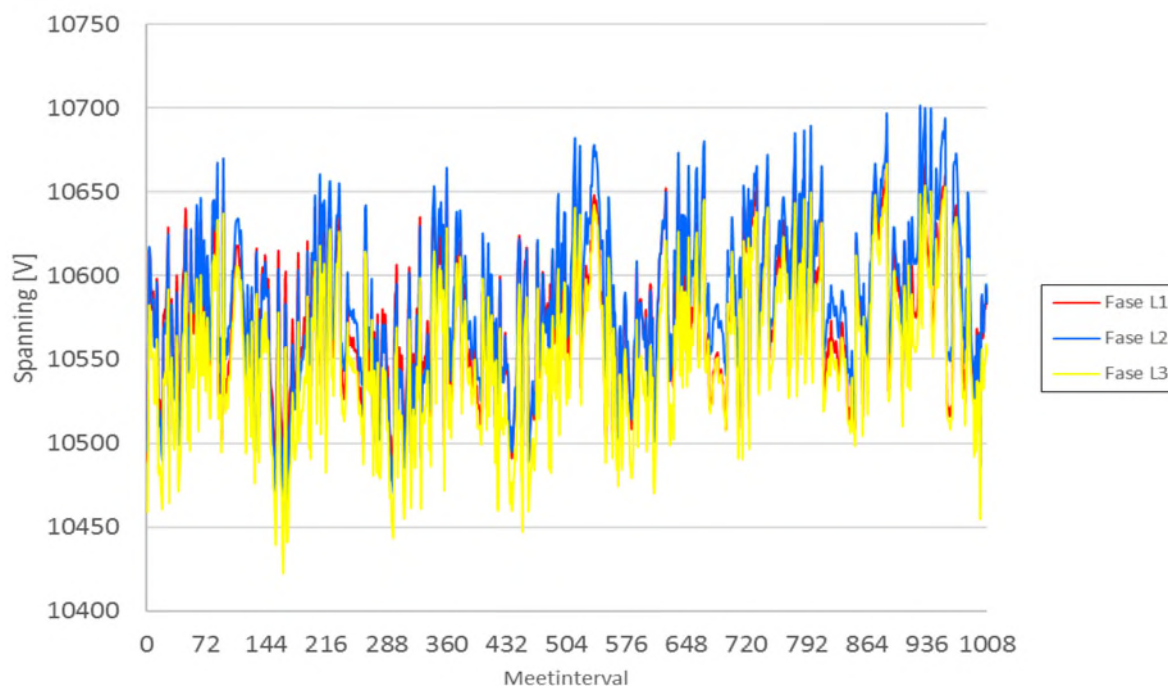
(klasse C).

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 in dit rapport zijn van toepassing op het jaarrapport over 2022.

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

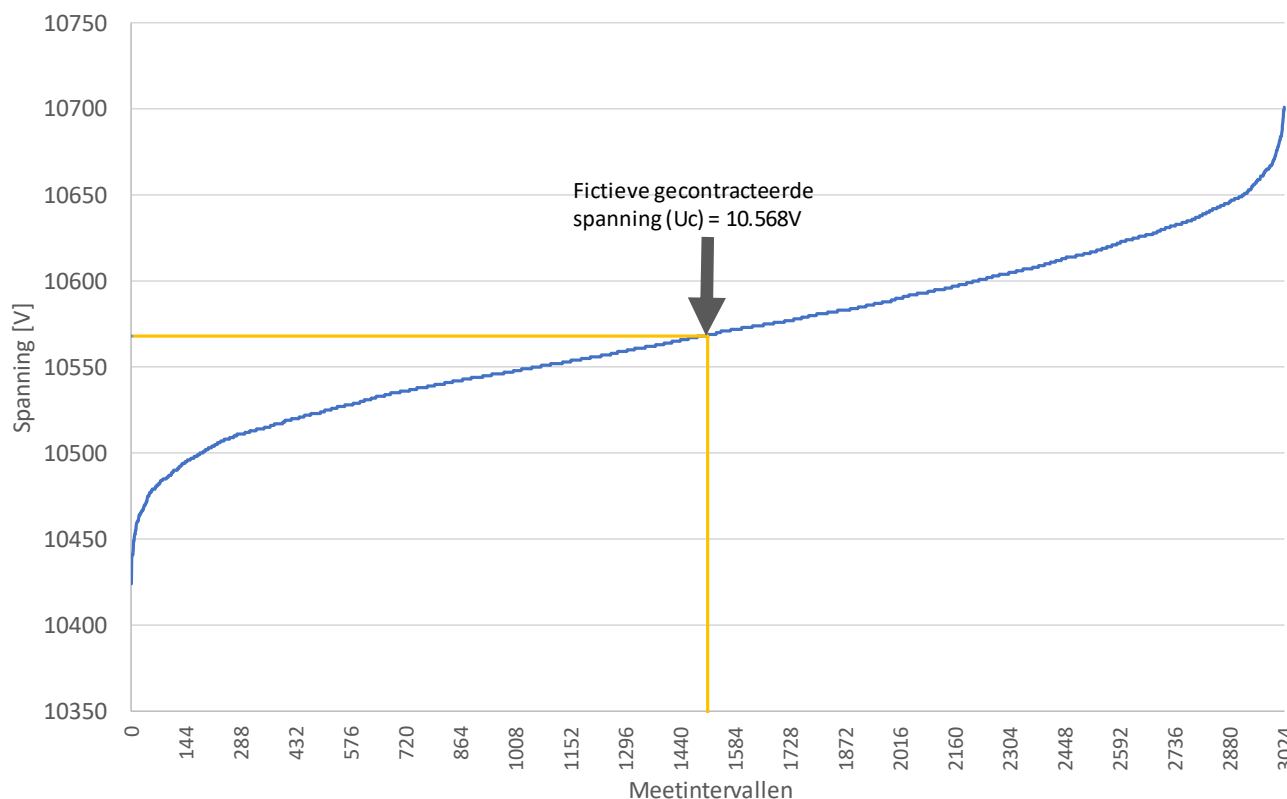
Bij MS- en HS-metingen tot en met 66 kV dient de 'gecontracteerde spanning' (U_c) vastgesteld te worden. Deze spanning heeft betrekking op het contractueel afgesproken niveau van de geleverde spanning op de betreffende klantaansluiting. In de praktijk blijkt het spanningsniveau in de genoemde netten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

Binnen het PQM-project wordt daarom als alternatief de U_c per meting bepaald 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 EHS-netten uitgaat van de volgende nominale spanningen: 110 kV, 150 kV, 220 kV en 380 kV.



Figuur 4.2: Vaststellen fictieve gecontracteerde spanning (U_c)

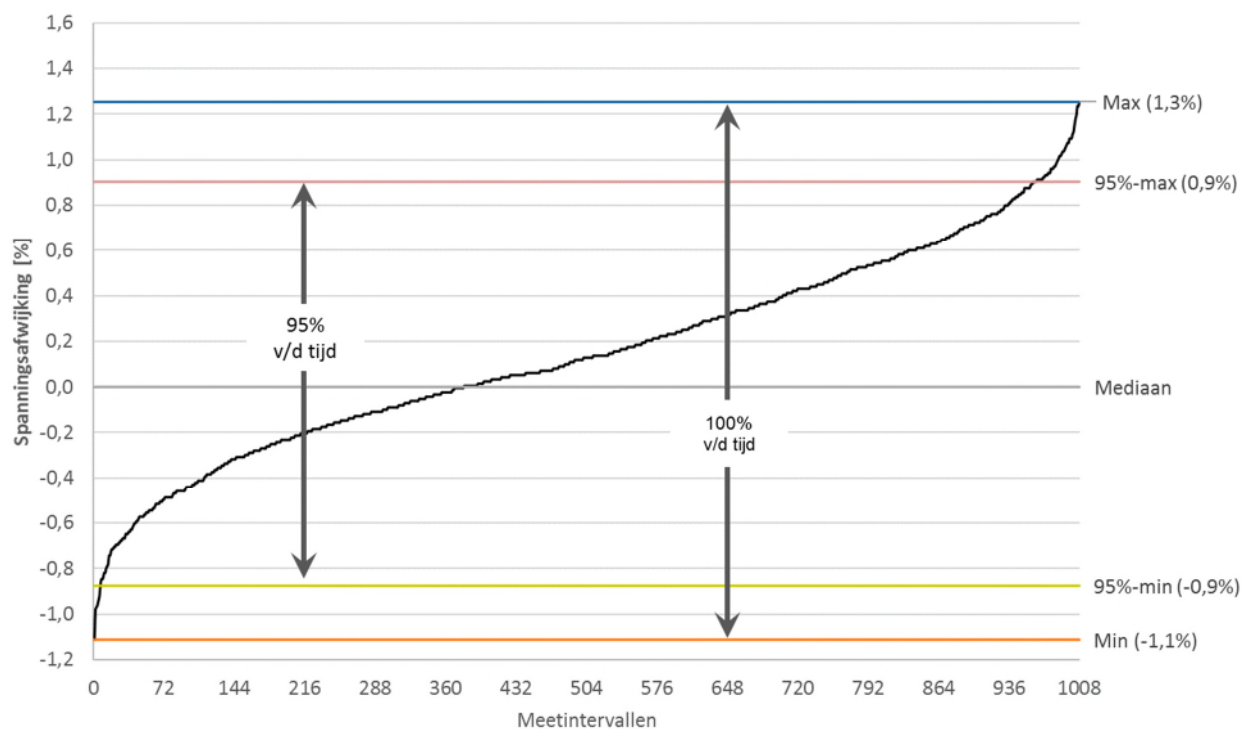
Als U_c bekend is, kunnen de toetswaarden worden bepaald. In het geval van langzame spanningsvariatie gaat het hierbij om de procentuele afwijkingen. Er moet bekeken worden of deze afwijkingen aan de eerder genoemde voorwaarden voldoen.

Er worden twee soorten afwijkingen onderscheiden:

- Maximale afwijking: de afwijking van het hoogst gemeten spanningsniveau ten opzichte van U_c .
- Minimale afwijking: 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 maximale toetswaarde 1,3%, en de minimale toetswaarde -1,1% bedraagt. Hiermee wordt ruimschoots aan de eerder genoemde voorwaarden voldaan. Ook de 95%-waarden voldoen ruimschoots.

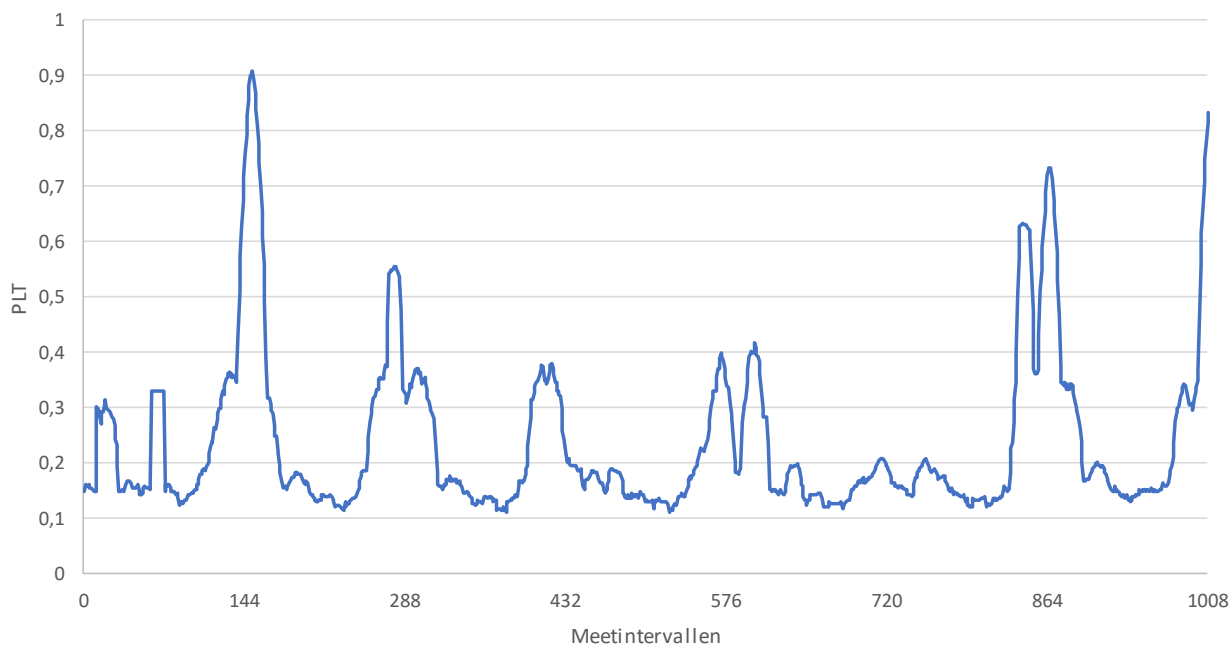
² Voor het '380kV-net' wordt daarom uitgegaan van $U_n=380\text{kV}$, zoals gedefinieerd in IEC 60038. Deze waarde wijkt af van de waarde voor de referentiespanning (400 kV) die in de Verordening (EU) 2016/631 (NC RfG) wordt voorgeschreven voor grote elektriciteitsproductie-eenheden.



Figuur 4.3: Vaststellen toetswaarden langzame spanningsvariatie

4.2 Snelle spanningsvariatie

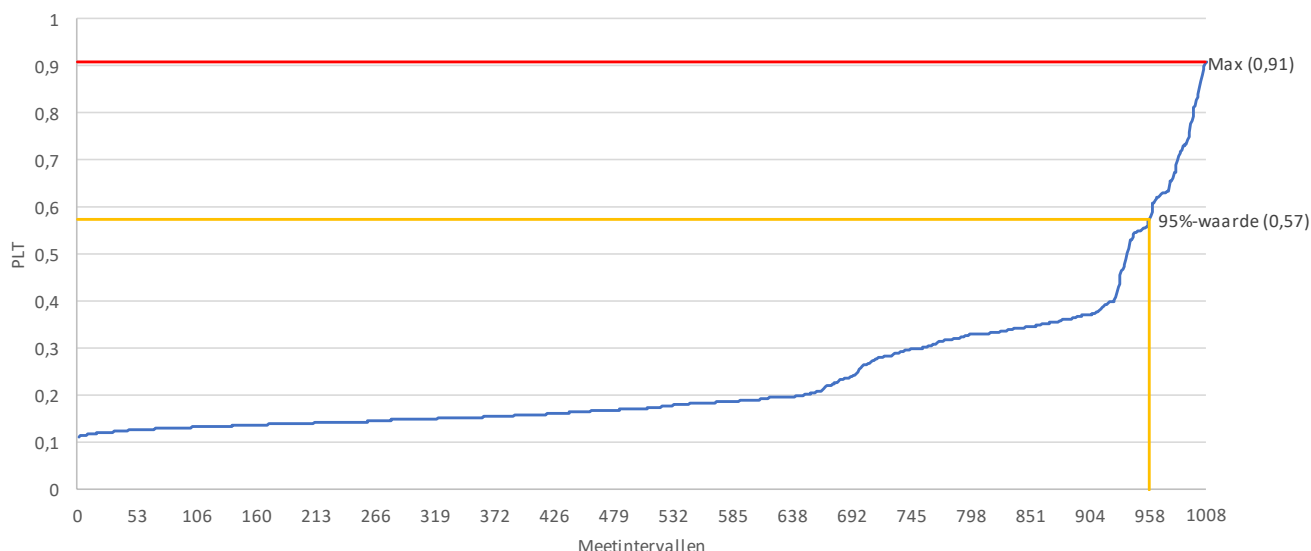
In *figuur 4.4* is een lijndiagram van één van de fasen weergegeven van een willekeurig gekozen spanningsmeting.



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. Dat houdt 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 dat de maximale PLT-waarde

niet meer dan 5 mag bedragen. In het voorbeeld is de maximale waarde gelijk aan 0,91. Zowel de maximale als de 95%-waarde voldoen in dit voorbeeld dus aan de gestelde voorwaarden.



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

4.3 Spanningsasymmetrie

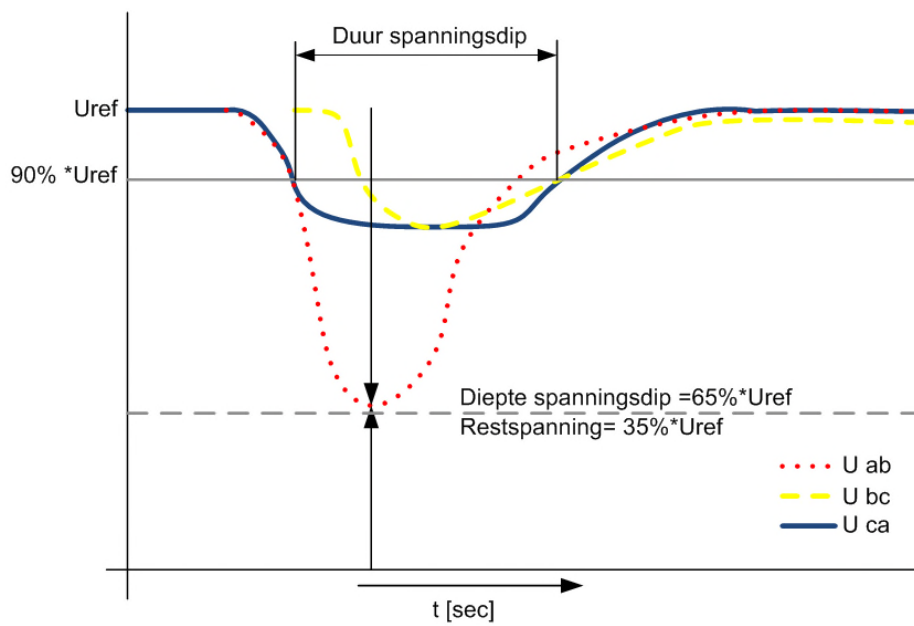
Toetsing van de meetdata met betrekking tot het verschijnsel spanningsasymmetrie geschiedt op dezelfde wijze als bij snelle spanningsvariatie (zie voorgaande paragraaf) en wordt daarom niet nader toegelicht.

4.4 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 dat één van de 1.008 meetintervallen boven de vermelde grenswaarde uit mag komen.

4.5 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 één van de fasen. De duur is de tijd die verstrijkt vanaf het tijdstip dat de spanning van één of meerdere fasen onder de 90%-waarde komt, tot het tijdstip dat de spanning van alle drie de fasen weer boven 90% van de referentie spanning komt. Voor dipdetectie wordt een schuivende referentie (sliding reference) gebruikt, zie paragraaf 5.4.4 in NEN-EN-IEC 61000-4-30. De referentiespanning is dus geen vooraf afgesproken waarde zoals U_n of U_c . 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 (EAN-register). De steekproeftrekking wordt representatief en aselekt uitgevoerd. Dit betekent 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 postcodegebieden is rekening gehouden met de aansluitingsdichtheid door het gebruik 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 gepaste 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 of 200 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 of 200 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 dat deze kalibratie jaarlijks door een gecertificeerde instantie wordt uitgevoerd. Tevens is het van belang dat de meter is voorzien van de meest recente versie van de firmware, alsook 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 de 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. Sinds 2022 is het aantal locaties uitgebreid naar 220, omdat blijkt dat sommige meters soms langere tijd niet registreren. 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 aangeslotenen. 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 de specificatie van de 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 het aantal 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.

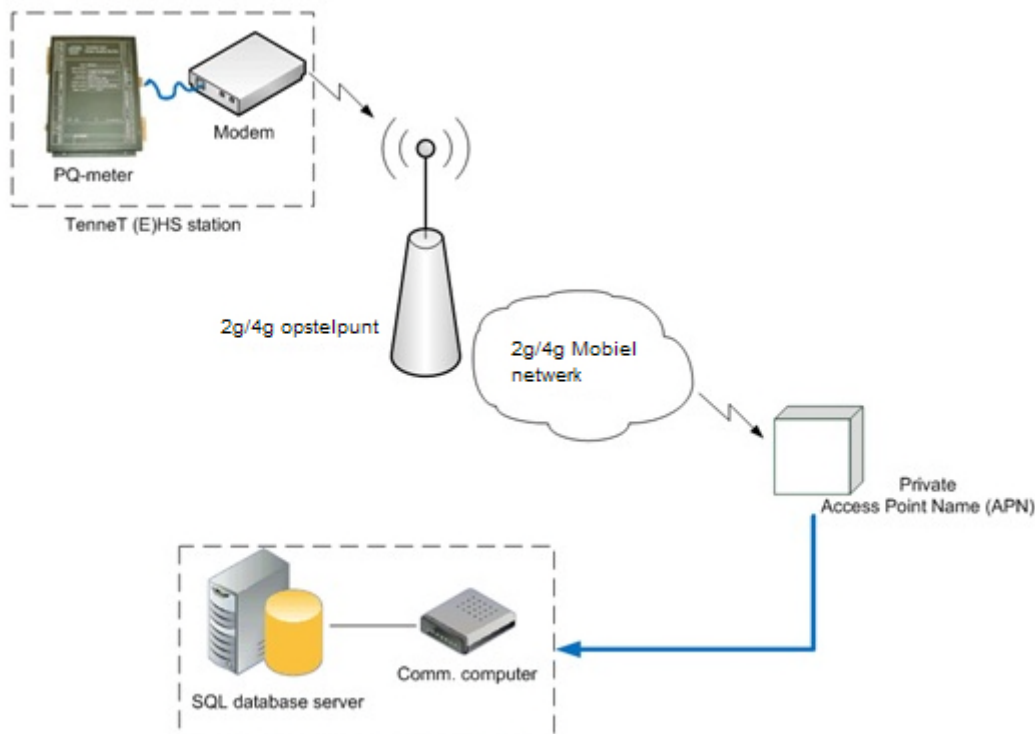
Bij het verschijnsel spanningsdips wordt alleen over meters met een beschikbaarheid van meer dan 50% gerapporteerd. Een meter is beschikbaar wanneer deze op de juiste wijze functioneert en meetwaarden registreert. Het maakt hierbij niet uit of de meter spanningen gemeten heeft van een veld dat tijdelijk niet operationeel is (geaard veld, bijvoorbeeld voor onderhoud).

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.

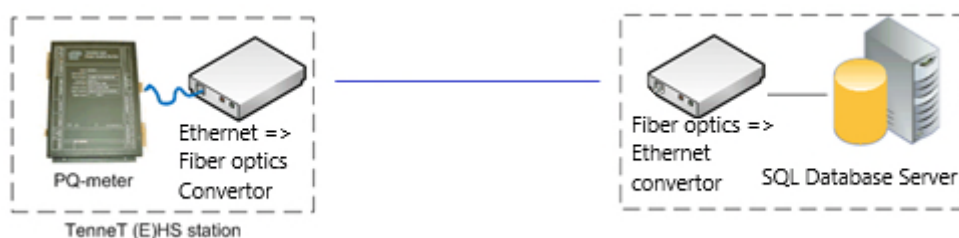
Figuur 5.1a en b tonen een schematisch overzicht van het HS- en het EHS-meetsysteem, waarbij drie onderdelen zijn te onderscheiden: de meeteenheden, de communicatieapparatuur en een database waarin de data wordt opgeslagen. Nieuwere aansluitingen zullen voornamelijk volgens figuur 5.1b aangesloten worden, terwijl oudere meetlocaties

voornamelijk nog volgens figuur 5.1a zijn aangesloten. Een transitietraject is ingezet om (nagenoeg) alle meetlocaties conform figuur 5.1b aan te sluiten. Dit om de beschikbaarheid te verhogen en het systeem toekomstbestendig te maken.

Om onpartijdigheid bij het analyseren en het 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 modem

Door omstandigheden kan het voorkomen dat de meetdata niet valide is en afgekeurd wordt. Bijvoorbeeld vanwege toepassing van flagging (zie ook paragraaf 3.1), een meetfout of het wegvallen van bedrijfsspanningen als gevolg van storingen of onderhoud. Wanneer er sprake is van een meetfout kan het voorkomen dat de data van slechts één of een deel van de verschijnselen wordt afgekeurd en dat die van de andere spanningsverschijnselen wel wordt meegenomen.

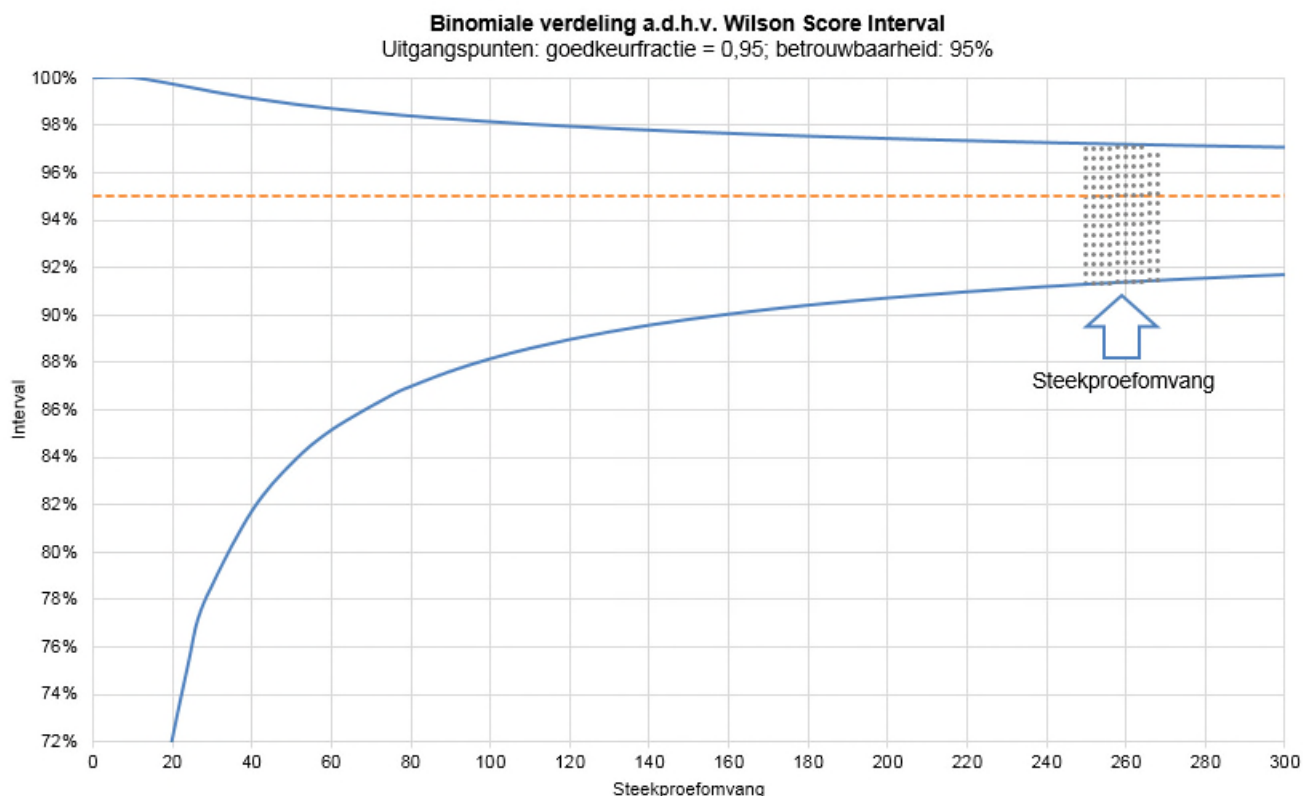
5.2 Rapportage

5.2.1 Landelijke uitspraak

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

Om deze uitspraak te bepalen wordt in het LS- en MS-net aan de hand van de meetresultaten een Wilson Score Interval gegenereerd, waarbij wordt uitgegaan van een binomiale verdeling. Het interval heeft betrekking op het percentage aangesloten en 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 (on)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. De relatie tussen de steekproefomvang en de nauwkeurigheid is grafisch weergegeven in figuur 5.3. 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 het EHS-net geldt het principe dat alle klantaansluitingen bemeten worden en hoeft er 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 ervoor 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 eigenschappen en kengetallen van een reeks waarnemingen:

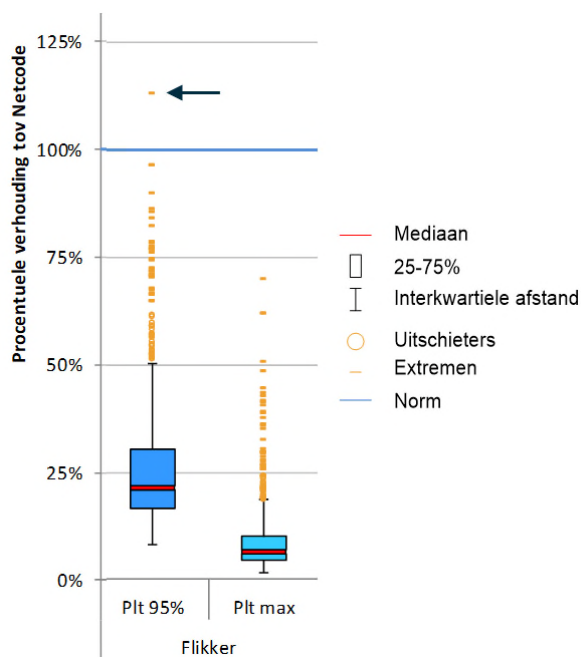
- Bereik van de middelste 50% van de waarnemingen;
- Bereik van alle waarnemingen;
- De middelste waarneming (mediaan);
- De minimale en maximale waarnemingen;
- Scheefheid van de verdeling;
- De aanwezigheid van uitschieters of extremen³.

Bij een box-plot worden de waarden gesorteerd van klein naar groot. De middelste 50% van de waarden, ook wel bekend als de interkwartiele afstand, wordt weergegeven middels een 'box' (25%-75%). Het streepje in de box geeft de mediaan aan, ook wel bekend als centrummaat. De mediaan wordt in de statistiek veel gebruikt voor trendanalyses. De mediaan vertegenwoordigt de middelste meetwaarde van de meetpopulatie. Opgemerkt wordt dat een mediaan niet hetzelfde is als een gemiddelde. De 'poten' van de box betreffen de laagste en hoogste 25% van de waarden, maar mogen per conventie niet langer zijn dan 1,5 keer de hoogte van de box. 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. Dat wil

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.

zeggen dat de geldende norm overeenkomt met de blauwe 100%-lijn op de Y-as. Meetwaarden die boven deze lijn uitkomen 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 het maximum criterium zijn geen overschrijdingen zichtbaar, gegeven dat de hoogste meetwaarde hier ruim 25% onder de norm ligt.



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 categorieën B1, B2 en C vormen samen 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 zelf eenvoudig 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 bepalen van het aantal opgetreden spanningsdips worden spanningsdips die binnen één minuut op één locatie zijn geregistreerd als één spanningsdip beschouwd. Hierbij wordt alleen de meest ernstige spanningsdip binnen die minuut op die betreffende locatie meegeteld in de rapportage. Dit wordt zo gedaan omdat alle spanningsdips binnen één minuut op één locatie als één event worden beschouwd.

Tabel 5.1: Categorisatie van spanningsdips

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 de rapportage van hinderlijke dips inzicht gegeven in de verdeling naar de oorzaken zoals genoemd in paragraaf 3.2.

Daarnaast wordt er gerapporteerd over gebeurtenissen. Een gebeurtenis is de oorzaak van een spanningsdip die op één of meerdere locaties geregistreerd kan worden. Het aantal geregistreerde spanningsdips ligt daardoor doorgaans hoger dan het aantal gebeurtenissen. Geregistreerde spanningsdips worden beschouwd als dezelfde gebeurtenis, wanneer zij binnen één minuut van elkaar plaatsvinden.

In het rapport wordt gerapporteerd over alle meters die voldoende beschikbaar zijn geweest. Daarbij wordt in de tabel gerapporteerd over het totale aantal gebeurtenissen, het totale aantal registraties van een hinderlijk spanningsdip en het gemiddelde aantal registraties per meter. Bijvoorbeeld: "Er zijn twee gebeurtenissen geweest, die bij de diverse meters tot in totaal 18 registraties van een hinderlijke spanningsdip hebben geleid. Gegeven dat 87 meters aan de beschikbaarheidsvoorwaarden voldeden, komt dit neer op een gemiddelde van 0,21 dips per meter."

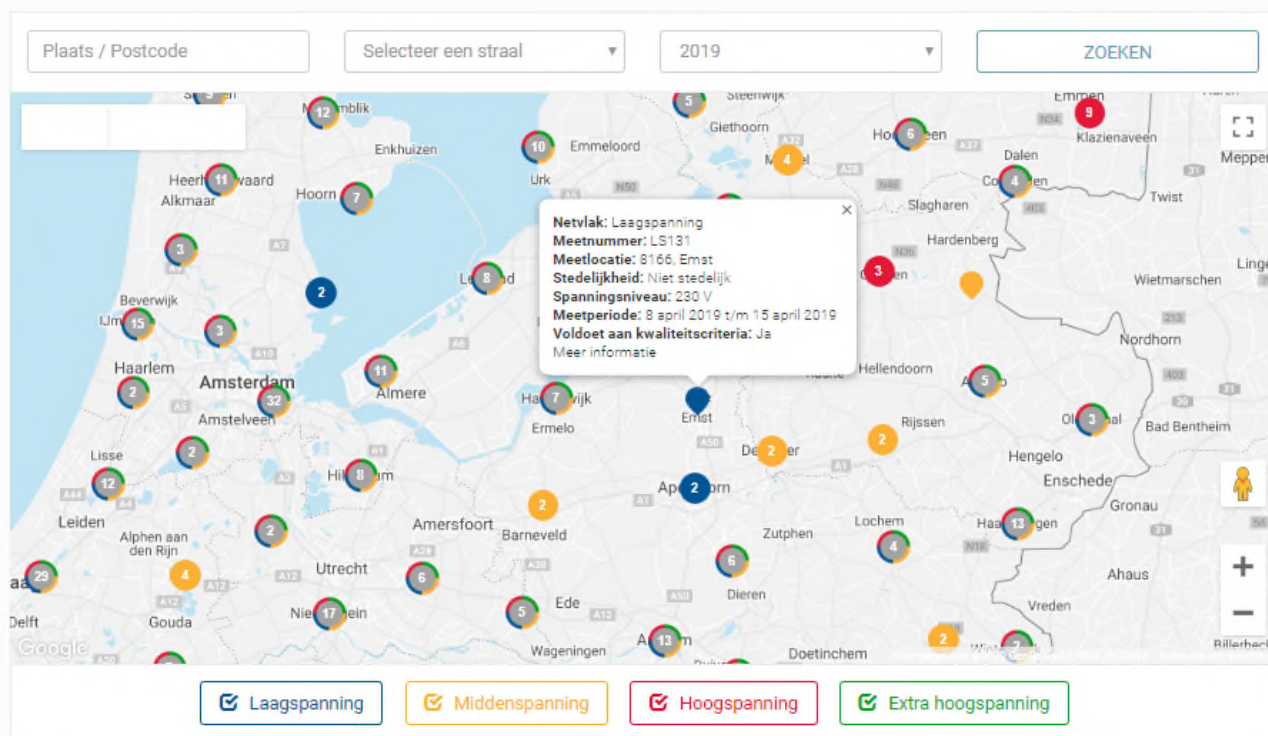
Om inzicht te geven in de oorzaken van spanningsdips wordt bij de rapportage van de hinderlijke dips de verdeling naar de oorzaken gepresenteerd zoals genoemd in paragraaf 3.2. De oorzaken worden door de netbeheerders zelf bepaald en aan het ondersteunende bureau gecommuniceerd.

Zoals eerder beschreven worden de HS- en EHS-meters en de 220 MS-meters voor spanningsdips op afstand uitgelezen en wordt de data in een centrale database geplaatst. Elk jaar wordt een jaarrapportage opgesteld van alle meters van de aangeslotenen, waarin per categorie het totale aantal dips en het gemiddelde aantal dips per meetlocatie over het afgelopen jaar (in dit geval 2022) worden weergegeven. 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 kwartaalupdates vinden in principe binnen een maand na het verlopen van een kwartaal plaats. De resultaten over kwartaal 1 (januari tot en met maart) zijn dus in april beschikbaar, et cetera. 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 website 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 website ook nadere achtergrondinformatie zoals een brochure over spanningskwaliteit en een 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 van 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 Elektriciteitswet 1998 wordt de Netcode uitgebracht. Deze nationale standaard bepaalt dat de kwaliteit van de geleverde transportdienst moet voldoen aan de eisen uit de NEN-EN 50160.
2002	Er verschijnt een nieuwe versie van de Netcode die in sommige gevallen een wijziging en veelal aanscherping bevat van de kwaliteitscriteria uit de NEN-EN 50160.
2003	In opdracht van het ministerie van Economische Zaken wordt binnen het programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO) een meetsysteem ontworpen dat de spanningskwaliteit in het hoogspanningsnet continu bewaakt.
2004	Het continue meetsysteem wordt bij twintig aselect getrokken HS meetlocaties geïnstalleerd en is vanaf eind 2004 volledig operationeel. Met het continue meetsysteem worden in Nederland voor het eerst structureel spanningsdips geregistreerd. De landelijke netbeheerder beheert dit meetsysteem. Ook draagt zij zelf zorg voor het opstellen van de jaarlijkse rapportage.
2005	In opdracht van het ministerie van Economische Zaken wordt binnen het programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO) een verbeterde rapportagevorm voor de PQM-resultaten ontwikkeld en toegepast.
2008	De steekproeftrekking voor de LS- en MS-metingen wordt gebaseerd op EAN-codes in plaats van postcodes met als doel een betere afspiegeling te krijgen van de 'gemiddelde klantaansluiting'. Daarnaast maken de netbeheerders 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 meetlocaties in het 50-66 kV-net is uitgebreid van 4 naar 22.
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	Er 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-metingen wordt als klasse A meetinstrument de Fluke 435 geselecteerd. Deze meter wordt uit de handel genomen. De werkgroep is daarom gestart met de selectie van een alternatief. Op basis van een aantal testen is de PQ-Box 150-200 geselecteerd. Deze meter mag vanaf 2022 in het project gebruikt worden.
2022	Het aantal meetlocaties voor MS-spanningsdips is uitgebreid van 200 naar 220. De werkgroep heeft besloten ook een tweede meetinstrument te testen als vervanger voor de Fluke 435, namelijk de Fluke 1773-1777. Deze meter heeft in 2022 diverse testen succesvol doorlopen en mag vanaf 2023 in het project gebruikt worden. 2023 is het laatste jaar dat de Fluke 435 ingezet mag worden.

Bijlagen

Bijlage A: Overzicht meetlocaties laagspanningsnet

Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet

Bijlage C: Overzicht meetlocaties 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 meetlocaties laagspanningsnet

Tabel A.1: Samenvatting metingen LS, 2022

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
- waarvan niet (correct) gemeten	8
Totaal aantal metingen jaarrapport	262
- waarvan in verkeerde maand gestart	10



Figuur A.1: Grafisch overzicht meetlocaties LS, 2022

Tabel A.2: Overzicht individuele weekmetingen LS, 2022

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS001	GOOR	juni	Ja	Nee	Uitgevoerd in juli
LS002	OLDENZAAL	oktober	Ja	Ja	
LS003	GOES	maart	Ja	Ja	
LS004	NIEUWVLIELT	april	Ja	Ja	
LS005	GOES	april	Ja	Ja	
LS006	KWADENDAMME	juni	Ja	Ja	
LS007	ZIERIKZEE	oktober	Ja	Ja	
LS008	MIDDELBURG	november	Ja	Ja	
LS009	IJZENDIJKE	november	Ja	Ja	
LS010	ASSEN	januari	Ja	Ja	
LS011	EINDHOVEN	januari	Ja	Ja	
LS012	VALTHERMOND	januari	Ja	Ja	
LS013	GRONINGEN	januari	Ja	Ja	
LS014	VEGHEL	januari	Ja	Ja	
LS015	NIJVERDAL	januari	Ja	Ja	
LS016	HEERLEN	januari	Ja	Ja	
LS017	URMOND	januari	Ja	Ja	
LS018	HORST	februari	Ja	Ja	
LS019	HENGEL O V	februari	Ja	Ja	
LS020	CHAAM	februari	Ja	Ja	
LS021	WINSCHOTEN	februari	Ja	Ja	
LS022	DINTELOORD	februari	Ja	Ja	
LS023	ZWOLLE	februari	Ja	Ja	
LS024	DALMSHOLTE	februari	Nee	N.v.t.	Afgekeurd
LS025	EINDHOVEN	maart	Ja	Ja	
LS026	GRONINGEN	maart	Ja	Ja	
LS027	EINDHOVEN	maart	Ja	Ja	
LS028	GRAVE	maart	Ja	Ja	
LS029	KERKRADE	maart	Ja	Ja	
LS030	HOENSBROEK	maart	Nee	N.v.t.	Afgekeurd
LS031	GRONINGEN	maart	Ja	Ja	
LS032	HOLTEN	maart	Nee	N.v.t.	Afgekeurd
LS033	EINDHOVEN	april	Ja	Ja	
LS034	MAASTRICHT	april	Ja	Ja	
LS035	STEIN LB	april	Ja	Ja	
LS036	KERKRADE	april	Ja	Ja	
LS037	MAASTRICHT	april	Ja	Ja	
LS038	ZWOLLE	april	Ja	Ja	
LS039	ERP	april	Ja	Ja	
LS040	VALKENBURG LB	mei	Ja	Ja	
LS041	TUBBERGEN	mei	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS042	TJUCHEM	mei	Ja	Ja	
LS043	RUINEN	mei	Ja	Ja	
LS044	YSSELSTEYN LB	mei	Ja	Ja	
LS045	WILDERVANK	mei	Ja	Ja	
LS046	STAPHORST	mei	Ja	Nee	Uitgevoerd in juni
LS047	LEDEACKER	mei	Ja	Ja	
LS048	DEURNE	juni	Ja	Ja	
LS049	HEESCH	juni	Ja	Ja	
LS050	GRONINGEN	juni	Ja	Ja	
LS051	'S-HERTOGENBOSCH	juni	Ja	Ja	
LS052	UDENHOUT	juni	Ja	Ja	
LS053	GRAVE	juni	Ja	Ja	
LS054	MADE	juni	Ja	Ja	
LS055	SCHIJNDEL	juli	Ja	Ja	
LS056	GRONINGEN	juli	Ja	Ja	
LS057	EINDHOVEN	juli	Ja	Ja	
LS058	STADSKANAAL	juli	Ja	Ja	
LS059	BEST	juli	Ja	Ja	
LS060	EYGELSHOVEN	juli	Ja	Ja	
LS061	HAREN GN	juli	Ja	Ja	
LS062	HEEZE	augustus	Ja	Ja	
LS063	EINDHOVEN	augustus	Ja	Ja	
LS064	HOOGEZAND	augustus	Ja	Ja	
LS065	HENGEL O V	augustus	Ja	Ja	
LS066	RIJEN	augustus	Ja	Ja	
LS067	GELDROP	augustus	Ja	Ja	
LS068	MILL	augustus	Ja	Ja	
LS069	HEETEN	augustus	Ja	Ja	
LS070	DEVENTER	augustus	Ja	Nee	Uitgevoerd in november
LS071	BREDA	september	Ja	Ja	
LS072	BREDA	september	Ja	Ja	
LS073	ASTEN	september	Ja	Nee	Uitgevoerd in november
LS074	ROSSUM OV	september	Ja	Ja	
LS075	GELEEN	september	Ja	Ja	
LS076	BREDA	september	Ja	Ja	
LS077	DALFSEN	september	Ja	Ja	
LS078	GEMERT	oktober	Ja	Ja	
LS079	HELMOND	oktober	Ja	Ja	
LS080	HENGEL O V	oktober	Ja	Ja	
LS081	ZEVENBERGEN	oktober	Ja	Ja	
LS082	BREDA	oktober	Ja	Ja	
LS083	DEN HAM OV	oktober	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS084	VRIES	oktober	Ja	Ja	
LS085	HILVARENBEEK	oktober	Ja	Ja	
LS086	KERKRADE	oktober	Ja	Ja	
LS087	GRONINGEN	november	Ja	Ja	
LS088	EINDHOVEN	november	Ja	Ja	
LS089	MAARHEEZE	november	Ja	Ja	
LS090	OUDE PEKELA	november	Ja	Ja	
LS091	VENLO	november	Ja	Ja	
LS092	ANDEL	november	Ja	Ja	
LS093	TILBURG	november	Ja	Ja	
LS094	TILBURG	november	Ja	Ja	
LS095	UDEN	december	Ja	Ja	
LS096	ASSEN	december	Ja	Ja	
LS097	TIENRAY	december	Nee	N.v.t.	Afgekeurd
LS098	VELDHOVEN	december	Ja	Ja	
LS099	SAPPEMEER	december	Ja	Ja	
LS100	HELDEN	december	Nee	N.v.t.	Afgekeurd
LS101	SINT-OEDENRODE	december	Ja	Ja	
LS102	MONNICKENDAM	januari	Ja	Ja	
LS103	HIPPOLYTUSHOEF	januari	Ja	Ja	
LS104	TER AAR	januari	Ja	Ja	
LS105	VOORHOUT	januari	Ja	Ja	
LS106	SCHAGERBRUG	januari	Ja	Ja	
LS107	WAPENVELD	januari	Ja	Ja	
LS108	DIEMEN	januari	Ja	Ja	
LS109	HILVERSUM	februari	Ja	Ja	
LS110	AMSTERDAM	februari	Ja	Ja	
LS111	LUNTEREN	februari	Ja	Ja	
LS112	ALKMAAR	februari	Ja	Ja	
LS113	AMSTERDAM	februari	Ja	Ja	
LS114	ALKMAAR	februari	Ja	Ja	
LS115	DOKKUM	februari	Ja	Ja	
LS116	IJMUIDEN	februari	Ja	Ja	
LS117	BRUMMEN	februari	Ja	Ja	
LS118	ARNHEM	maart	Ja	Ja	
LS119	AMSTERDAM	maart	Ja	Ja	
LS120	BOSKOOP	maart	Ja	Ja	
LS121	DOORWERTH	maart	Ja	Ja	
LS122	ALMERE	maart	Ja	Ja	
LS123	PURMEREND	maart	Ja	Ja	
LS124	ALKMAAR	maart	Ja	Nee	Uitgevoerd in april
LS125	NEDERHORST DEN BERG	maart	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS126	NIJMEGEN	april	Ja	Ja	
LS127	TEUGE	april	Ja	Ja	
LS128	DIDAM	april	Ja	Ja	
LS129	VEENENDAAL	april	Ja	Ja	
LS130	APELDOORN	april	Ja	Ja	
LS131	UITHOORN	april	Ja	Ja	
LS132	APELDOORN	april	Ja	Ja	
LS133	SINT NICOLAASGA	mei	Ja	Ja	
LS134	KATWIJK ZH	mei	Ja	Ja	
LS135	ALMERE	mei	Ja	Ja	
LS136	PURMEREND	mei	Ja	Ja	
LS137	AMSTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS138	HEEMSKERK	mei	Ja	Nee	Uitgevoerd in april
LS139	LELYSTAD	mei	Ja	Ja	
LS140	AMSTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS141	MINNERTSGA	juni	Nee	Ja	Afgekeurd
LS142	UGCHELEN	juni	Ja	Ja	
LS143	HILVERSUM	juni	Ja	Ja	
LS144	ALMERE	juni	Ja	Ja	
LS145	HILLEGOM	juni	Ja	Ja	
LS146	OPPERDOES	juni	Ja	Ja	
LS147	LEIDEN	juni	Ja	Ja	
LS148	NUNSPEET	juni	Ja	Ja	
LS149	HEEMSKERK	juli	Ja	Ja	
LS150	LEEWARDEN	juli	Ja	Ja	
LS151	VOLENDAM	juli	Nee	N.v.t.	Afgekeurd
LS152	BEVERWIJK	juli	Ja	Ja	
LS153	ALKMAAR	juli	Ja	Ja	
LS154	KOOG AAN DE ZAAAN	juli	Ja	Ja	
LS155	BEUNINGEN GLD	juli	Ja	Ja	
LS156	ALPHEN AAN DEN RIJN	juli	Ja	Ja	
LS157	DEN HELDER	juli	Ja	Ja	
LS158	AMSTERDAM	augustus	Ja	Nee	Uitgevoerd in september
LS159	MEDEMBLIK	augustus	Ja	Ja	
LS160	ALMERE	augustus	Ja	Ja	
LS161	ARNHEM	augustus	Ja	Ja	
LS162	HOORN NH	augustus	Ja	Ja	
LS163	OOSTHUIZEN	augustus	Ja	Ja	
LS164	DOESBURG	augustus	Ja	Ja	
LS165	VELSERBROEK	augustus	Ja	Ja	
LS166	TERHERNE	augustus	Ja	Ja	
LS167	LEEWARDEN	augustus	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS168	AMSTERDAM	september	Ja	Ja	
LS169	WASSENAAR	september	Ja	Ja	
LS170	AMSTERDAM	september	Ja	Ja	
LS171	LELYSTAD	september	Ja	Ja	
LS172	HILVERSUM	september	Ja	Ja	
LS173	VOORHOUT	september	Ja	Ja	
LS174	ZEVENHUIZEN ZH	september	Ja	Ja	
LS175	OOSTERWOLDE FR	oktober	Ja	Ja	
LS176	REDUZUM	oktober	Ja	Ja	
LS177	ALKMAAR	oktober	Ja	Nee	Uitgevoerd in november
LS178	ZUTPHEN	oktober	Ja	Ja	
LS179	HUISSEN	oktober	Ja	Ja	
LS180	GENDT	oktober	Ja	Ja	
LS181	ARNHEM	oktober	Ja	Ja	
LS182	AMSTERDAM	oktober	Ja	Ja	
LS183	AMSTELVEEN	oktober	Ja	Ja	
LS184	VOLENDAM	november	Ja	Ja	
LS185	SNEEK	november	Ja	Ja	
LS186	SCHAGEN	november	Ja	Ja	
LS187	EMMELOORD	november	Ja	Ja	
LS188	'T HARDE	november	Ja	Ja	
LS189	WITMARSUM	november	Ja	Ja	
LS190	SNEEK	november	Ja	Ja	
LS191	KOOG AAN DE ZAAAN	november	Ja	Ja	
LS192	BITGUMMOLE	december	Ja	Ja	
LS193	BEUSICHEM	december	Ja	Ja	
LS194	VOORSCHOTEN	december	Ja	Ja	
LS195	BEUNINGEN GLD	december	Ja	Ja	
LS196	WEST-GRAFTDIJK	december	Ja	Ja	
LS197	ASSEDELFT	december	Ja	Ja	
LS198	WASSENAAR	december	Ja	Ja	
LS199	WAGENINGEN	december	Ja	Ja	
LS200	ZWAMMERDAM	december	Ja	Ja	
LS201	Zuidveen	maart	Ja	Ja	
LS202	LEUSDEN	januari	Ja	Ja	
LS203	AMERSFOORT	januari	Ja	Ja	
LS204	CAPELLE AAN DEN IJSSEL	januari	Ja	Ja	
LS205	BERGAMBACHT	januari	Ja	Ja	
LS206	ROTTERDAM	januari	Ja	Ja	
LS207	BUNSCHOTEN- SPAKENBURG	januari	Ja	Ja	
LS208	PIJNACKER	februari	Ja	Ja	
LS209	ROTTERDAM	februari	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS210	UTRECHT	februari	Ja	Ja	
LS211	HOOGVLIET ROTTERDAM	februari	Ja	Ja	
LS212	AMERSFOORT	februari	Ja	Ja	
LS213	'S-GRAVENHAGE	maart	Ja	Ja	
LS214	ROTTERDAM	maart	Ja	Ja	
LS215	ROTTERDAM	maart	Ja	Ja	
LS216	SOEST	maart	Ja	Ja	
LS217	CAPELLE AAN DEN IJSSEL	maart	Ja	Ja	
LS218	UTRECHT	maart	Ja	Ja	
LS219	AMERSFOORT	april	Ja	Ja	
LS220	DORDRECHT	april	Ja	Ja	
LS221	'S-GRAVENHAGE	april	Ja	Ja	
LS222	'S-GRAVENHAGE	april	Ja	Ja	
LS223	HELLEVOETSLUIS	april	Ja	Ja	
LS224	MAARSEN	mei	Ja	Ja	
LS225	HARMELEN	mei	Ja	Ja	
LS226	NIEUWEGEIN	mei	Ja	Ja	
LS227	LEIDSCHENDAM	mei	Ja	Ja	
LS228	ROTTERDAM	mei	Ja	Ja	
LS229	BARENDRECHT	juni	Ja	Ja	
LS230	'S-GRAVENHAGE	juni	Ja	Ja	
LS231	HOOGVLIET ROTTERDAM	juni	Ja	Ja	
LS232	BARENDRECHT	juni	Ja	Ja	
LS233	'S-GRAVENHAGE	juli	Ja	Ja	
LS234	UTRECHT	juli	Ja	Ja	
LS235	NIEUWERKERK AD IJSSEL	juli	Ja	Ja	
LS236	ROTTERDAM	juli	Ja	Ja	
LS237	PIJNACKER	juli	Ja	Ja	
LS238	'S-GRAVENHAGE	juli	Ja	Nee	Uitgevoerd in augustus
LS239	HEEMSTEDE	juli	Ja	Ja	
LS240	OUDERKERK AAN DEN IJSSEL	augustus	Ja	Ja	
LS241	'S-GRAVENHAGE	augustus	Ja	Ja	
LS242	'S-GRAVENHAGE	augustus	Ja	Ja	
LS243	ZEIST	augustus	Ja	Ja	
LS244	DORDRECHT	augustus	Ja	Nee	Uitgevoerd in september
LS245	DE MEERN	augustus	Ja	Ja	
LS246	ZOETERMEER	september	Ja	Ja	
LS247	VINKEVEEN	september	Ja	Ja	
LS248	AMERSFOORT	september	Ja	Ja	
LS249	ROTTERDAM	september	Ja	Ja	
LS250	ZOETERMEER	september	Ja	Ja	
LS251	SPIJKENISSE	september	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
LS252	UTRECHT	oktober	Ja	Ja	
LS253	CAPELLE AAN DEN IJSSEL	oktober	Ja	Ja	
LS254	UTRECHT	oktober	Ja	Ja	
LS255	GOUDA	oktober	Ja	Ja	
LS256	DELFT	oktober	Ja	Ja	
LS257	NOOTDORP	oktober	Ja	Ja	
LS258	ROTTERDAM	oktober	Ja	Ja	
LS259	UTRECHT	november	Ja	Ja	
LS260	'S-GRAVENHAGE	november	Ja	Ja	
LS261	SCHIEDAM	november	Ja	Ja	
LS262	UTRECHT	november	Ja	Ja	
LS263	MAARSSSEN	november	Ja	Ja	
LS264	ROTTERDAM	december	Ja	Ja	
LS265	NOOTDORP	december	Ja	Ja	
LS266	RIJSWIJK ZH	december	Ja	Ja	
LS267	BLEISWIJK	december	Ja	Ja	
LS268	VOORBURG	december	Ja	Ja	
LS269	NAALDWIJK	april	Ja	Ja	
LS270	DELFT	mei	Nee	N.v.t.	Geen meetdata ontvangen

Bijlage B: Overzicht meetlocaties middenspanningsnet

Tabel B.1: Samenvatting metingen MS, 2022

Categorie	Aantal weekmetingen
Totale steekproef	270
- waarvan niet (correct) gemeten	2
Totaal aantal metingen jaarrapport	268
- waarvan in verkeerde maand gestart	3



Figuur B.1: Grafisch overzicht meetlocaties MS, 2022

Tabel B.2: Overzicht individuele weekmetingen MS, 2022

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS001	ALMELO	april	Ja	Ja	
MS002	OLDENZAAL	december	Ja	Ja	
MS003	THOLEN	maart	Ja	Ja	
MS004	MIDDELBURG	april	Ja	Ja	
MS005	TERHOLE	juli	Ja	Ja	
MS006	VLISSINGEN	juli	Ja	Ja	
MS007	GOES	september	Ja	Ja	
MS008	TERNEUZEN	oktober	Ja	Ja	
MS009	'S-HEER ARENSKERKE	december	Ja	Ja	
MS010	VELDHOVEN	januari	Ja	Ja	
MS011	OEFFELT	januari	Ja	Ja	
MS012	ROOSENDAAL	januari	Ja	Ja	
MS013	EINDHOVEN	januari	Ja	Ja	
MS014	OOTMARSUM	januari	Ja	Ja	
MS015	DELFIJL	januari	Ja	Ja	
MS016	ZWOLLE	januari	Ja	Ja	
MS017	BORNE	januari	Ja	Ja	
MS018	NUTH	januari	Ja	Ja	
MS019	ECHT	januari	Ja	Ja	
MS020	BREDA	februari	Ja	Ja	
MS021	VENLO	februari	Ja	Ja	
MS022	VENRAY	februari	Ja	Ja	
MS023	BERGHEM	februari	Ja	Ja	
MS024	ULVENHOUT	februari	Ja	Ja	
MS025	BERGEIJK	februari	Ja	Ja	
MS026	LITHOIJEN	februari	Ja	Ja	
MS027	OSS	februari	Ja	Ja	
MS028	HENGEL OV	maart	Ja	Ja	
MS029	DONGEN	maart	Ja	Ja	
MS030	WAALWIJK	maart	Ja	Ja	
MS031	NIEUW HEETEN	maart	Ja	Ja	
MS032	DWINGELOO	maart	Ja	Ja	
MS033	TIENRAY	maart	Ja	Ja	
MS034	VENLO	maart	Ja	Ja	
MS035	MAASTRICHT	maart	Ja	Ja	
MS036	MAASTRICHT	maart	Ja	Ja	
MS037	TEGELEN	april	Ja	Ja	
MS038	OPENDE	april	Ja	Ja	
MS039	GELDROP	april	Ja	Ja	
MS040	EINDHOVEN	april	Ja	Ja	
MS041	EINDHOVEN	april	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS042	DEVENTER	april	Ja	Ja	
MS043	PESSE	april	Ja	Ja	
MS044	LOTTUM	april	Ja	Ja	
MS045	SCHIPHOL	april	Nee	N.v.t.	Geen meetdata ontvangen
MS046	TILBURG	mei	Ja	Ja	
MS047	MAASBREE	mei	Ja	Ja	
MS048	LANDGRAAF	mei	Ja	Ja	
MS049	GRONINGEN	mei	Ja	Ja	
MS050	EINDHOVEN	mei	Ja	Ja	
MS051	ENSCHDEDE	mei	Ja	Ja	
MS052	BOVENSMILDE	mei	Ja	Ja	
MS053	VENLO	mei	Nee	N.v.t.	Afgekeurd
MS054	HEERLEN	juni	Ja	Ja	
MS055	SCHIJNDEL	juni	Ja	Ja	
MS056	BERGEN OP ZOOM	juni	Ja	Ja	
MS057	TILBURG	juni	Ja	Ja	
MS058	DINTELOORD	juni	Ja	Ja	
MS059	RIJSSEN	juni	Ja	Ja	
MS060	2E EXLOERMOND	juni	Ja	Ja	
MS061	STADSKANAAL	juni	Ja	Ja	
MS062	KOEKANGE	juni	Ja	Ja	
MS063	WESSEM	juni	Ja	Nee	Uitgevoerd in oktober
MS064	REUVER	juli	Ja	Ja	
MS065	BEST	juli	Ja	Ja	
MS066	BREDA	juli	Ja	Ja	
MS067	HELMOND	juli	Ja	Ja	
MS068	EMMER-COMPASCUUM	juli	Ja	Ja	
MS069	DELLEN	juli	Ja	Ja	
MS070	NIEUWLANDE	juli	Ja	Ja	
MS071	ERICA	augustus	Ja	Ja	
MS072	HORNHUIZEN	augustus	Ja	Ja	
MS073	RIJSWIJK NB	augustus	Ja	Ja	
MS074	BIEST-HOUTAKKER	augustus	Ja	Ja	
MS075	HAREN GN	augustus	Ja	Ja	
MS076	OMMEN	augustus	Ja	Ja	
MS077	MIDDELAAR	augustus	Ja	Ja	
MS078	GELEEN	augustus	Ja	Ja	
MS079	HELMOND	september	Ja	Ja	
MS080	GRONINGEN	september	Ja	Ja	
MS081	ASSEN	september	Ja	Ja	
MS082	HAAKSBERGEN	september	Ja	Ja	
MS083	ZWARTSLUIS	september	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS084	KERKRADE	september	Ja	Ja	
MS085	YSSELSTEYN LB	september	Ja	Ja	
MS086	VENRAY	september	Ja	Ja	
MS087	OOST WEST EN MIDDELBEERS	oktober	Ja	Ja	
MS088	OSS	oktober	Ja	Ja	
MS089	'S-HERTOGENBOSCH	oktober	Ja	Ja	
MS090	LANDGRAAF	oktober	Ja	Ja	
MS091	VENRAY	oktober	Ja	Ja	
MS092	ROERMOND	oktober	Ja	Ja	
MS093	SON EN BREUGEL	oktober	Ja	Ja	
MS094	AMBT DELDEN	november	Ja	Ja	
MS095	BREDA	november	Ja	Ja	
MS096	STEENWIJK	november	Ja	Ja	
MS097	TILBURG	november	Ja	Ja	
MS098	EINDHOVEN	november	Ja	Ja	
MS099	BOXMEER	november	Ja	Ja	
MS100	NIJVERDAL	november	Ja	Ja	
MS101	NEDERWEERT	november	Ja	Ja	
MS102	SEVENUM	november	Ja	Ja	
MS103	MUNTENDAM	december	Ja	Ja	
MS104	ZWOLLE	december	Ja	Ja	
MS105	MEPPEL	december	Ja	Ja	
MS106	ROSMALEN	december	Ja	Ja	
MS107	VEENDAM	december	Ja	Ja	
MS108	GRONINGEN	december	Ja	Ja	
MS109	VRIEZENVEEN	december	Ja	Ja	
MS110	ITTERVOORT	december	Ja	Ja	
MS111	EPE	januari	Ja	Ja	
MS112	TERHERNE	januari	Ja	Ja	
MS113	HOOFDORP	januari	Ja	Ja	
MS114	CULEMBORG	januari	Ja	Ja	
MS115	BEEK-UBBERGEN	januari	Ja	Ja	
MS116	MAKKUM FR	januari	Ja	Ja	
MS117	KATWIJK ZH	januari	Ja	Ja	
MS118	NIJMEGEN	februari	Ja	Ja	
MS119	KATWIJK ZH	februari	Ja	Ja	
MS120	HAZERSWOUDE-DORP	februari	Ja	Ja	
MS121	BENEDEN-LEEUVEN	februari	Ja	Ja	
MS122	MONNICKENDAM	februari	Ja	Ja	
MS123	NOORDWIJK ZH	februari	Ja	Ja	
MS124	BAKHUIZEN	februari	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS125	NIJMEGEN	februari	Ja	Ja	
MS126	ZUIDSCHERMER	februari	Ja	Ja	
MS127	VORDEN	maart	Ja	Ja	
MS128	BARCHEM	maart	Ja	Ja	
MS129	BARNEVELD	maart	Ja	Ja	
MS130	TIEL	maart	Ja	Ja	
MS131	DRUTEN	maart	Ja	Ja	
MS132	NIJKERK GLD	maart	Ja	Ja	
MS133	HAARLEM	maart	Ja	Ja	
MS134	NIJMEGEN	maart	Ja	Ja	
MS135	BARNEVELD	maart	Ja	Ja	
MS136	ENGWIERUM	april	Ja	Ja	
MS137	AMSTERDAM ZUIDOOST	april	Ja	Ja	
MS138	AMSTERDAM	april	Ja	Ja	
MS139	NIEUWKOOP	april	Ja	Ja	
MS140	ALMERE	april	Ja	Ja	
MS141	VOORTHUIZEN	april	Ja	Ja	
MS142	ENS	april	Ja	Ja	
MS143	EGMOND AAN DEN HOEF	april	Ja	Ja	
MS144	TIEL	mei	Ja	Ja	
MS145	OEGSTGEEST	mei	Ja	Ja	
MS146	ZWAAG	mei	Ja	Ja	
MS147	AMSTELVEEN	mei	Ja	Ja	
MS148	'T HARDE	mei	Ja	Ja	
MS149	AMSTERDAM	mei	Ja	Ja	
MS150	OUDE MEER	mei	Ja	Ja	
MS151	TIEL	mei	Ja	Ja	
MS152	GEESTEREN GLD	mei	Ja	Ja	
MS153	ALMERE	juni	Ja	Ja	
MS154	HINDELOOPEN	juni	Ja	Ja	
MS155	HENGELO GLD	juni	Ja	Ja	
MS156	BLARICUM	juni	Ja	Ja	
MS157	NIJMEGEN	juni	Ja	Ja	
MS158	DOETINCHEM	juni	Ja	Ja	
MS159	KOUDUM	juni	Ja	Ja	
MS160	ALPHEN AAN DEN RIJN	juni	Ja	Ja	
MS161	HEERDE	juli	Ja	Ja	
MS162	AMSTERDAM ZUIDOOST	juli	Ja	Ja	
MS163	AMSTERDAM	juli	Ja	Ja	
MS164	AMSTERDAM	juli	Ja	Ja	
MS165	AMSTELVEEN	juli	Ja	Ja	
MS166	HEMRIK	juli	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS167	ALMERE	augustus	Ja	Ja	
MS168	AMSTERDAM	augustus	Ja	Ja	
MS169	EDE GLD	augustus	Ja	Ja	
MS170	AMSTERDAM	augustus	Ja	Ja	
MS171	AMSTERDAM	augustus	Ja	Ja	
MS172	EWIJK	augustus	Ja	Ja	
MS173	HILVERSUM	augustus	Ja	Ja	
MS174	GROOTEBROEK	september	Ja	Ja	
MS175	HEERENVEEN	september	Ja	Ja	
MS176	PURMEREND	september	Ja	Ja	
MS177	AALSMEER	september	Ja	Ja	
MS178	ZWAAG	september	Ja	Ja	
MS179	SCHIERMONNIKOOG	september	Ja	Ja	
MS180	AMSTELVEEN	september	Ja	Ja	
MS181	SEXBIERUM	september	Ja	Ja	
MS182	IJLST	september	Ja	Ja	
MS183	ZUTPHEN	oktober	Ja	Ja	
MS184	HOORN NH	oktober	Ja	Ja	
MS185	SNEEK	oktober	Ja	Ja	
MS186	ARNHEM	oktober	Ja	Ja	
MS187	BADHOEVEDORP	oktober	Ja	Ja	
MS188	AMSTERDAM	oktober	Ja	Ja	
MS189	BEVERWIJK	oktober	Ja	Ja	
MS190	HAARLEM	oktober	Ja	Ja	
MS191	AMSTERDAM	oktober	Ja	Ja	
MS192	NIJMEGEN	november	Ja	Ja	
MS193	ALMERE	november	Ja	Ja	
MS194	BERLTSUM	november	Ja	Ja	
MS195	VELSERBROEK	november	Ja	Ja	
MS196	HARICH	november	Ja	Ja	
MS197	ZAANDAM	november	Ja	Ja	
MS198	EDE GLD	november	Ja	Ja	
MS199	TERBORG	november	Ja	Ja	
MS200	BRUMMEN	november	Ja	Ja	
MS201	HEERENVEEN	december	Ja	Ja	
MS202	DE KOOG	december	Ja	Ja	
MS203	AMSTELVEEN	december	Ja	Ja	
MS204	AMSTERDAM	december	Ja	Ja	
MS205	NIJMEGEN	december	Ja	Ja	
MS206	VOORHOUT	december	Ja	Ja	
MS207	TIEL	december	Ja	Ja	
MS208	EDE GLD	december	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS209	HOOGVEEN	april	Ja	Ja	
MS210	AMERSFOORT	januari	Ja	Ja	
MS211	ALBLASSERDAM	januari	Ja	Ja	
MS212	GORINCHEM	januari	Ja	Ja	
MS213	OOSTVOORNE	januari	Ja	Ja	
MS214	BERGSCHENHOEK	januari	Ja	Ja	
MS215	WOERDEN	februari	Ja	Ja	
MS216	GOEDEREDE	februari	Ja	Ja	
MS217	AMERSFOORT	februari	Ja	Nee	Uitgevoerd in maart
MS218	'S-GRAVENHAGE	maart	Ja	Ja	
MS219	HENDRIK IDO AMBACHT	maart	Ja	Ja	
MS220	SOEST	maart	Ja	Ja	
MS221	MAARSBERGEN	maart	Ja	Ja	
MS222	GOUDA	maart	Ja	Ja	
MS223	ALBLASSERDAM	april	Ja	Ja	
MS224	LEIDSCHEM	april	Ja	Ja	
MS225	WADDINXVEEN	april	Ja	Ja	
MS226	EUROPOORT ROTTERDAM	april	Ja	Ja	
MS227	UTRECHT	mei	Ja	Ja	
MS228	DELFGAUW	mei	Ja	Ja	
MS229	'S-GRAVENHAGE	mei	Ja	Ja	
MS230	VEENENDAAL	mei	Ja	Ja	
MS231	BOTLEK ROTTERDAM	mei	Ja	Ja	
MS232	VLAARDINGEN	juni	Ja	Ja	
MS233	ROTTERDAM	juni	Ja	Ja	
MS234	BERGSCHENHOEK	juni	Ja	Ja	
MS235	DORDRECHT	juni	Ja	Ja	
MS236	BENSCHOP	juli	Ja	Ja	
MS237	'S-GRAVENHAGE	juli	Ja	Ja	
MS238	ROTTERDAM	juli	Ja	Ja	
MS239	ZEIST	juli	Ja	Ja	
MS240	RIJSWIJK ZH	juli	Ja	Ja	
MS241	PIJNACKER	augustus	Ja	Ja	
MS242	KRIMPEN AAN DEN IJSSEL	augustus	Ja	Ja	
MS243	NUMANSDORP	augustus	Ja	Ja	
MS244	RIJSWIJK ZH	augustus	Ja	Ja	
MS245	AMERSFOORT	augustus	Ja	Ja	
MS246	MAASDAM	augustus	Ja	Ja	
MS247	'S-GRAVENHAGE	september	Ja	Ja	
MS248	REEUWIJK	september	Ja	Ja	
MS249	UTRECHT	september	Ja	Ja	
MS250	CAPELLE AAN DEN IJSSEL	september	Ja	Ja	

Meting	Plaatsnaam	Getrokken startmaand	Onderdeel jaarrapport	Juiste startmaand	Eventuele toelichting
MS251	AMERSFOORT	oktober	Ja	Ja	
MS252	MAARSBERGEN	oktober	Ja	Ja	
MS253	ABCOUDE	oktober	Ja	Ja	
MS254	RIDDERKERK	oktober	Ja	Ja	
MS255	'S-GRAVENHAGE	oktober	Ja	Ja	
MS256	OOSTVOORNE	oktober	Ja	Ja	
MS257	RIJSWIJK ZH	november	Ja	Ja	
MS258	PIJNACKER	november	Ja	Ja	
MS259	AMERSFOORT	november	Ja	Ja	
MS260	LEIDSCHENDAM	november	Ja	Ja	
MS261	ROTTERDAM	november	Ja	Ja	
MS262	HOUTEN	november	Ja	Ja	
MS263	MIDDELHARNIS	december	Ja	Ja	
MS264	DIRKSLAND	december	Ja	Ja	
MS265	DELFT	december	Ja	Ja	
MS266	NOOTDORP	december	Ja	Ja	
MS267	LEIDSCHENDAM	december	Ja	Ja	
MS268	GOUDA	december	Ja	Ja	
MS269	'S-GRAVENZANDE	maart	Ja	Nee	Uitgevoerd in januari
MS270	WATERINGEN	september	Ja	Ja	

Bijlage C: Overzicht meetlocaties middenspanningsdips

Tabel C.1: Overzicht meters spanningsdips MS, 2022

Categorie	Aantal
Totaal aantal meters meetsysteem	220
waarvan niet operationeel	4
- Totaal aantal meters jaarrapport	216



Figuur C.1: Grafisch overzicht diplocaties MS, 2022

Tabel C.2: Overzicht MS diplocaties, 2022

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 HOOFFDORP	10	Ja	
MD040	OS IJPOLDER	10	Ja	
MD041	OS KARPERWEG	10	Ja	
MD042	OS LISSE	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MD043	OS MARNIXSTRAAT	10	Ja	
MD044	OS NIEUWKOOP	10	Ja	
MD045	OS OOSTERBEEK	10	Ja	
MD046	OS OUDORP	10	Ja	
MD047	OS RIJKSUNIVERSITEIT LEIDEN	10	Ja	
MD048	OS RIJNSBURG	10	Ja	
MD049	OS SLOTERMEER	10	Ja	
MD050	OS VliegEBOS	10	Ja	
MD051	OS WERVERSHOOF	10	Ja	
MD052	OS WESTZAANSTRAAT	10	Ja	
MD053	OS ZAANDIJK	10	Ja	
MD054	OS 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 ANNA POLDER (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	ENSCHDEDE 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	
MD083	HORST	10	Ja	
MD084	KAMPEN	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
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	Ja	
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	Ja	
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	Nee	Meter over 2022 niet beschikbaar
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 HEEMSTEDE	10	Ja	
MD120	AMERSFOORT 2 10 KV	10	Ja	
MD121	AMERSFOORT 3 10 KV	10	Ja	
MD122	ANNA VAN BUERENSTRAAT 10 KV	10	Ja	
MD123	ARKEL 13 KV	13	Ja	
MD124	BERKEL 2 10 KV	10	Ja	
MD125	BLEISWIJK 1 10 KV	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
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	Nee	Meter over 2022 niet beschikbaar
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 2022 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	
MD165	SCHIEDAM NOORD 10 KV	10	Ja	
MD166	SOEST 2 10 KV	10	Ja	
MD167	SOEST DE ZOOM 10 KV	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
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	WAAIERSLUIS 10 KV	10	Ja	
MD186	WALBURG 13 KV	13	Ja	
MD187	WIJK BIJ DUURSTEDEN 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	
MD201	OS HARSELAAR	10	Ja	
MD202	OS UITGEEST	10	Ja	
MD203	OS ALKMAAR	10	Ja	
MD204	OS AMSTELVEEN BOLWERK	10	Ja	
MD205	OS MIDDENMEER	20	Ja	
MD206	OS AMSTELVEEN	10	Ja	
MD207	OS RHIJNSPOOR	10	Ja	
MD208	MOERDIJK	10	Ja	
MD209	EINDHOVEN WEST	10	Ja	

Meting	Station	Spannings niveau [kV]	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
MD210	UDEN	10	Ja	
MD211	RAALTE	10	Ja	
MD212	MAARHEEZE	10	Ja	
MD213	SCHOONBRON	10	Nee	Meter over 2022 niet beschikbaar
MD214	VOORBURG 25 KV	25	Ja	
MD215	BERKEL 3 10 KV	10	Ja	
MD216	BREUKELEN 10 KV	10	Ja	
MD217	LOPIK 10 KV	10	Ja	
MD218	GORINCHEM 13 KV	13	Ja	
MD219	KLAASWAAL 13 KV	13	Ja	
MD220	LEERDAM 13 KV	13	Ja	

Bijlage D: Overzicht meetlocaties hoogspanningsnet 50-66 kV

Tabel D.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS 50-66 kV, 2022

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerders)	22
Totaal aantal meters meetsysteem	22
- waarvan niet operationeel	2
Totaal aantal meters jaarrapport	20
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	-



Figuur D.1: Grafisch overzicht meetlocaties HS 50-66 kV, 2022⁴

⁴ N.B.: 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, 2022

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS003	BOSCHPOORT	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS008	ARNHEM	Ja	
HS011	AMSTERDAM	Ja	
HS018	WESTDORPE	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS500	NIEUWDORP	Ja	
HS522	DORDRECHT	Ja	
HS525	ROTTERDAM	Ja	
HS526	MAASVLAKTE	Ja	
HS528	OOLTGENSPLAAT	Ja	
HS529	OOLTGENSPLAAT	Ja	
HS530	OOLTGENSPLAAT	Ja	
HS531	OOLTGENSPLAAT	Ja	
HS550	AMSTERDAM	Ja	
HS551	AMSTERDAM	Ja	
HS552	DUIVEN	Ja	
HS553	VELSEN-NOORD	Ja	
HS554	ARNHEM	Ja	
HS555	BEMMEL	Ja	
HS556	VELSEN-NOORD	Ja	
HS557	ALKMAAR	Ja	
HS558	NIJMEGEN	Ja	
HS559	AMSTERDAM	Ja	

Bijlage E: Overzicht meetlocaties hoogspanningsnet Net op Zee 66 kV

Tabel E.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS Net op Zee 66 kV, 2022

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerders)	49
Totaal aantal meters meetsysteem	16
- waarvan niet operationeel	-
Totaal aantal meters jaarrapport	16
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	-



Figuur F.1: Grafisch overzicht meetlocaties HS Net op Zee 66 kV, 2022⁵

⁵ N.B.: Doordat zich op sommige meetlocaties meerdere meters bevinden, is het totaal aantal bolletjes lager dan in de tabellen.

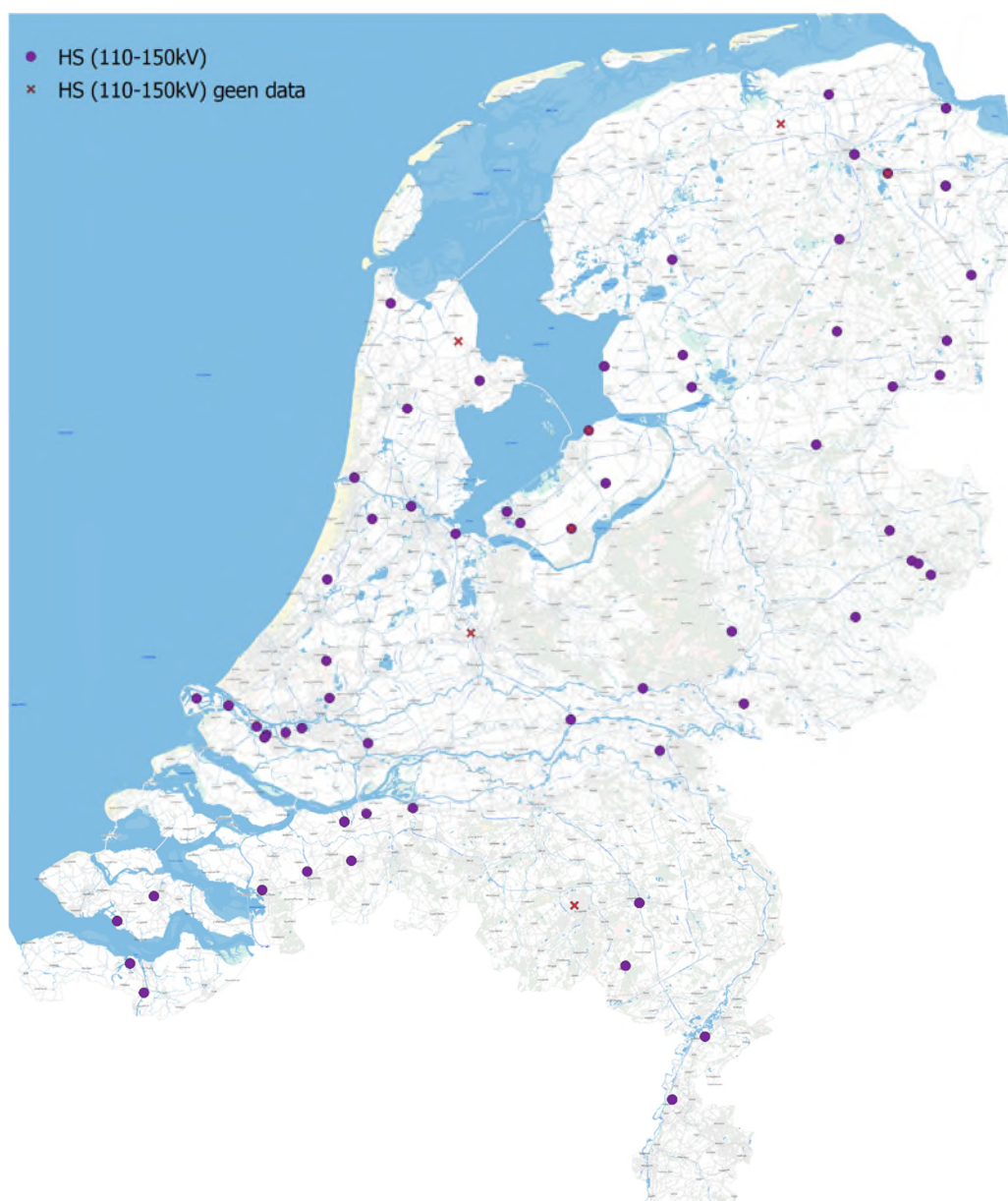
Tabel E.2: Overzicht individuele metingen HS Net op Zee 66 kV, 2022

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	
HS336	HOLLANDSE KUST ZUID ALPHA	Ja	
HS337	HOLLANDSE KUST ZUID ALPHA	Ja	
HS344	HOLLANDSE KUST ZUID ALPHA	Ja	
HS345	HOLLANDSE KUST ZUID ALPHA	Ja	
HS352	HOLLANDSE KUST ZUID BETA	Ja	
HS353	HOLLANDSE KUST ZUID BETA	Ja	
HS360	HOLLANDSE KUST ZUID BETA	Ja	
HS361	HOLLANDSE KUST ZUID BETA	Ja	

Bijlage F: Overzicht meetlocaties hoogspanningsnet 110-150 kV

Tabel F.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters HS 110-150 kV, 2022

Categorie	Aantal
Totaal aantal klantaansluitingen (opgaaf netbeheerder)	99
- waarvan met eigen meter	93
- waarvan met meer dan één meter	2
- waarvan met gedeelde meter	6
Totaal aantal meters meetsysteem	98
- waarvan niet operationeel	10
Totaal aantal meters jaarrapport	88
- waarvan onvoldoende beschikbaar voor spanningsdips (<50%)	6



Figuur E.1: Grafisch overzicht meetlocaties HS 110-150 kV, 2022⁶

⁶ N.B.: 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, 2022

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS004	GRAETHEIDE	Ja	
HS005	ROTTERDAM	Ja	
HS010	DIEMEN	Ja	
HS014	VOLLENHOVE	Ja	
HS015	GRIJPSKERK	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS019	SLUISKIL	Ja	
HS020	UTRECHT	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS021	TERNEUZEN	Ja	
HS022	TERNEUZEN	Ja	
HS023	BORSSELE	Ja	
HS024	BORSSELE	Ja	
HS025	EUROPOORT	Ja	
HS026	BERGEN OP ZOOM	Ja	
HS027	ETTEN	Ja	
HS028	ROOSENDAAL BORCHWERF	Ja	
HS029	MOERDIJK	Ja	
HS030	MOERDIJK	Ja	
HS031	BOTLEK	Ja	
HS032	GEERVLIET NOORDDIJK	Ja	
HS033	GEERVLIET NOORDDIJK	Ja	
HS034	MAASVLAKTE	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS035	SCHOONEBEEK	Ja	
HS036	WIJSTER OOSTERSCHEVELD	Ja	
HS037	ALMELO TUSVELD	Ja	
HS038	HENGEL OEELE	Ja	
HS039	LUTTELGEEST KALENBERG	Ja	
HS040	DELFZIJL WEIWERD	Ja	
HS041	DELFZIJL WEIWERD	Ja	
HS042	SASSENHEIM LUCHTERDUINEN	Ja	
HS043	MUSSELKANAAL ZANDBERG	Ja	
HS044	BORCULO	Ja	
HS045	RENKUM	Ja	
HS047	ALMERE	Ja	
HS048	BARGERMEER	Ja	
HS049	COEVORDEN EUROPARK	Ja	
HS050	ENSCHDEDE MARSSTEDEN	Ja	
HS055	HENGEL BOLDERHOEK	Ja	
HS057	MEEDEN	Ja	
HS058	MEEDEN	Ja	
HS059	MEEDEN	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS061	OMMEN DANTE	Ja	

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS062	WESTERMEERDIJK	Ja	
HS063	WESTERMEERDIJK	Ja	
HS064	WESTERMEERDIJK	Ja	
HS065	WINSUM RANUM	Ja	
HS066	ZEYERVEEN	Ja	
HS067	GRONINGEN HUNZE	Ja	
HS068	GRONINGEN HUNZE	Ja	
HS069	GRONINGEN HUNZE	Ja	
HS070	KROPSWOLDE	Ja	
HS071	KROPSWOLDE	Ja	
HS072	MEEDEN	Ja	
HS073	ALBLASSERDAM	Ja	
HS074	ANNA PAULOWNA	Ja	
HS075	EINDHOVEN NOORD	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS076	GEERTRUIDENBERG	Ja	
HS078	HELMOND OOST	Ja	
HS079	HELMOND OOST	Ja	
HS080	HEMWEG	Ja	
HS081	HEMWEG	Ja	
HS082	KUBBETOCHT	Ja	
HS084	LELYSTAD	Ja	
HS086	MAARHEEZE	Ja	
HS087	MAASBRACHT	Ja	
HS088	MARKERKANT	Ja	
HS093	OMMOORD	Ja	
HS094	OTERLEEK	Ja	
HS096	ROTTERDAM WAALHAVEN	Ja	
HS101	VELSEN	Ja	
HS102	VELSEN	Ja	
HS103	VELSEN	Ja	
HS104	VELSEN	Ja	
HS107	WESTWOUDE	Ja	
HS108	ZEEWOLDE	Ja	
HS109	ZEVENAAR	Ja	
HS110	ZEVENBERGSCHEN HOEK	Ja	
HS111	ZOETERMEER	Ja	
HS113	EERBEEK	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS114	TIEL	Ja	
HS116	GEERTRUIDENBERG	Ja	
HS119	DELFIJL WEIWERD	Ja	
HS120	DELFIJL WEIWERD	Ja	
HS122	GOES DE POEL	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%

Meting	Stationsnaam	Onderdeel jaarrapport	Eventuele toelichting
HS123	OUDE HASKE	Ja	
HS125	MIDDELHARNIS	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS127	MIDDENMEER	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS134	GEERVLIET NOORDDIJK	Ja	
HS135	EUROPOORT	Ja	
HS137	MEEDEN	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS138	KROPSWOLDE	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS141	ZEEWOLDE	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HS170	ROTTERDAM WAALHAVEN	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS172	NXP	Ja	Geen rapportage over dips; beschikbaarheid <50%
HS179	MUNTENDAM	Ja	
HS181	VIJFHUIZEN	Ja	
HS184	MOERDIJK	Ja	
HSaaa	MEEDEN 110KV	Nee	Geen meetdata beschikbaar
HSbbb	LELYSTAD 150KV	Nee	Geen meetdata beschikbaar

Bijlage G: Overzicht meetlocaties extra hoogspanningsnet

Tabel G.1: Samenvatting klantaansluitingen en meters EHS, 2022

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%)	0



Figuur G.1: Grafisch overzicht meetlocaties EHS, 2022⁷

⁷ N.B.: 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, 2022

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	
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 2022
Projectnummer	PQM 2023
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Krado B.V.
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Hans Wolse
Auteurs	Jayson de Bruin & Peter Grijpma
Kenmerk	KR-2023-03001 / Versie 1.0
Datum	17 april 2023
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Laurens Baas Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl