

Spanningskwaliteit in Nederland

Resultaten 2024

Versie: 2.0

Kenmerk: HY-2025-02

Datum: 01-04-2025

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.

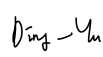
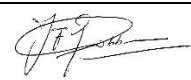
Netbeheer
Nederland



Autorisatieblad

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2024

Versie	Toelichting	Datum
1.0 (concept)	Ter review aangeboden aan leden werkgroep Spanningskwaliteit	20-03-2025
2.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking reacties	01-04-2025

	Naam	Paraaf
Opgesteld door:	Tim Huang / Anil Kumar	
Gecontroleerd door:	Sjef Cobben	
Vrijgegeven door:	Christan van Dorst	

Samenvatting

Tabel S.0.1 geeft een samenvatting van de meetresultaten over 2024. De tabel toont per net het aantal uitgevoerde weekmetingen. Ook laat de tabel zien bij hoeveel van deze metingen een overschrijding heeft opgetreden. Deze overschrijdingen zijn gesorteerd naar spanningsverschijnsel. In de bijlage van dit rapport worden alle overschrijdingen nader toegelicht. Het komt voor dat binnen eenzelfde weekmeting bij meerdere verschijnselen een overschrijding plaatsvindt.

Tabel S.0.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen, 2024

Net	Aantal meters	Aantal weekmetingen	Weekmetingen met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
				Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische(n)
LS	260	260	6	-	-	2	4
MS	257	257	1	-	-	-	1
HS 50-66 kV	22	635	-	-	-	-	-
HS Net op Zee 66 kV	20	856	20	-	20	-	-
HS 110-150 kV	95	3075	16	1	12	-	3
EHS	16	631	-	-	-	-	-

De metingen in het LS- en MS-net zijn aselekt geselecteerd door middel van een steekproeftrekking. De resultaten worden statistisch vertaald naar landelijke proporties. Over 2024 kan met een betrouwbaarheid van 95% voor alle continue spanningsverschijnselen worden gesteld dat:

- Tussen de 95% en 99% van de LS-klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- Tussen de 98% en 100% van de MS-klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

In het HS- en EHS-net wordt geen steekproef uitgevoerd. Hier geldt als uitgangspunt dat alle klantaansluitingen gedurende het hele jaar worden bemeaten. Op basis van de resultaten wordt gesteld dat, afgerond:

- 100% van de HS 50-66 kV HS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 97,6% van de HS Net op Zee 66 kV weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 99,5% van de 110-150 kV HS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 100% van de 220-380 kV EHS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Binnen het project worden ook spanningsdips geregistreerd. Tabel S.0.2 toont per net het gemiddelde aantal geregistreerde hinderlijke spanningsdips in het MS-, HS- en EHS-net. Dit is het totaal aantal geregistreerde hinderlijke dips gedeeld door het aantal meters. In het MS-net wordt dit met een continu meetsysteem op 220 aselekt gekozen stationslocaties gedaan. Binnen het HS- en EHS-net worden spanningsdips bij alle klantaansluitingen bemeaten.

Tabel S. 0. 2: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips, 2024

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Niet-hinderlijk			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	MS: 0,15 HS 50-66 kV: 0,22 HS Net op zee 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0,04 EHS: 0	MS: 0,31 HS 50-66 kV: 0 HS Net op zee 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0,01 EHS: 0	MS: 0,26 HS 50-66 kV: 0 HS Net op zee 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0 EHS: 0	
$5 > u$				

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	4
1. Inleiding	5
2. Laagspanningsnet	6
2.1 Meetresultaten	6
2.2 Trendanalyses	7
3. Middenspanningsnet	11
3.1 Meetresultaten	11
3.2 Trendanalyses	12
3.3 Spanningsdips	14
4. Hoogspanningsnet	18
4.1 Meetresultaten	18
4.1.1 50-66 kV	18
4.1.2 Net op Zee 66 kV	19
4.1.3 110-150 kV	20
4.2 Trendanalyses	21
4.3 Spanningsdips	24
4.3.1 50-66 kV	24
4.3.2 Net op Zee 66 kV	25
4.3.3 110-150 kV	25
5. Extra hoogspanningsnet	28
5.1 Meetresultaten	28
5.2 Trendanalyses	29
5.3 Spanningsdips	32
Bijlagen	33
Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2015 – 2024	34
Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen	35
Colofon	53

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 naleving van deze eisen wordt gedaan door de Autoriteit Consument & Markt (ACM). Dit project staat informeel bekend als het Power Quality Monitoring-project (kortweg: PQM-project) en geeft op basis van metingen inzicht in de spanningskwaliteit van de Nederlandse elektriciteitsnetten. De trekking, verwerking en toetsing van de metingen wordt door een onafhankelijke instantie uitgevoerd.

Dit rapport gaat per net in op de landelijke spanningskwaliteit in 2024. Eventuele overschrijdingen worden door de desbetreffende netbeheerder toegelicht. Daarnaast vindt een trendanalyse plaats op basis van de meetresultaten van de afgelopen tien jaar. 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 |

Binnen het PQM-project vinden zowel in het LS- als het MS-net tenminste 250 weekmetingen plaats. Voor LS-metingen is dit gerealiseerd (260 metingen). Voor MS-metingen zijn er 257 metingen gedaan. Spanningsdips in het MS-net worden geregistreerd op 220 stationslocaties met een continu meetsysteem. Vanwege een wijziging in de Netcode elektriciteit (hierna: Netcode) worden vanaf 2020 ook de spanningsdips die gemeten zijn door de MS-weekmetingen bewaakt, naast de 220 stationslocaties. In het HS- en het EHS-net wordt gebruik gemaakt van een continu meetsysteem dat de spanningskwaliteit bewaakt op alle klantaansluitingen.

In de Netcode is bepaald dat de spanningskwaliteit op klantaansluitingen moet voldoen aan een aantal kwaliteitscriteria. Bij toetsing van de metingen zijn voor alle netvlakken de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie en harmonische vervorming. Voor de MS-, HS- en EHS-netten wordt verder aanvullend gerapporteerd over spanningsdips. Dit document is de rapportage over de spanningskwaliteit in Nederland zoals bedoeld in artikel 8.1, derde lid van de Netcode.

De volgende hoofdstukken richten zich op de presentatie van de meetresultaten en trends per net. Omwille van de leesbaarheid wordt beperkt op de opzet van het project ingegaan. Voor meer informatie over onder andere de meetsystemen, statistische opzet, kwaliteitscriteria en toetsingsmethodiek wordt verwezen naar het 'Achtergronddocument Spanningskwaliteit in Nederland'. Het rapport en het achtergronddocument worden jaarlijks tegelijk uitgebracht en zijn vrij toegankelijk via de website www.UwSpanningskwaliteit.nl. Op deze site worden ook de meetresultaten beschikbaar gesteld van alle individuele metingen die binnen dit project zijn uitgevoerd.

De meetresultaten worden mede grafisch weergegeven. De boxplots tonen de verdeling van de toetswaarden. De 'box' zelf betreft de middelste 50% van de waarden en staat ook bekend als de interkwartiele afstand. Het streepje in de box is de mediaan, ook wel bekend als de centrummaat. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden, maar zijn per conventie nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Als waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De blauwe 100%-lijn in de betreffende figuren geeft de norm aan.

2. Laagspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de metingen die in het LS-net zijn uitgevoerd. De volgende verschijnselen worden beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie en harmonische vervorming. Paragraaf 2.1 gaat in op de meetresultaten van 2024. In paragraaf 2.2 wordt meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd.

2.1 Meetresultaten

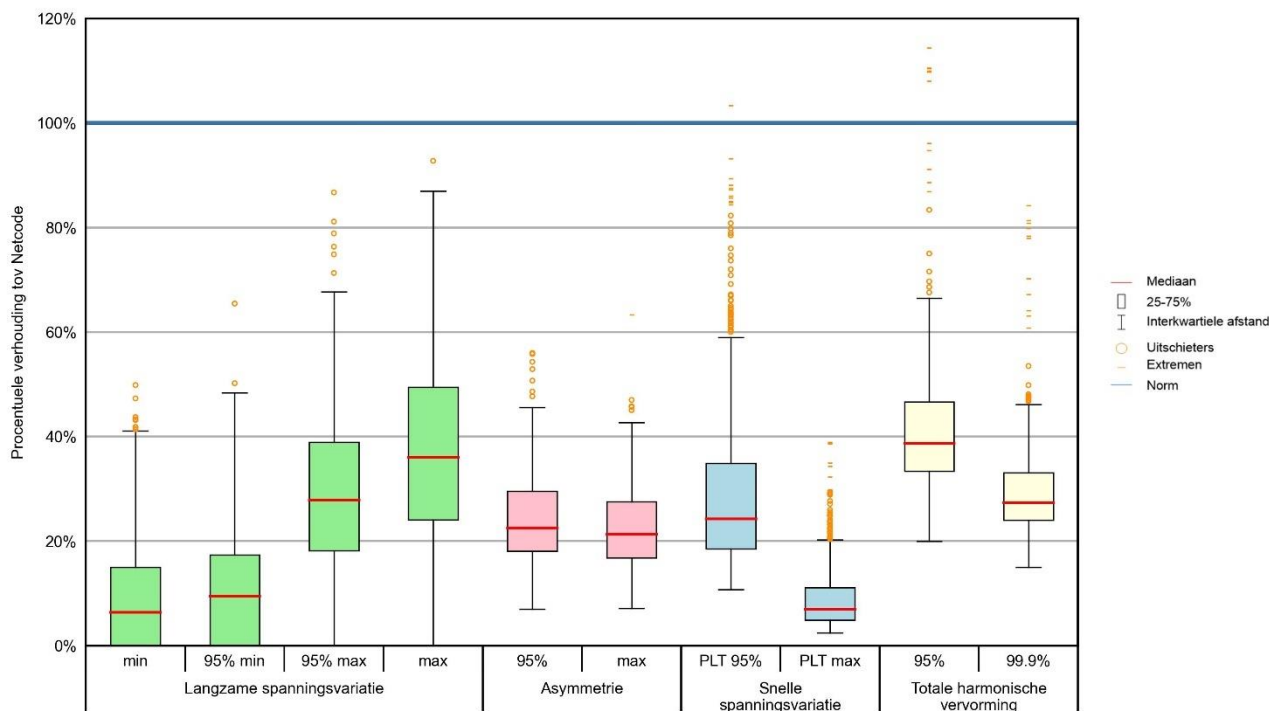
In 2024 zijn 260 weekmetingen uitgevoerd in het LS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in de beoogde maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege defecte meetapparatuur, ziekte van een meetspecialist of een benodigde hermeting. In 2024 zijn 7 van de 260 metingen niet in de juiste maand gestart (2,7%).

Tabel 2.1 toont een overzicht van het aantal metingen en de geconstateerde overschrijdingen. Uit de tabel blijkt dat in 2024 bij 6 weekmetingen een overschrijding is geconstateerd bij de verschijnselen snelle spanningsvariatie, THD en individuele harmonischen. In de bijlage zijn deze overschrijdingen toegelicht door de desbetreffende netbeheerders. Bij de andere verschijnselen voldeden alle meetwaarden aan de norm. Op basis van de meetresultaten is met een betrouwbaarheid van 95% te stellen dat in het LS-net in 2024 tussen de 95% en 99% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 2.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen LS, 2024

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen				
		Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	THD	Individuele harmonische
260	6	-	-	2	2	4

Figuur 2.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk..



Figuur 2.1: Continue verschijnselen LS, 2024

In Nederland wordt voor bepaling van de mate van stedelijkheid gebruik gemaakt van de Omgeving Adressen Dichtheid (OAD). De OAD van een adres is het aantal adressen binnen een cirkel met een straal van één kilometer rondom dat adres, gedeeld door de oppervlakte van de cirkel. De niet-stedelijke adressen worden doorgaans als platteland beschouwd. Het CBS hanteert vijf subpopulaties en deze worden ongewijzigd overgenomen. De subpopulaties zijn:

- Zeer sterk stedelijk: 2500 of meer adressen per km²
- Sterk stedelijk: 1500 tot 2500 adressen per km²
- Matig stedelijk: 1000 tot 1500 adressen per km²
- Weinig stedelijk: 500 tot 1000 adressen per km²
- Niet stedelijk: minder dan 500 adressen per km²

In tabel 2.2 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde weekmetingen gerelateerd aan de stedelijkheid.

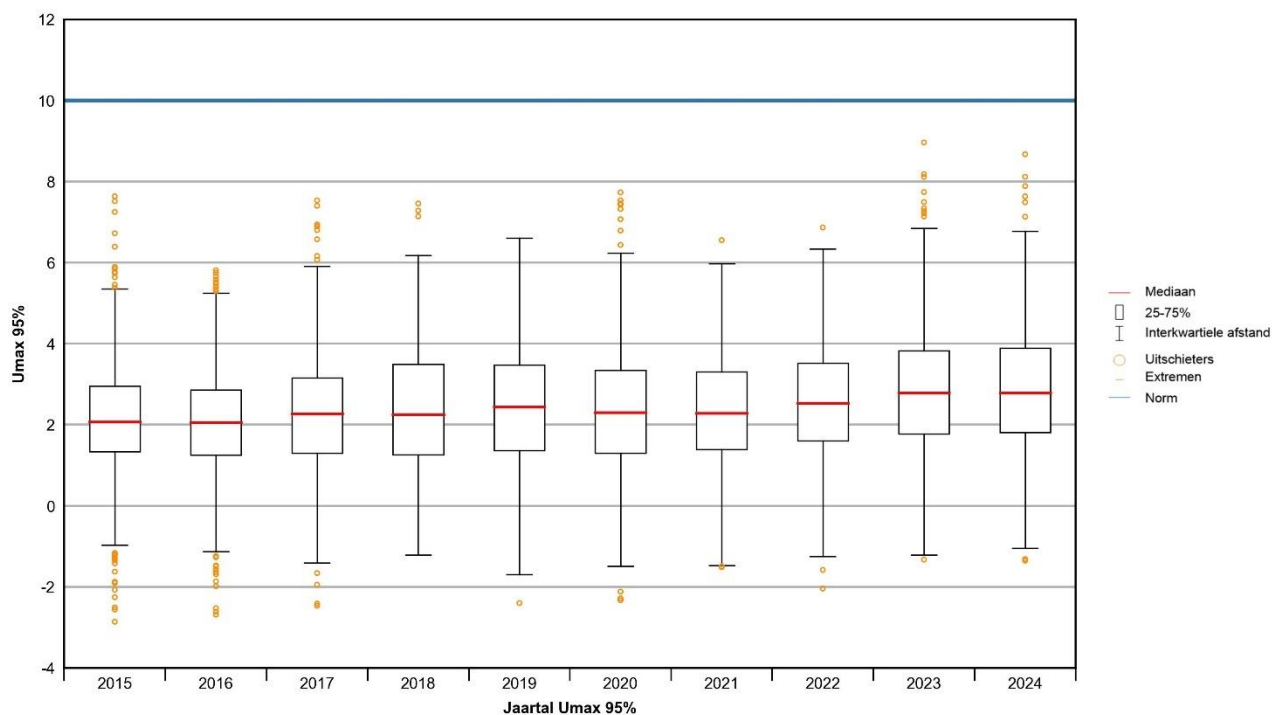
Tabel 2.2: Meetresultaten versus stedelijkheid LS, 2024

Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen				
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	THD	Individuele harmonische
Zeer sterk	63	1	-	-	1	-	-
Sterk	79	1	-	-	-	-	1
Matig	42	1	-	-	-	1	1
Weinig	35	-	-	-	-	-	-
Niet	41	3	-	-	1	1	2
Totaal	260	6	-	-	2	2	4

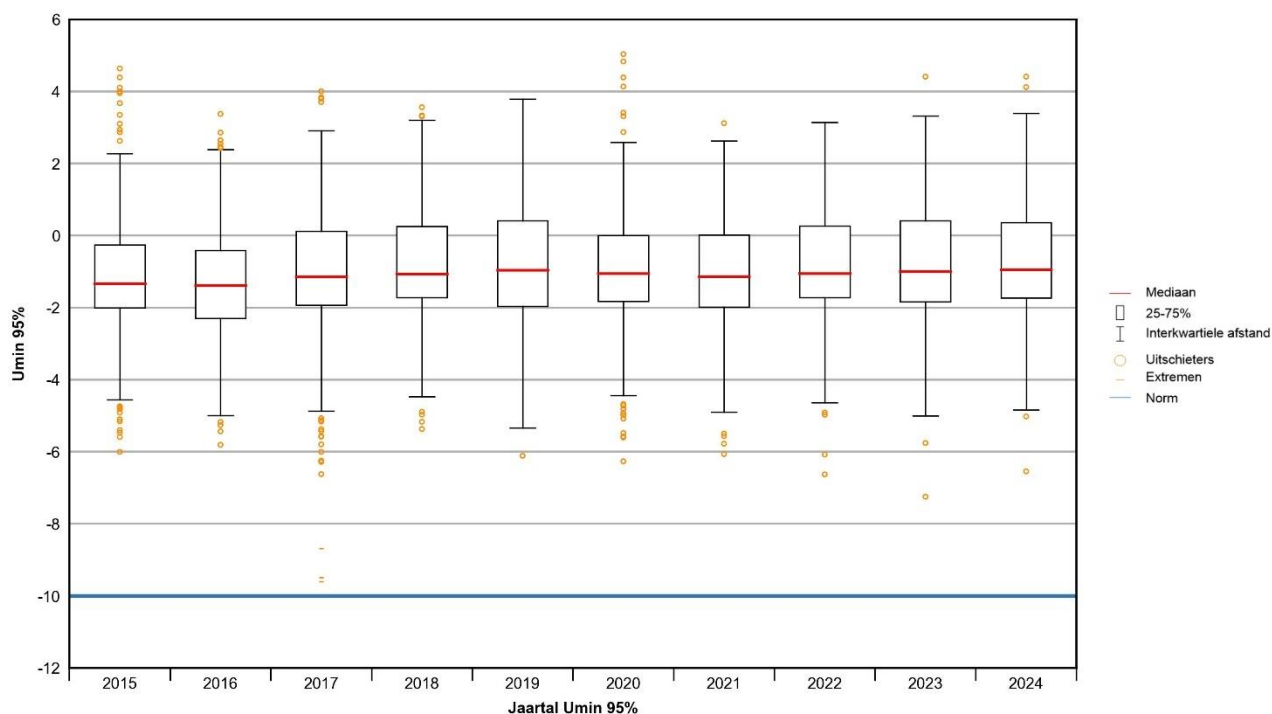
2.2 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de LS-meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan). Deze kan goed worden gebruikt voor de bepaling van een eventuele trend. Voor de analyse wordt bij alle verschijnselen gebruik gemaakt van de 95%-toetswaarden.

De figuren 2.2 en 2.3 tonen de trendanalyses van langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}). Uit de figuren blijkt dat de meetresultaten ruim voldoen aan de norm (de blauwe lijn). Voor U_{max} is in de jaren 2015 tot 2024 een licht stijgende trend zichtbaar. De oorzaak hiervan zal gelegen zijn aan de toename van PV-installaties aangesloten op de LS-netten. Voor U_{min} blijven de waarden stabiel de afgelopen jaren.

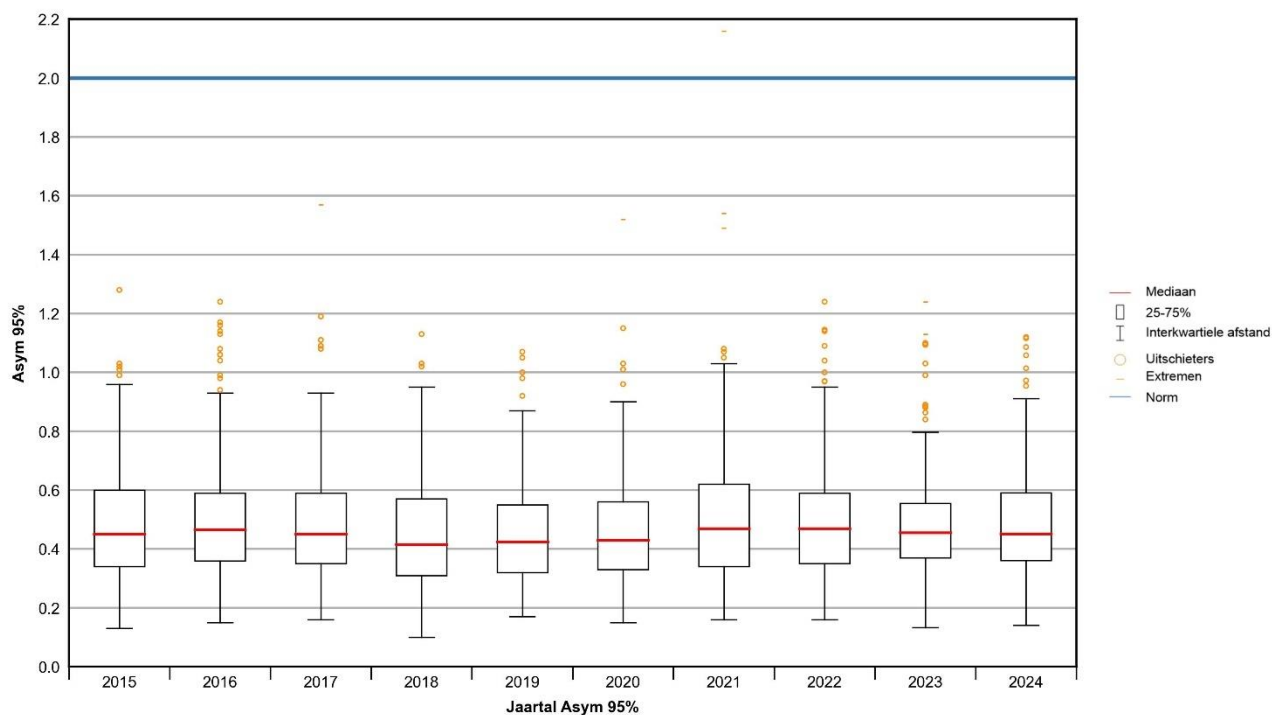


Figuur 2.2: Langzame spanningsvariatie Umax LS, 2015-2024



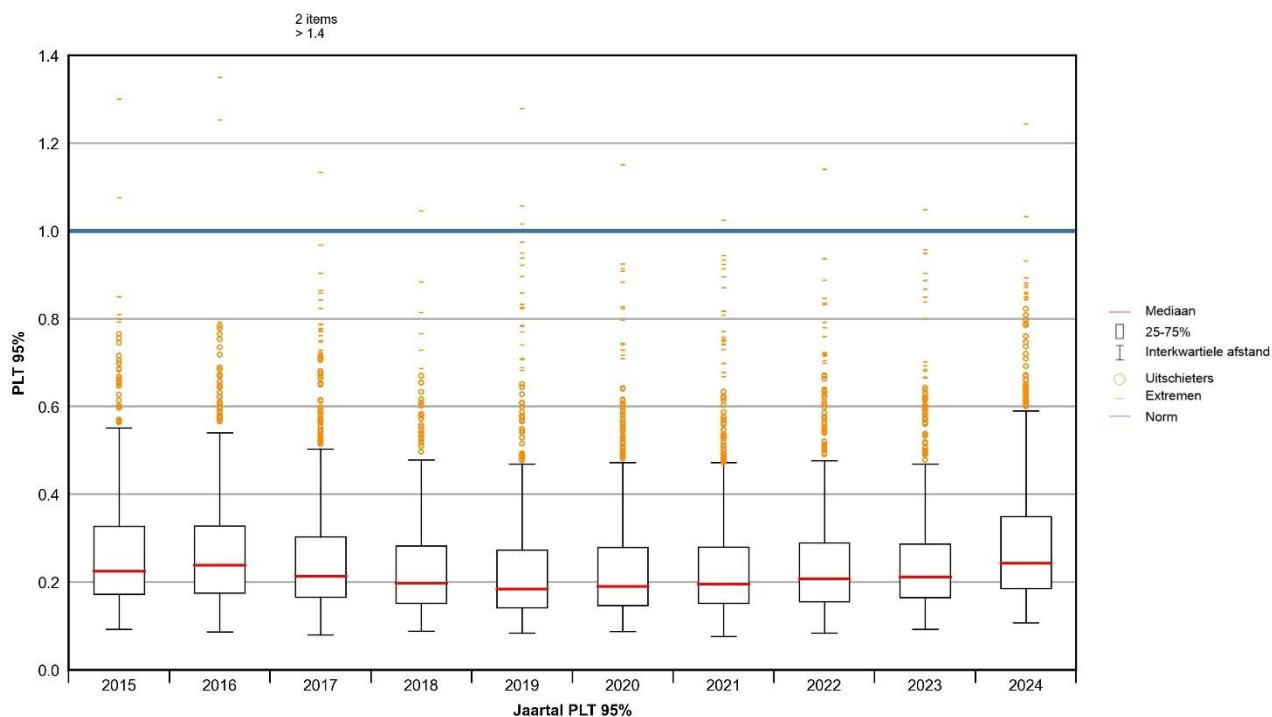
Figuur 2.3: Langzame spanningsvariatie Umin LS, 2015-2024

Figuur 2.4 laat de trendanalyse van spanningsasymmetrie zien. De figuur maakt duidelijk dat over het algemeen de resultaten ruim voldoen aan de norm. De mediaan fluctueert tussen de 0,4 en 0,5.



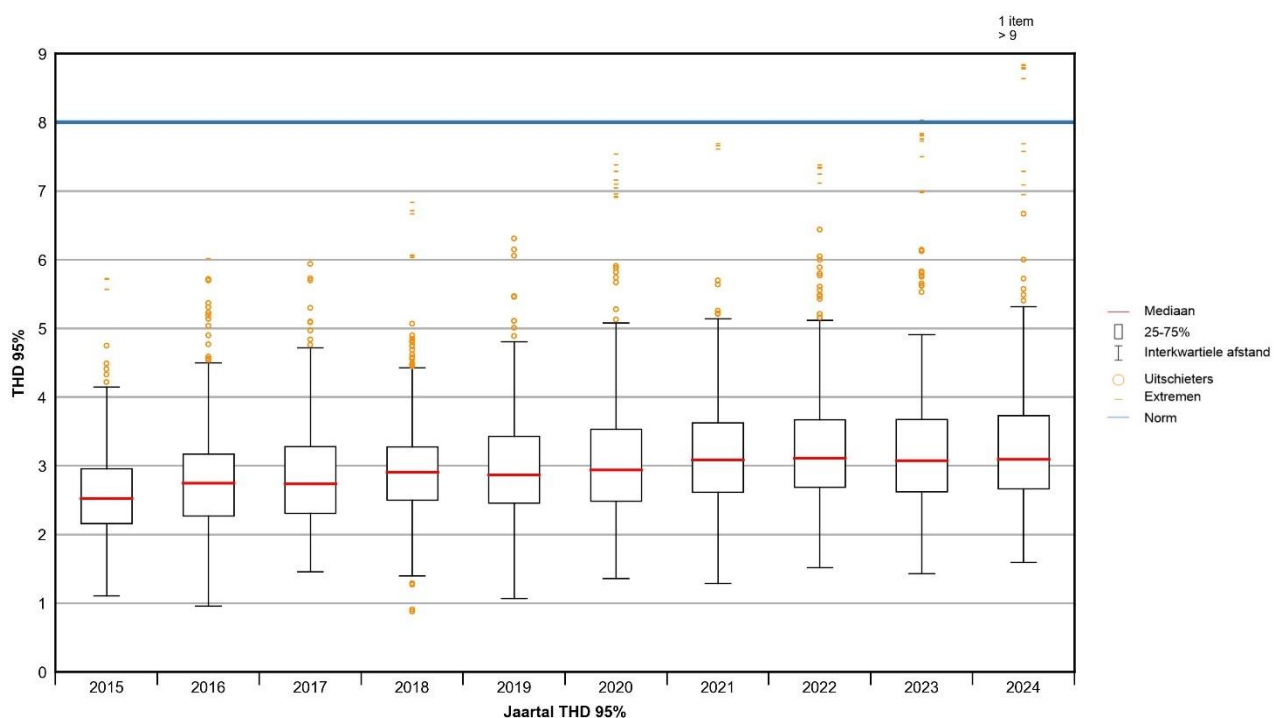
Figuur 2.4: Spanningsasymmetrie LS, 2015-2024

In *figuur 2.5* is de trendanalyse van snelle spanningsvariatie weergegeven. Zichtbaar is dat een aantal extremen boven de norm uitkomt. Er is tussen 2016 en 2019 een licht dalende trend zichtbaar. Vanaf 2019 liggen de meetwaarden van de mediaan rond 0,2 met in 2024 weer een stijging tot een waarde vergelijkbaar met de waarde in 2015.



Figuur 2.5: Snelle spanningsvariatie PLT LS, 2015-2024

Figuur 2.6 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit de figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. Vanaf 2015 zien we een constante, stijgende trend tot 2021, waarbij de mediaan stijgt van 2,5 naar 3,1. De laatste 3 jaar is deze waarde constant gebleven.



Figuur 2.6: THD LS, 2015-2024

3. Middenspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de metingen die in het MS-net zijn uitgevoerd. De volgende verschijnselen worden beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips. Paragraaf 3.1 gaat in op de meetresultaten van 2024 en in paragraaf 3.2 wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. In paragraaf 3.3 wordt over spanningsdips gerapporteerd.

3.1 Meetresultaten

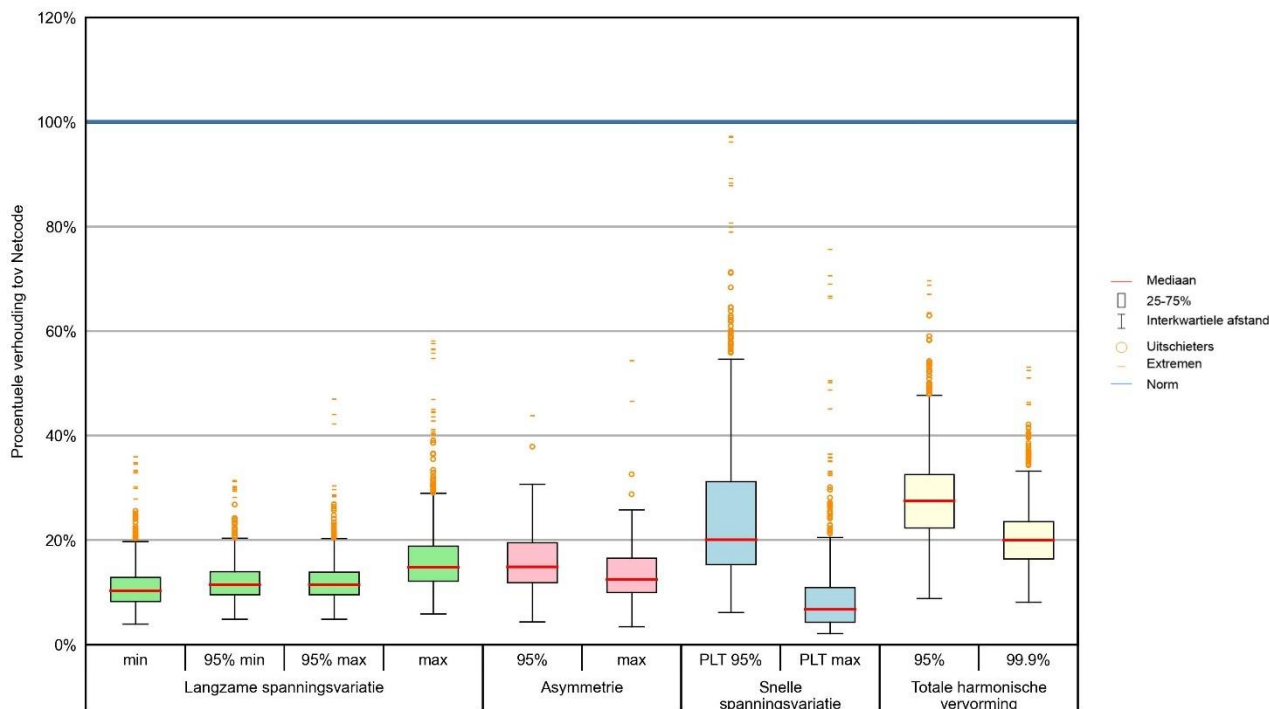
In 2024 zijn 257 weekmetingen uitgevoerd in het MS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in de beoogde maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege defecte meetapparatuur, ziekte van een meetspecialist of benodigde hermeting. In 2024 zijn 5 van 257 metingen niet in de juiste maand gestart (1,9%).

Tabel 3.1 geeft een overzicht weer van het aantal metingen en de geconstateerde overschrijdingen. Bij de weekmetingen is een overschrijding geconstateerd bij de individuele harmonische (6^e en 8^e harmonische). In de bijlage wordt een nadere toelichting op de overschrijding gegeven. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2024 in het MS-net tussen de 98% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 3.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen MS, 2024

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen				
		Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	THD	Individuele harmonische
257	1	-	-	-	-	1

Figuur 3.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. In de grafieken wordt de 95% grenswaarde gehanteerd. De figuur laat zien dat de meetwaarden voornamelijk ruim onder de norm (blauwe lijn) liggen.



Figuur 3.1: Continue verschijnselen MS, 2024

Tabel 3.2 geeft een overzicht van de uitgevoerde weekmetingen gerelateerd aan de stedelijkheid. Uit de tabel blijkt dat de overschrijdingen binnen de subpopulatie 'niet stedelijk' heeft plaatsgevonden.

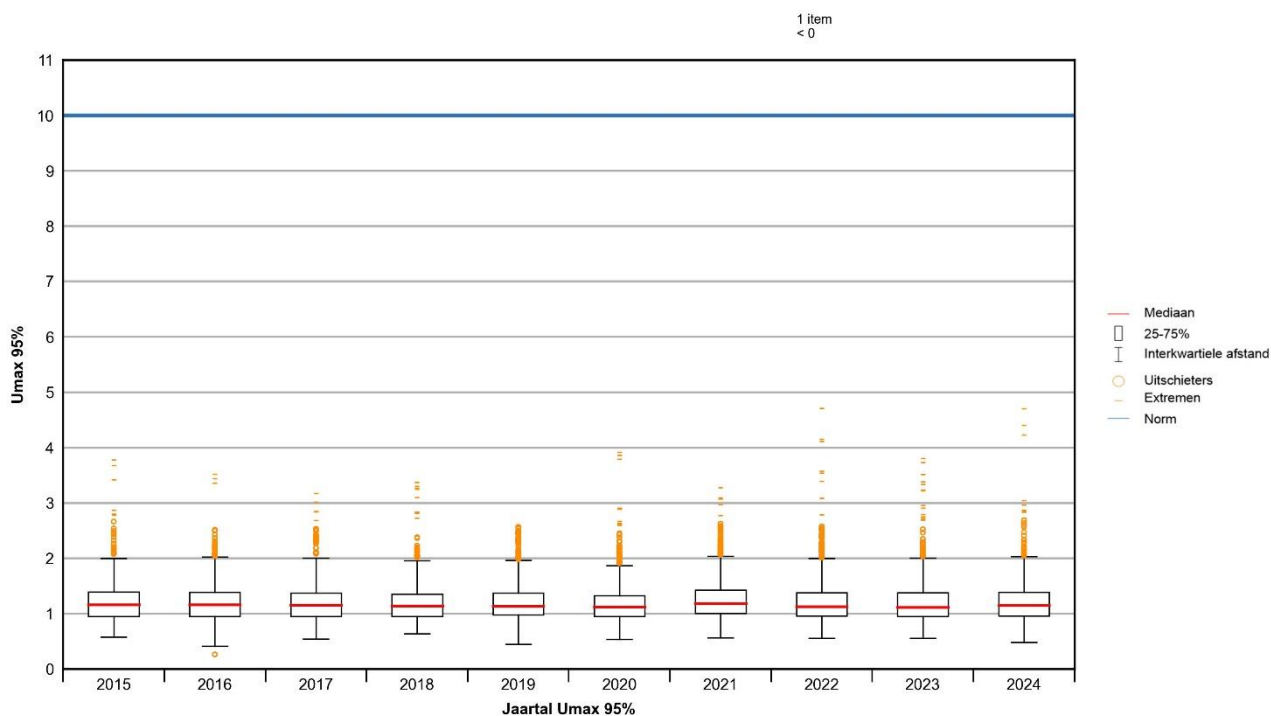
Tabel 3.2: Metingen versus stedelijkheid MS, 2024

Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen				
			Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	THD	Individuele harmonische
Zeer sterk	55	-	-	-	-	-	-
Sterk	51	-	-	-	-	-	-
Matig	20	-	-	-	-	-	-
Weinig	34	-	-	-	-	-	-
Niet	97	1	-	-	-	-	1
Totaal	257	1	-	-	-	-	1

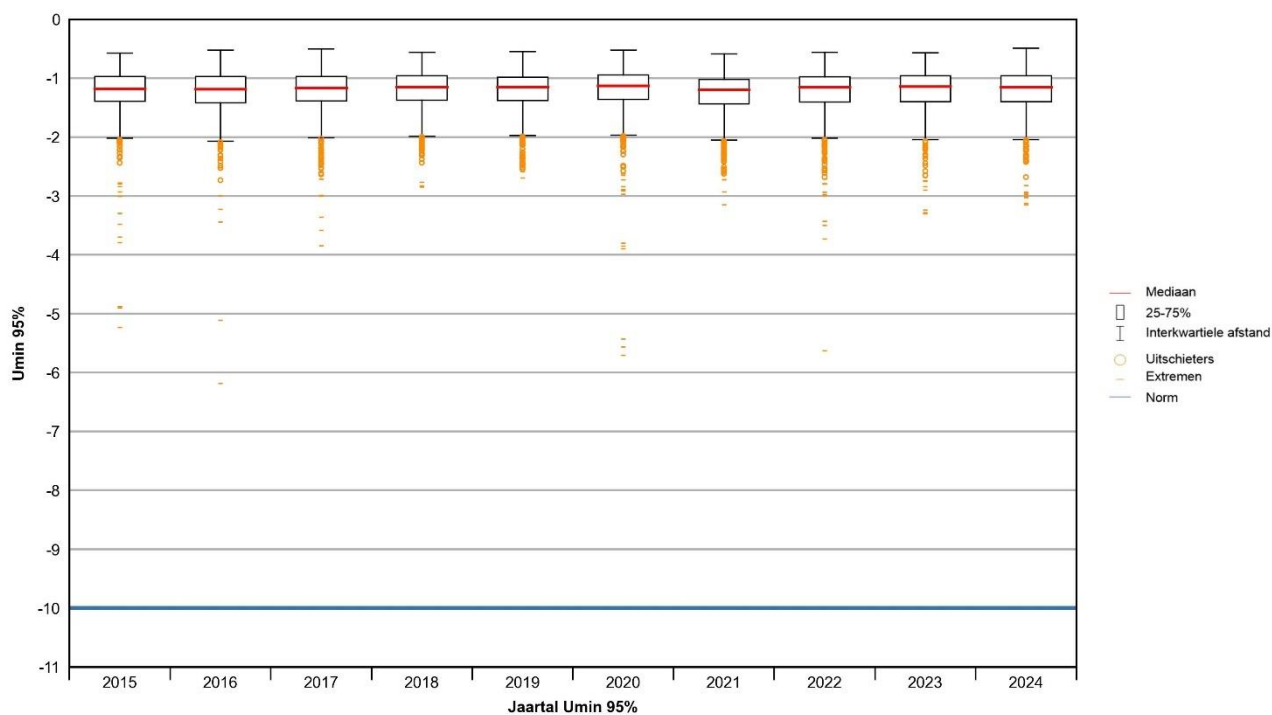
3.2 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de MS-metedata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. Voor de analyse wordt bij alle verschijnselen gebruik gemaakt van de 95%-toetswaarden.

De figuren 3.2 en 3.3 tonen de trendanalyses van langzame spanningsvariatie (Umax en Umin). Uit de figuren blijkt dat de meetresultaten ruim voldoen aan de norm (de blauwe lijn). Op basis van de mediaan laten de figuren een constant beeld zien.

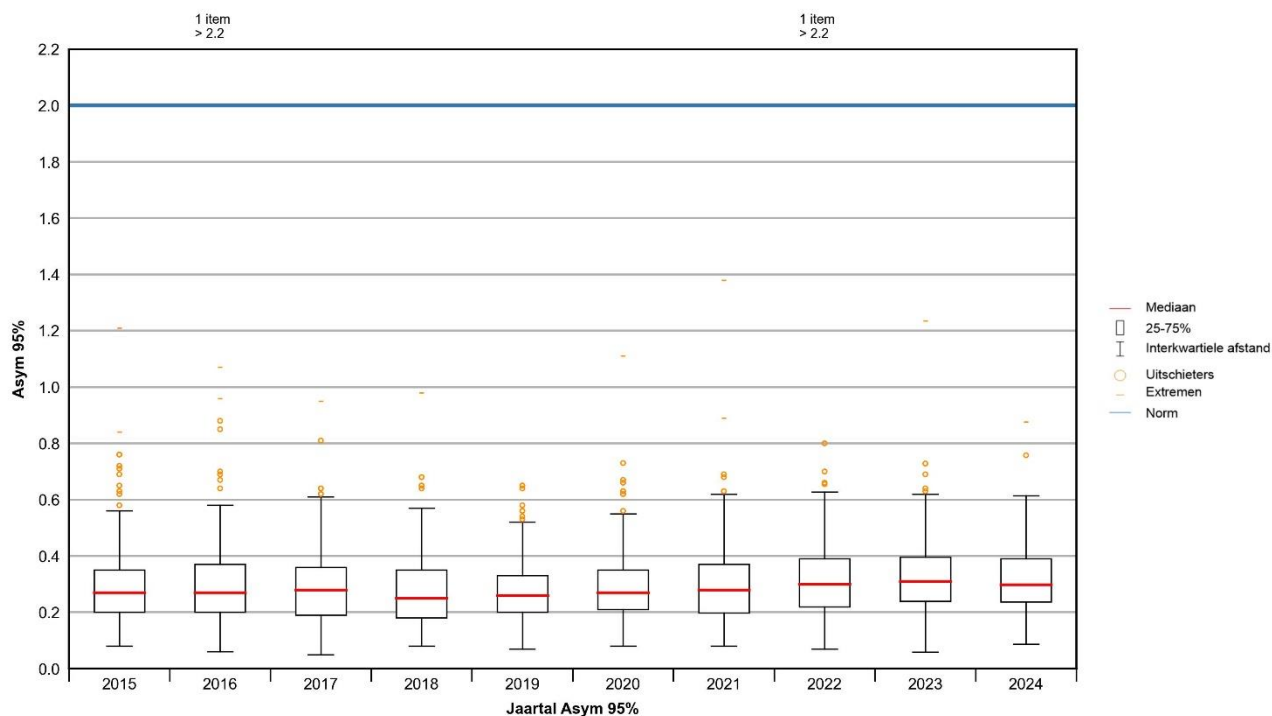


Figuur 3.2: Langzame spanningsvariatie Umax MS, 2015-2024



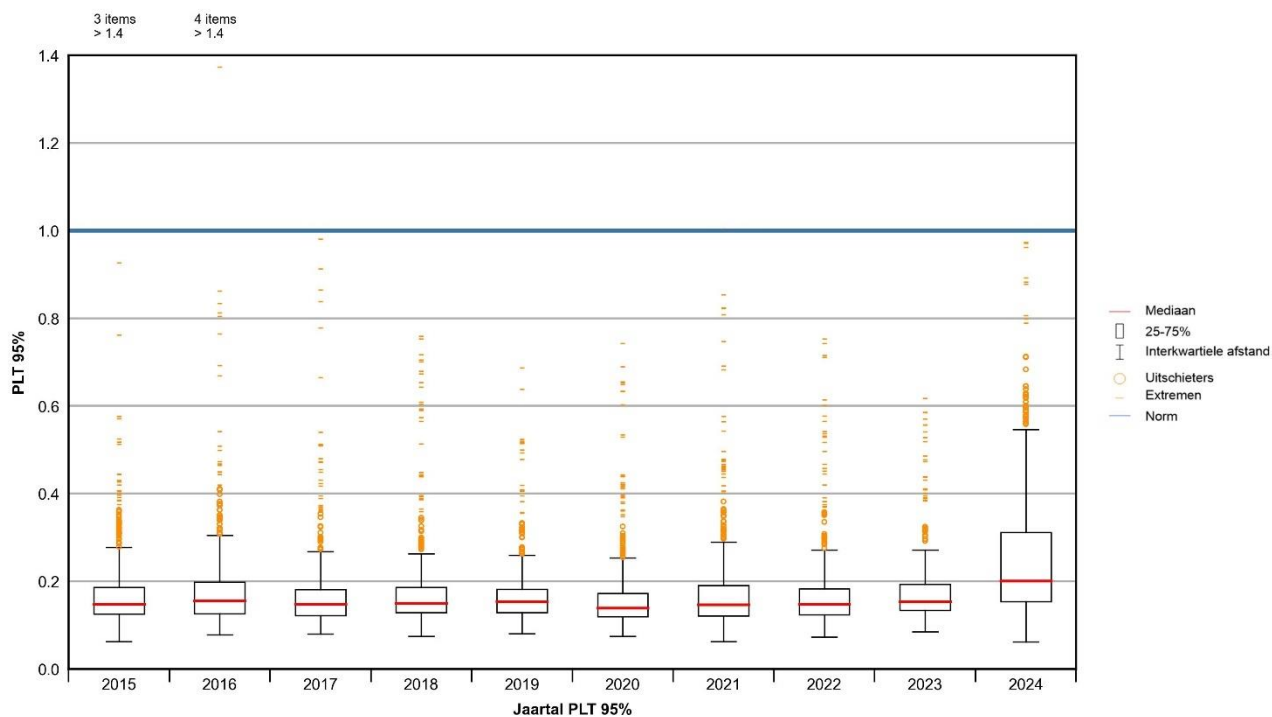
Figuur 3.3: Langzame spanningsvariatie Umin MS, 2015-2024

Figuur 3.4 toont de trendanalyse van spanningsasymmetrie. De figuur maakt duidelijk dat alle meetwaarden voldoen aan de norm. De mediaan laat gemiddeld een constant beeld zien.



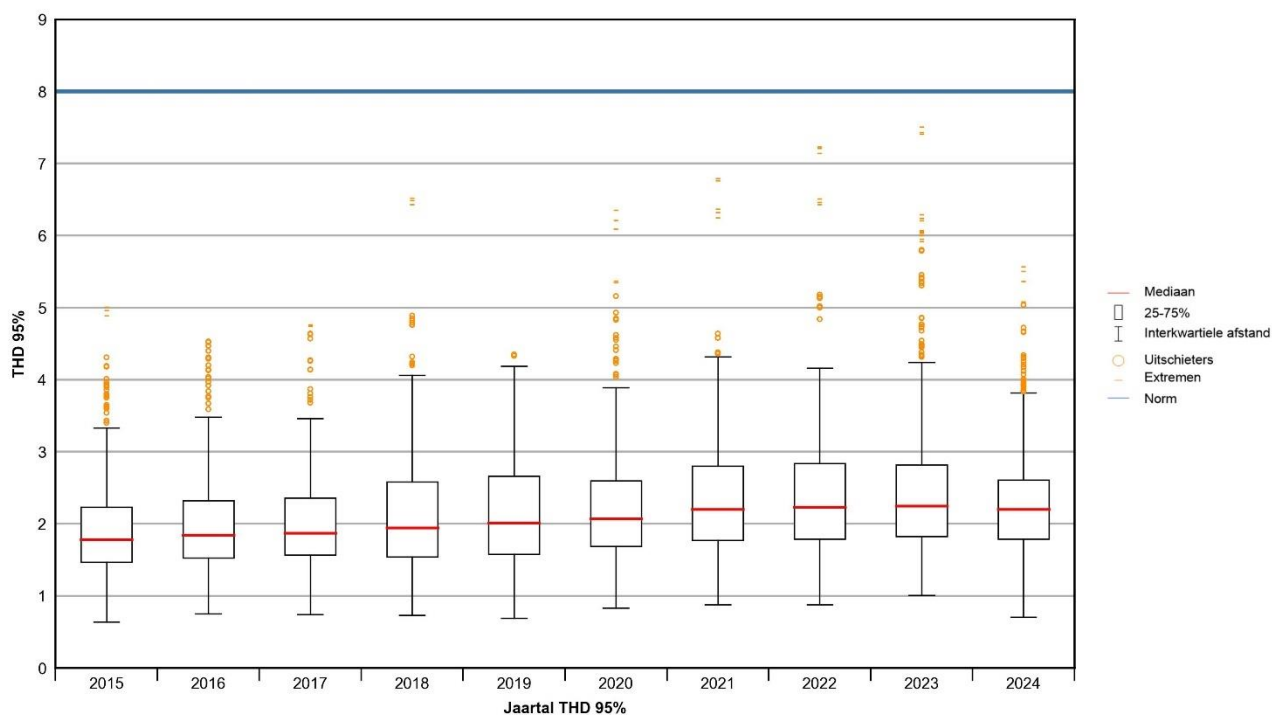
Figuur 3.4: Spanningsasymmetrie MS, 2015-2024

Figuur 3.5 bevat de trendanalyse van snelle spanningsvariatie. De extremen komen in verschillende jaren boven de norm uit. Dit zijn meetwaarden met een overschrijding. De mediaan is over de jaren heen vrij constant. In 2024 heeft een stijging plaatsgevonden (die is ook in vergelijkbare mate geconstateerd in het LS-net).



Figuur 3.5: Snelle spanningsvariatie (PLT) MS, 2015-2024

Figuur 3.6 laat de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) zien. De figuur toont dat de meetresultaten voldoen aan de norm. Net als bij LS laat de mediaan een licht stijgende trend zien met in de laatste drie jaren een constant beeld.



Figuur 3.6: THD MS, 2015-2024

3.3 Spanningsdips

In het MS-net zijn in 2024 op 213 meetlocaties gedurende het hele jaar spanningsdips geregistreerd. De locaties zijn steekproefsgewijs geselecteerd en aselekt getrokken. In 2024 zijn op alle meetlocaties in totaal 152 hinderlijke

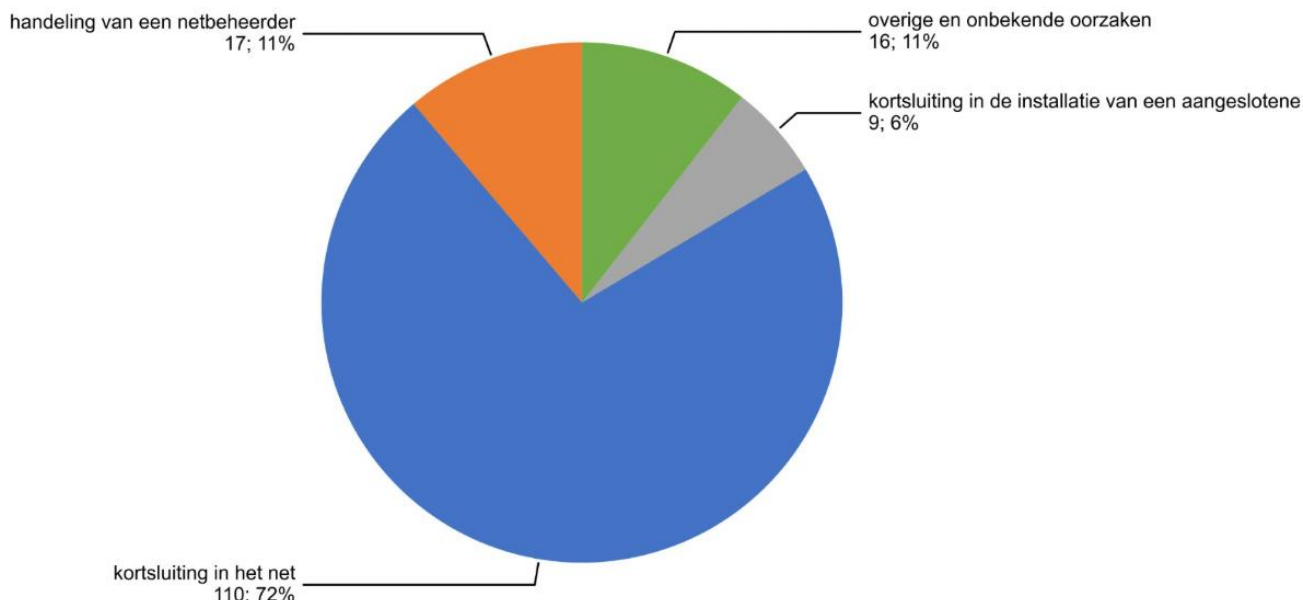
spanningsdips geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,71 dips per locatie en een gemiddelde van 0,014¹ dips per continue meetlocatie per week. Deze 152 spanningsdips zijn toe te schrijven aan 139 gebeurtenissen. Een gebeurtenis is de oorzaak van een spanningsdip die op één of meerdere locaties geregistreerd kan worden. Het aantal geregistreerde spanningsdips ligt daardoor doorgaans hoger dan het aantal gebeurtenissen.

In tabel 3.3 worden de hinderlijke spanningsdips van de continue metingen verdeeld over drie subcategorieën weergegeven. Categorie A betreft niet-hinderlijke spanningsdips en de categorieën B1, B2 en C vormen tezamen de hinderlijke spanningsdips. In principe geldt: hoe lager de restspanning en hoe langer de duur, hoe groter de kans op hinder bij de klant. Spanningsdips in categorie A hebben over het algemeen weinig impact op de klantinstallatie. Veel elektrische apparatuur is zo ontworpen dat zij geen last heeft van spanningsdips in deze categorie. De klant kan desgewenst zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen.

Tabel 3.3: Aantal hinderlijke spanningsdips MS, 2024

Restspanning U (%)	Duur t (ms)				
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk				
80 > u ≥ 70					
70 > u ≥ 40					
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,15 Totaal: 31 (31 gebeurtenissen)	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,31 Totaal: 66 (61 gebeurtenissen)			<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0,26 Totaal: 55 (47 gebeurtenissen)
5 > u					

Figuur 3.7 toont de oorzaken van de geregistreerde hinderlijke spanningsdips. Uit de figuur blijkt dat 72% hiervan is veroorzaakt door een 'Kortsluiting in het net'. Circa 11% is verder afkomstig uit 'Handeling van een netbeheerder'. De overige spanningsdips vallen in de categorieën 'Overige en onbekend', 'Kortsluiting in de installatie van een aangeslotene' en 'abnormale omstandigheden' als genoemd in het zesde lid van de Netcode elektriciteit. Het komt voor dat spanningsdips veroorzaakt zijn door dezelfde gebeurtenis.



Figuur 3.7: Oorzaken hinderlijke spanningsdips MS, 2024

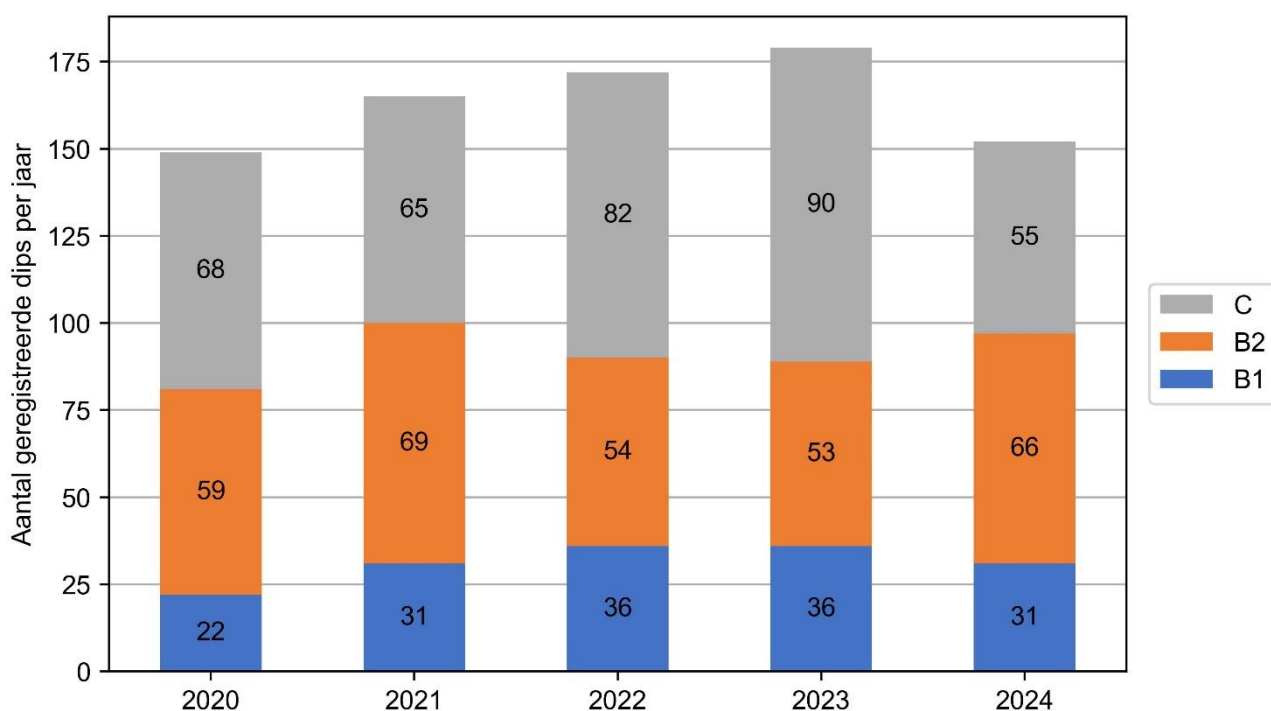
¹ In lijn met de geldende normering moeten spanningsdips gedurende het hele jaar worden geregistreerd. Om deze reden worden in dit rapport niet de spanningsdips van de MS weekmetingen opgenomen.

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per meter getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In tabel 3.4 is het 5-jaar gemiddelde van alle meters weergegeven.

Tabel 3.4: Aantal hinderlijke spanningsdips MS, 2020-2024

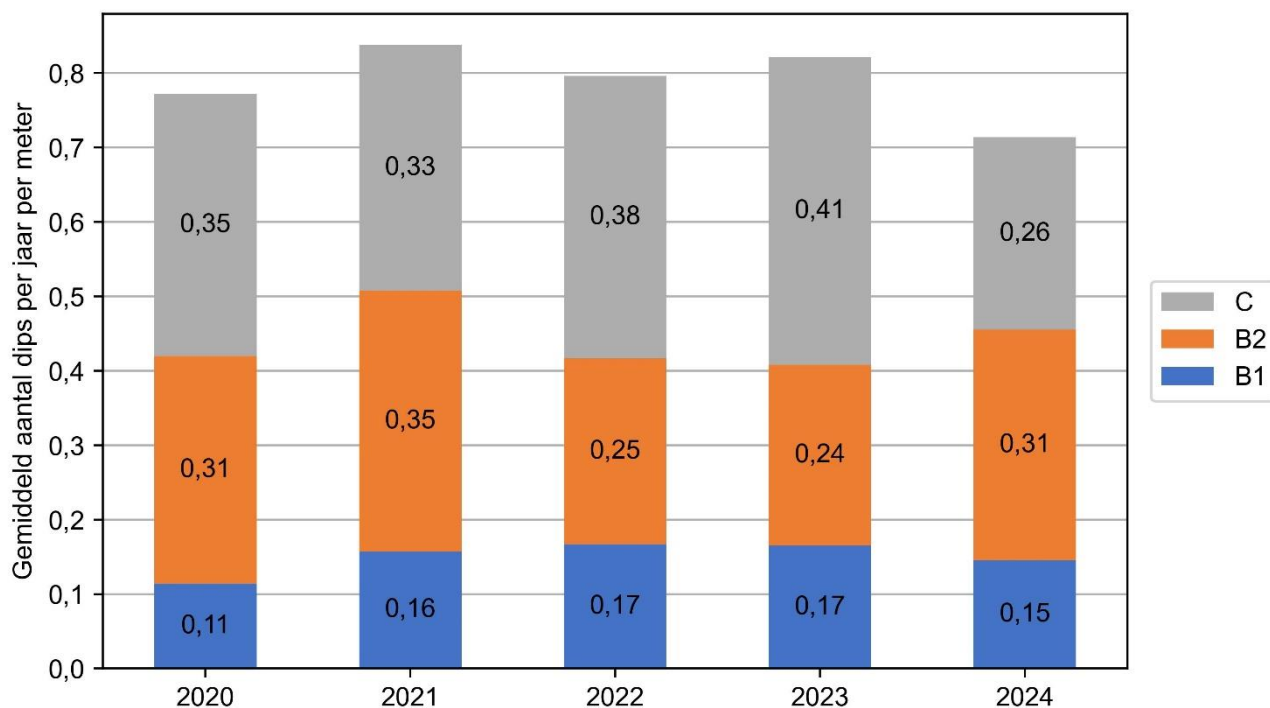
Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk		Categorie C Gemiddeld: 0,35 Totaal: 72	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Categorie B1 Gemiddeld: 0,15 Totaal: 31,20	Categorie B2 Gemiddeld: 0,29 Totaal: 60,20		

Figuur 3.8 bevat een weergave van het aantal hinderlijke spanningsdips dat per jaar is geregistreerd over de afgelopen vijf jaar. Het aantal dips is per categorie weergegeven.



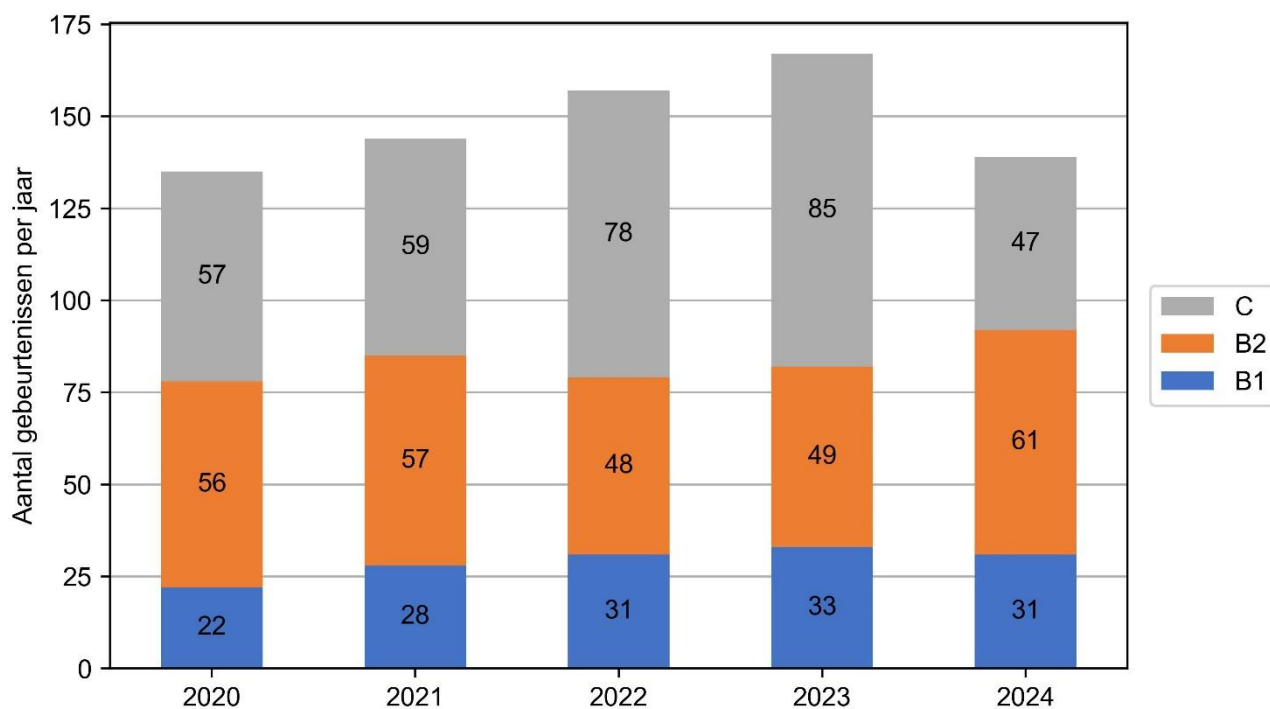
Figuur 3.8: Aantal geregistreerde spanningsdips per jaar MS, 2020-2024

Het aantal meetlocaties kan van jaar tot jaar veranderen en van invloed zijn op het aantal hinderlijke spanningsdips dat optreedt. Figuur 3.9 bevat een weergave van het gemiddelde aantal hinderlijke spanningsdips per categorie per meetlocatie over de afgelopen vijf jaar. De figuur laat zien dat het aantal dips per meetlocatie per jaar over de afgelopen vijf jaar een vergelijkbaar patroon vertoont als het totaal aantal dips per jaar. Gegeven dat het aantal meetlocaties in 2022 ten opzichte van 2021 is toegenomen van 197 tot 216 en in 2023 tot 218, is dit in lijn met de verwachting. Er is sprake van een lichte daling in 2024 ten opzichte van 2022 en 2023.



Figuur 3.9: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips per locatie per jaar MS, 2020-2024

Figuur 3.10 bevat een weergave van het aantal gebeurtenissen per categorie over de afgelopen vijf jaar.



Figuur 3.10: Aantal gebeurtenissen per jaar MS, 2020-2024

4. Hoogspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de metingen die in het HS-net zijn uitgevoerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het 50-66 kV, het 110-150 kV en het Net op Zee 66 kV. De volgende verschijnselen worden beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips. Er zijn drie paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten van 2024. De tweede paragraaf beschouwd meetdata over de afgelopen tien jaar. In de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

4.1 Meetresultaten

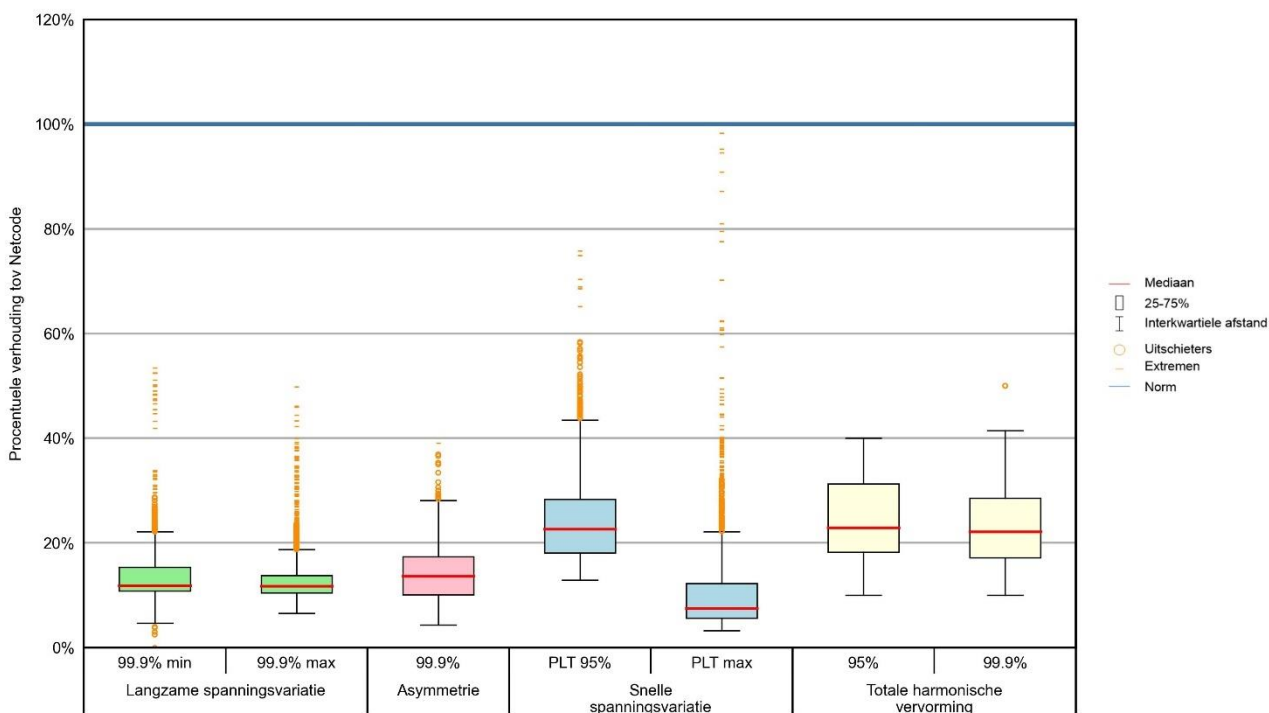
4.1.1 50-66 kV

Over de spanningskwaliteit in het 50-66 kV-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 22 meters. Meer informatie over deze meters bevindt zich in het achtergronddocument. De meters hebben in 2024 635 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij geen van deze weekmetingen is een overschrijding geconstateerd, zie *tabel 4.1*. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2024 in het 50-66 kV-net 100% van deze weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen 50-66 kV, 2024

	Aantal	Over-schrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spannings-variatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spannings-variatie	Harmonische
Weekmetingen	635	-	-	-	-	-
Meters	22	-	-	-	-	-

Figuur 4.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. De figuur laat zien dat de meetwaarden, inclusief de uitschieters en extremen, voldoen aan de norm (de blauwe lijn).



Figuur 4.1: Continue verschijnselen 50-66 kV, 2024

4.1.2 Net op Zee 66 kV

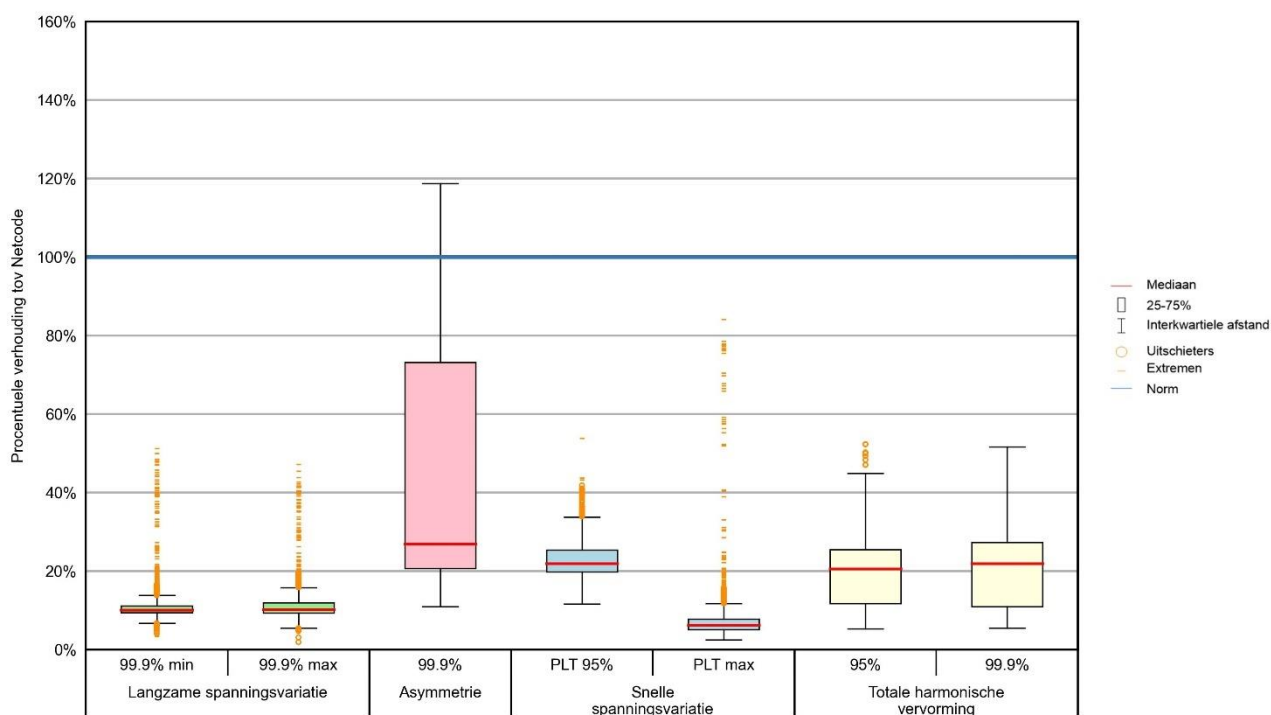
Over de spanningskwaliteit van het Net op Zee wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 20 meters. Deze zijn geïnstalleerd op 66 kV klantaansluitingen. Voor het Net op Zee geldt in alle situaties dat één meter de kwaliteit voor meerdere klantaansluitingen monitort. De platforms die het Net op Zee op dit moment telt, bevatten in totaal 61 klantaansluitingen. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het Net op Zee-meetsysteem. In 2024 hebben de meters 856 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij 20 van deze weekmetingen is een overschrijding geconstateerd op spanningsasymmetrie. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht.

Tabel 4.2 bevat een samenvatting van het aantal metingen en overschrijdingen. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2024 in het Net op Zee-net 97,6% van de weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.2: Metingen en overschrijdingen Net op Zee 66 kV, 2024

	Aantal	Over- schrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spannings- variatie	Spannings- asymmetrie	Snelle spannings- variatie	Harmonische
Weekmetingen	856	20	-	20	-	-
Meters	20	7	-	7	-	-

Figuur 4.2 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. Uit de figuur blijkt dat een deel van de meetwaarden van de asymmetrie boven de norm uitkomen. De overschrijdingen uit tabel 4.2 zijn zichtbaar in de uitschieters die boven de norm liggen.



Figuur 4.2: Continue verschijnselen Net op Zee 66 kV, 2024

4.1.3 110-150 kV

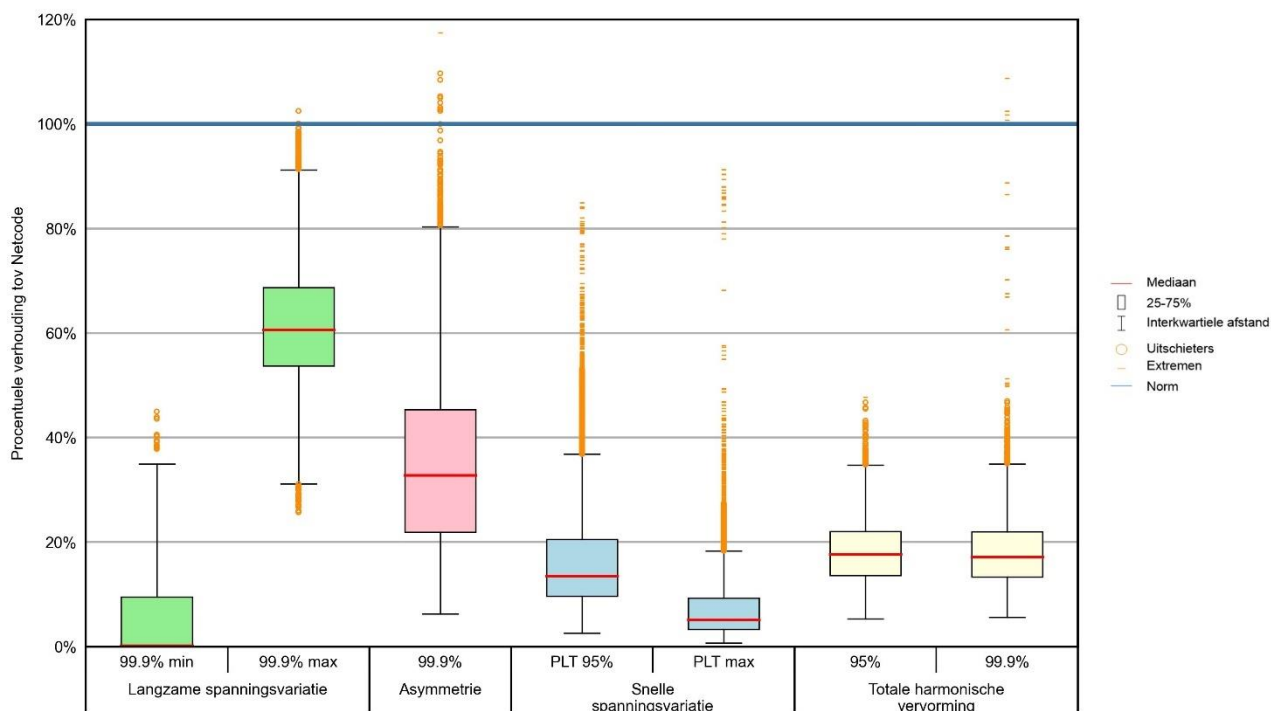
Over de spanningskwaliteit in het 110-150 kV-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 95 meters. In sommige situaties geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat één meter de kwaliteit voor meerdere klantaansluitingen monitort. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het 110-150 kV-meetsysteem. De meters hebben in 3075 volledige weekmetingen geregistreerd in 2024. Bij 16 van deze weekmetingen is tenminste één overschrijding geconstateerd. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht.

Tabel 4.3 bevat een samenvatting van het aantal metingen en overschrijdingen. Het komt voor dat binnen een weekmeting overschrijdingen van meerdere verschijnselen hebben plaatsgevonden. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2024 in het 110-150 kV-net 99,5% van deze weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.3: Metingen en overschrijdingen 110-150 kV HS, 2024

	Aantal	Over- schrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spannings- variatie	Spannings- asymmetrie	Snelle spannings- variatie	Harmonische
Weekmetingen	3075	16	1	12	-	3
Meters	95	10	1	8	-	3

Figuur 4.3 maakt de meetresultaten grafisch inzichtelijk voor elk van de continue verschijnselen. De overschrijdingen uit tabel 4.3 zijn zichtbaar in de uitschieters en extremen die boven de norm liggen.



Figuur 4.3: Continue verschijnselen 110-150 kV HS, 2024

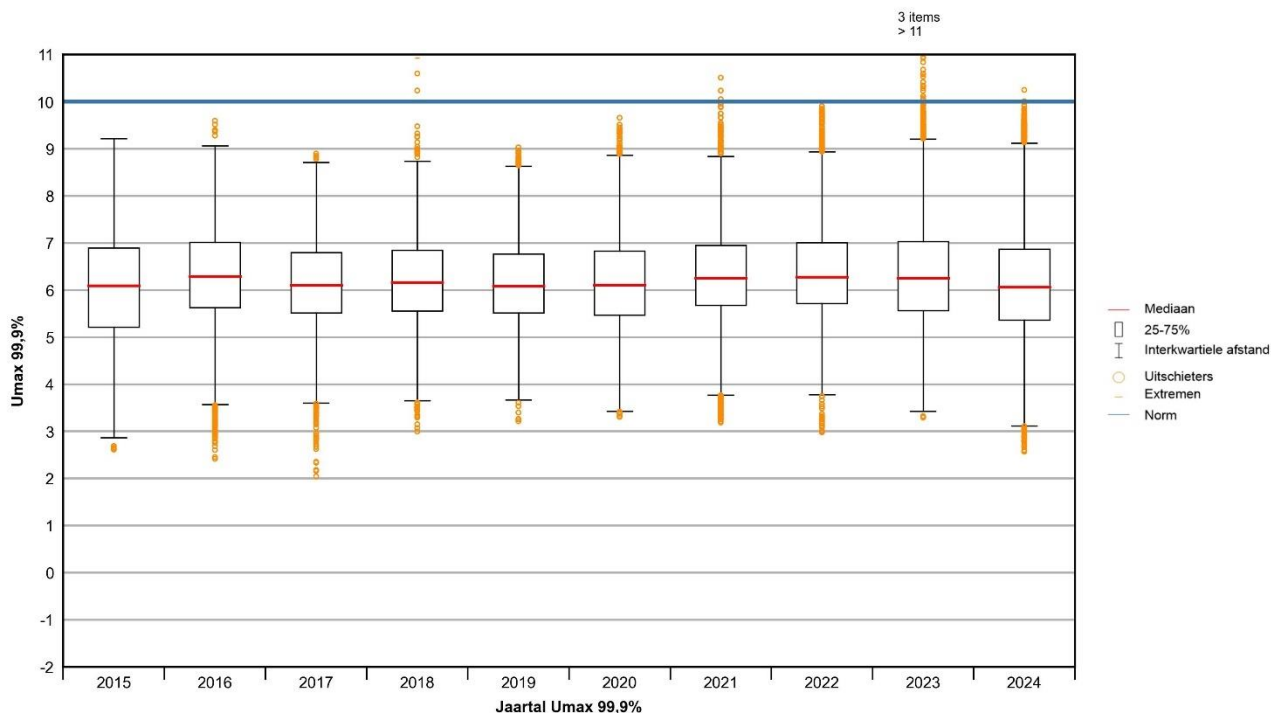
4.2 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de meetdata van het 110-150 kV-net over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan). Deze kan goed worden gebruikt voor de bepaling van een eventuele trend. Voor de trendanalyse wordt bij de verschijnselen langzame spanningsvariatie en asymmetrie gebruik gemaakt van de 99,9%-toetswaarden. Bij de andere figuren zijn de 95%-toetswaarden toegepast. In het 50-66 kV-net wordt sinds 2019 op meerdere meetlocaties gemeten. Van voorgaande jaren is slechts een beperkte meterpopulatie beschikbaar. Voor Net op Zee 66 kV wordt dit jaar voor het vierde jaar gerapporteerd. Om deze redenen is alleen voor het 110-150 kV-net een trendanalyse uitgevoerd.

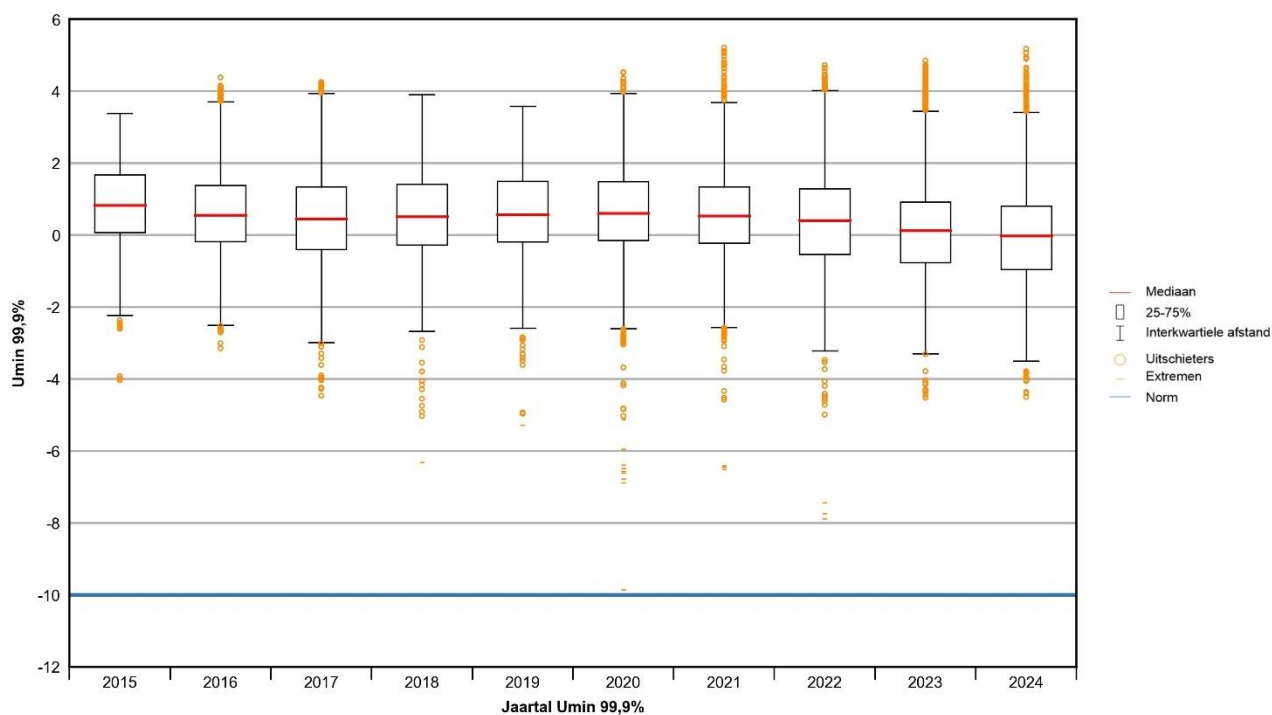
In de loop der jaren zijn binnen het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief van de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het 110-150 kV-net over de afgelopen 10 jaar zijn:

- 2015-2017: de meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar ruim 100 meters;
- 2016: acht meters zijn verkeerd aangesloten en zijn opnieuw geïnstalleerd;
- 2017-2018: circa vijf meters zonder klantaansluiting zijn uit de rapportagepopulatie verwijderd;
- 2020: per aansluiting wordt slechts één meter meegenomen (dubbele meters worden niet meer meegenomen).

De figuren 4.4 en 4.5 tonen de trendanalyses van de langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}). Uit de figuren blijkt dat een deel van de meetwaarden van 'U_{max}' in sommige jaren boven de norm (blauwe lijn) uitkomen. Zie bijvoorbeeld 2018, 2021 en 2024 waar diverse meetwaarden boven de norm zijn gemeten. Ook in 2024 is 1 waarde boven de norm geconstateerd. De norm van 'U_{max}' is het gecontracteerde spanningsniveau plus 10% voor 99,9% van de tijd. Op basis van de mediaan is het beeld vrij constant.

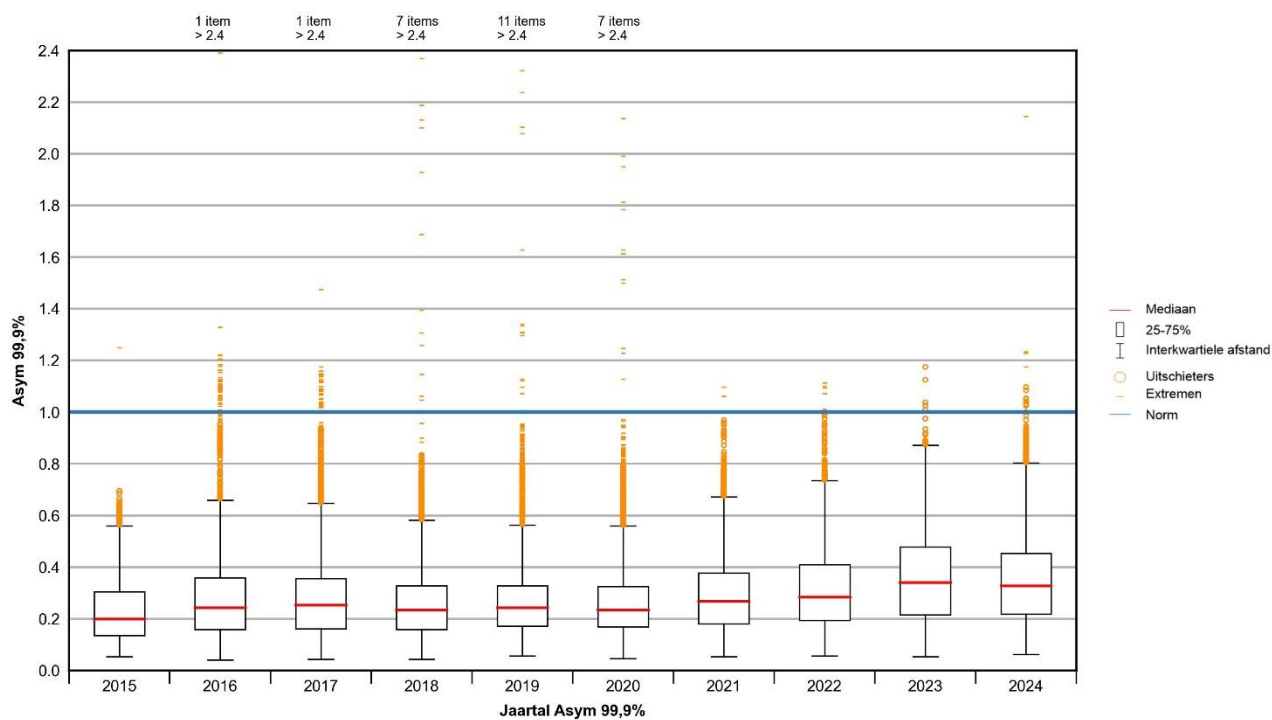


Figuur 4.4: Langzame spanningsvariatie U_{max} 110-150 kV-net, 2015-2024



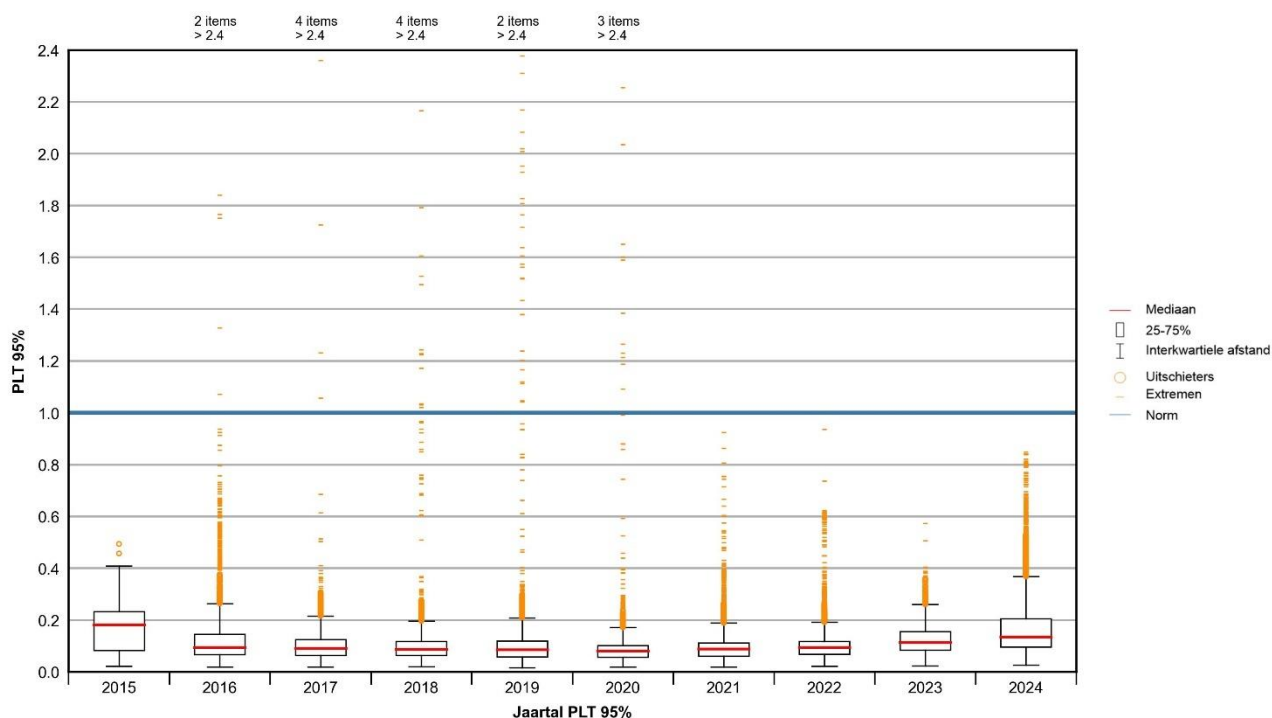
Figuur 4.5: Langzame spanningsvariatie U_{min} 110-150 kV-net, 2015-2024

Figuur 4.6 bevat de trendanalyse van spanningsasymmetrie. De afname in het aantal overschrijdingen tussen 2020 en 2021 komt door het vervangen van de defecte PQ-meter op station Waalhaven. De meetdata zijn achteraf niet gecorrigeerd. De toename in overschrijdingen na 2021 wordt met name veroorzaakt door de toename van stromen in niet getransponeerde bovengrondse verbindingen in combinatie met onderhoudssituaties. TenneT heeft haar beleid daarop aangepast door het toepassen van fasewisselingen.



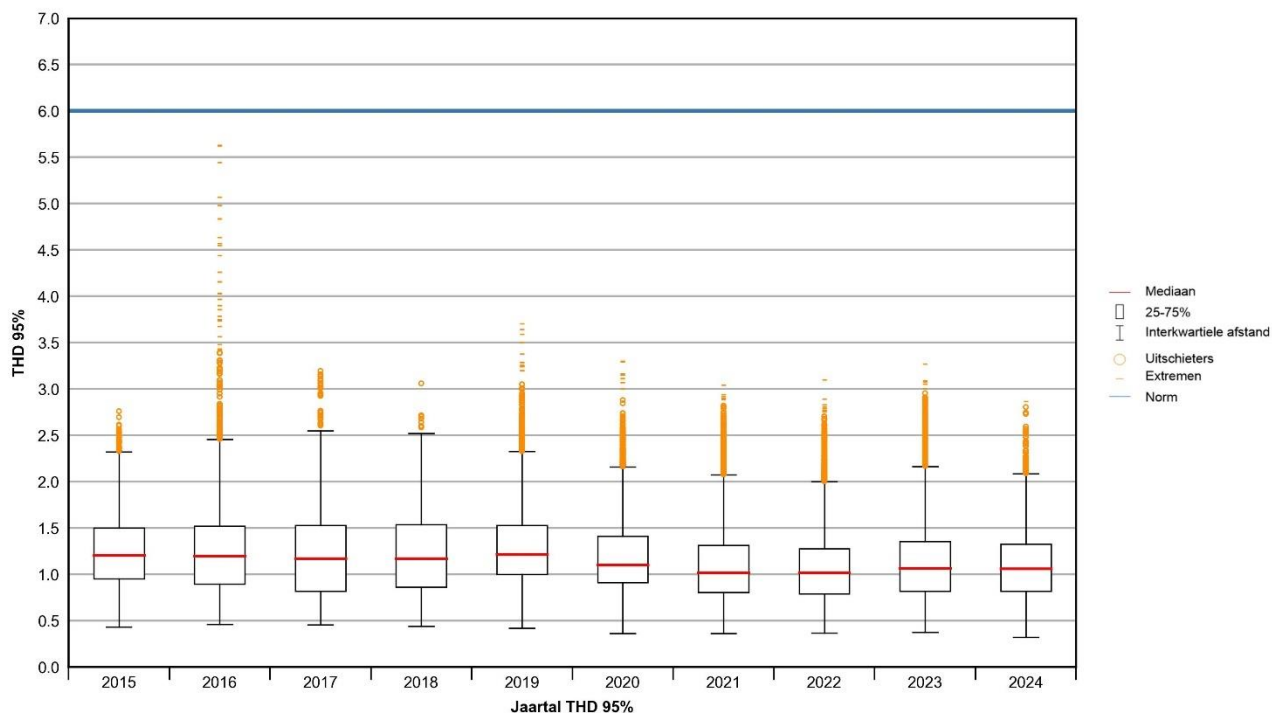
Figuur 4.6: Spanningsasymmetrie 110-150 kV-net, 2015-2024

In *figuur 4.7* is de trendanalyse van de snelle spanningsvariatie (PLT) weergegeven. De helft van de meetwaarden bevindt zich binnen de 'box' en ligt onder de 0,25. In de periode 2014-2016 zien we een daling van de mediaan naar 0,1. De extremen van de voorgaande jaren traden voornamelijk op één meetlocatie op (Waalhaven), zie ook de opmerking bij de vorige figuur.



Figuur 4.7: Snelle spanningsvariatie PLT 110-150 kV-net, 2015-2024

Figuur 4.8 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit de figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. De mediaan laat vanaf 2020 een licht dalende trend zien (in tegenstelling tot LS- en MS). Vanaf 2022 is de mediaan vrij constant.



Figuur 4.8: THD 110-150 kV-net, 2015-2024

4.3 Spanningsdips

4.3.1 50-66 kV

In het 50-66 kV-net voldoen 19 meters aan de vereiste beschikbaarheid van minimaal 50% voor de registratie van spanningsdips over 2024. In het achtergronddocument is aangegeven welke meters dit zijn. In dit rapport wordt over deze meters gerapporteerd. Er zijn drie hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,22 dips per meter.

Deze vier geregistreerde spanningsdips zijn toe te schrijven aan twee gebeurtenissen. Deze gebeurtenissen zijn veroorzaakt door een 'Kortsluiting in het net', als genoemd in het zesde lid van de Netcode elektriciteit. 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.

In tabel 4.4 worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven. Categorie A betreft niet-hinderlijke spanningsdips en de categorieën B1, B2 en C vormen tezamen de hinderlijke spanningsdips. In principe geldt: hoe lager de restspanning en hoe langer de duur, hoe groter de kans op hinder bij de klant. Spanningsdips in categorie A hebben over het algemeen weinig impact op de klantinstallatie. De klant kan zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen.

Tabel 4.4: Aantal hinderlijke spanningsdips 50-66 kV-net, 2024

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Categorie A: niet-hinderlijk			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,22 Totaal: 4 (2 gebeurtenissen)	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	
$5 > u$				

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In tabel 4.5 is het 5-jaar gemiddelde van alle meters weergegeven. Vanwege het beperkte aantal spanningsdips is in deze paragraaf geen trendfiguur opgenomen.

Tabel 4.5: Aantal hinderlijke spanningsdips 50-66 kV-net, 2020-2024

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Categorie A: niet-hinderlijk			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,14 Totaal: 2,57	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,06 Totaal: 1,00	<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0,02 Totaal: 0,42	
$5 > u$				

4.3.2 Net op Zee 66 kV

In het Net op Zee-net voldoen ook 19 meters aan de vereiste beschikbaarheid voor de registratie van de spanningsdips. Voor 2024 geldt dat geen van deze meters een hinderlijke spanningsdip heeft geregistreerd. In *tabel 4.6* worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven.

Tabel 4.6: Spanningsdips Net op Zee 66 kV, 2024

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Categorie A: niet-hinderlijk			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	
$5 > u$				

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. Gezien het feit dat er pas drie jaar over spanningsdips wordt gerapporteerd en er in die periode geen hinderlijke dips zijn opgetreden, kan deze tabel nog niet worden opgesteld.

4.3.3 110-150 kV

In het 110-150 kV-net voldoen 78 meters aan de vereiste beschikbaarheid voor de registratie van de spanningsdips over het jaar 2024. In het achtergronddocument is aangegeven welke meters dit zijn. In dit rapport wordt over deze meters gerapporteerd.

Een gebeurtenis kan leiden tot een spanningsdip die op één of meerdere locaties geregistreerd kan worden. Het aantal geregistreerde spanningsdips ligt daardoor doorgaans hoger dan het aantal gebeurtenissen. Er hebben 3 gebeurtenissen plaatsgevonden, die op de diverse locaties tot in totaal 4 registraties van een hinderlijke spanningsdip hebben geleid. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,05 dips per meter (gemeten over het totaal aantal meters).

In *tabel 4.7* worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven. Van de drie gebeurtenissen die hebben plaatsgevonden, zijn er twee door 'Externe invloeden' en is er één in de categorie overig/onbekend.

Tabel 4.7: Spanningsdips 110-150 kV-net, 2024

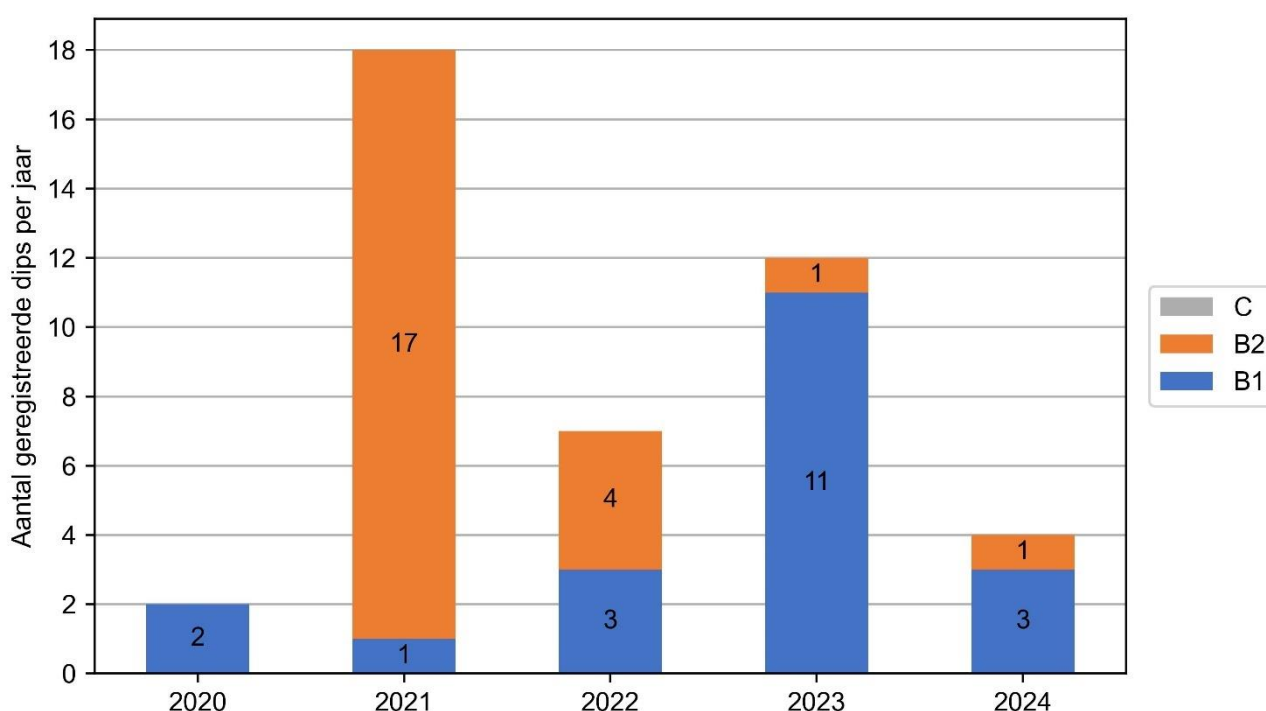
Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Categorie A: niet-hinderlijk			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,04 Totaal: 3 (2 gebeurtenissen)	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,01 Totaal: 1 (1 gebeurtenissen)	<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	
$5 > u$				

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In *tabel 4.8* is het 5-jaar gemiddelde van alle meters weergegeven.

Tabel 4.8: Spanningsdips 110-150 kV-net, 2020-2024

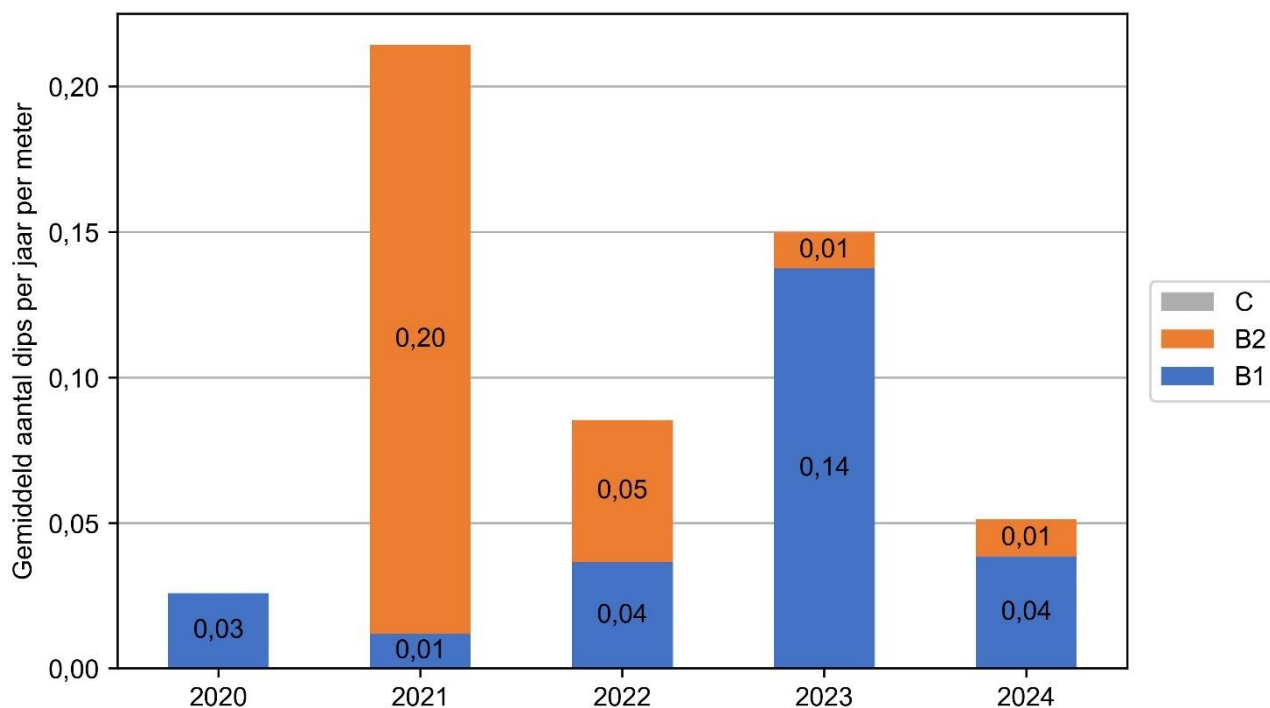
Restspanning U (%)	Duur t (ms)					
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000		
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk					
80 > u ≥ 70						
70 > u ≥ 40						
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,05 Totaal: 4,13	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,06 Totaal: 4,65			<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0	
5 > u						

Figuur 4.9 bevat een weergave van het aantal hinderlijke spanningsdips dat per jaar is geregistreerd over de afgelopen vijf jaar in het 110-150 kV-net. Het aantal dips is per categorie weergegeven. De figuur maakt duidelijk dat het aantal dips per jaar sterk fluctueert.



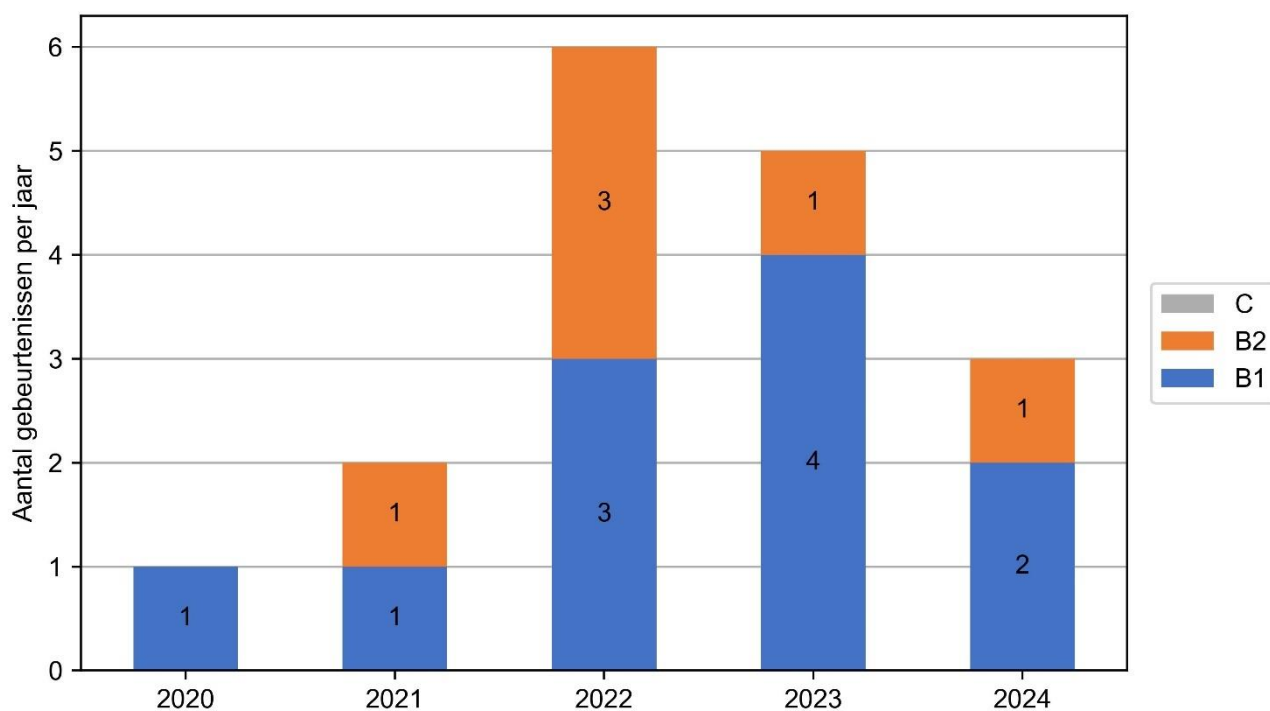
Figuur 4.9: Aantal geregistreerde spanningsdips per jaar 110-150 kV HS, 2020-2024

Het aantal meetlocaties kan van jaar tot jaar veranderen en van invloed zijn op het aantal hinderlijke spanningsdips dat per jaar wordt geregistreerd. Figuur 4.10 bevat een weergave van het gemiddelde aantal hinderlijke spanningsdips per categorie per meetlocatie over de afgelopen vijf jaar. De figuur laat zien dat het aantal dips per meetlocatie per jaar over de afgelopen vijf jaar een vergelijkbaar patroon vertoont als het totaal aantal dips per jaar.



Figuur 4.10: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips per locatie 110-150 kV HS, 2020-2024

Figuur 4.11 bevat een weergave van het aantal gebeurtenissen per categorie over de afgelopen vijf jaar.



Figuur 4.11: Aantal gebeurtenissen per jaar 110-150 kV HS, 2020-2024

5. Extra hoogspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten en trendanalyses van de spanningskwaliteitsmetingen die in het EHS-net zijn uitgevoerd. De volgende verschijnselen worden beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips.

Er zijn drie paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten van 2024. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

5.1 Meetresultaten

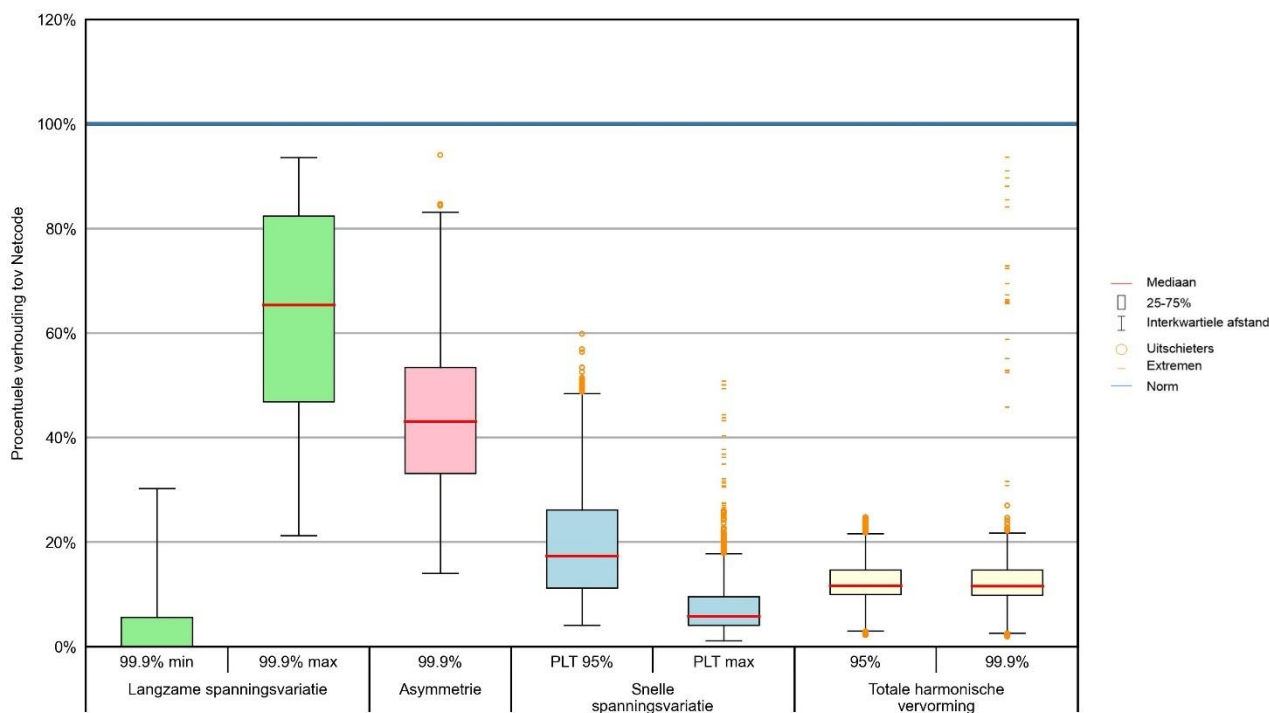
Over de spanningskwaliteit in het EHS-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 16 meters. In sommige situaties geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat één meter de kwaliteit op meerdere locaties monitort. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het EHS meetsysteem. De meters hebben 631 volledige weekmetingen geregistreerd in 2024. Bij geen van deze weekmetingen is een overschrijding geconstateerd.

Tabel 5.1 bevat een samenvatting van het aantal metingen en overschrijdingen. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2024 in het EHS-net 100% van deze weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 5.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen EHS, 2024

	Aantal	Overschrijding en	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische
Weekmetingen	631	-	-	-	-	-
Meters	16	-	-	-	-	-

Figuur 5.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk.



Figuur 5.1: Continue verschijnselen EHS, 2024

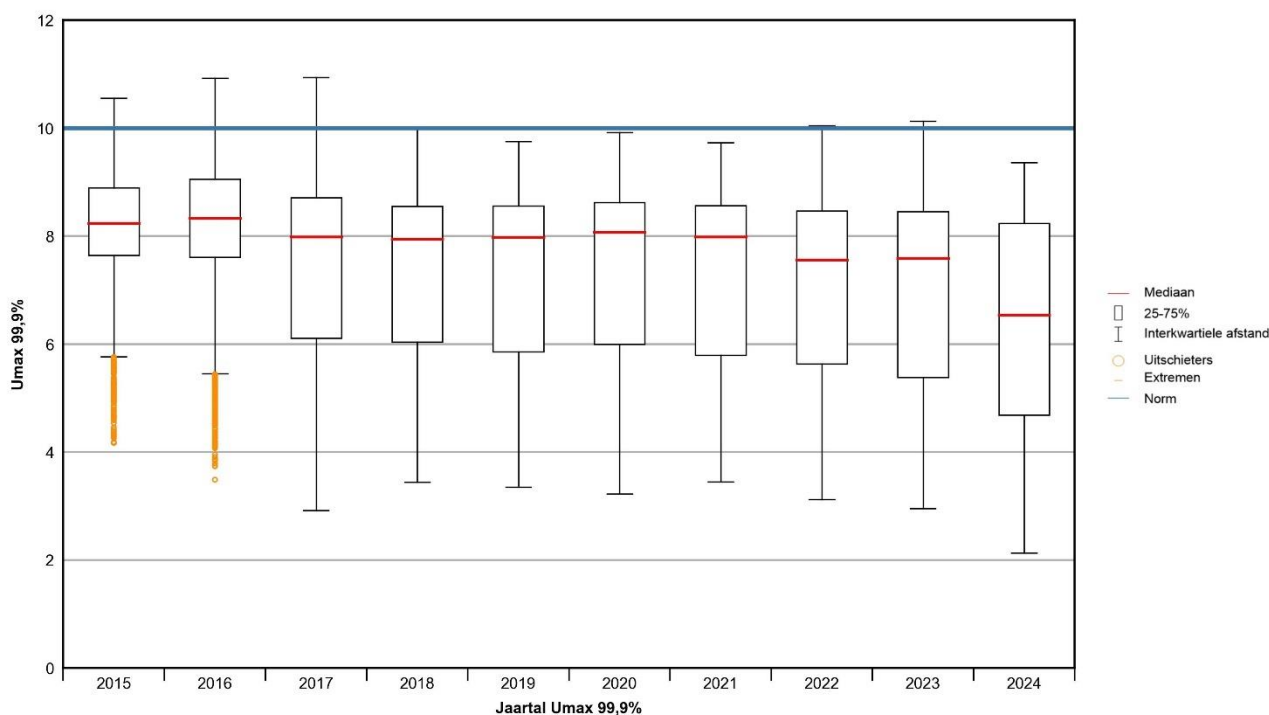
5.2 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de meetdata van het gehele EHS-net over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan) en wordt gebruikt voor bepaling van een eventuele trend. Voor de trendanalyse wordt bij de verschijnselen langzame spanningsvariatie en asymmetrie gebruik gemaakt van de 99,9%-toetswaarden. Bij de andere figuren zijn de 95%-toetswaarden toegepast.

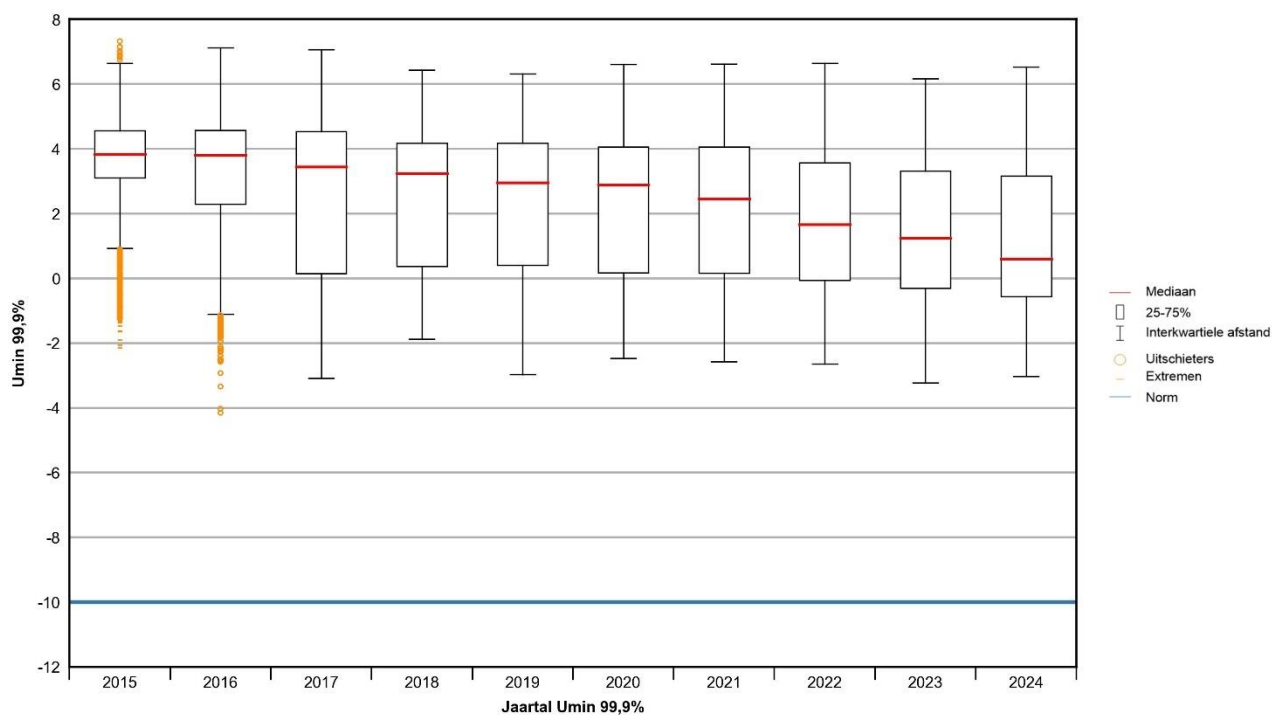
In de loop der jaren zijn binnen het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief van de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het EHS-net over de afgelopen tien jaar zijn:

- 2015: overgang naar eenzelfde klasse A meetsysteem als het HS-net;
- 2016: drie meters blijken verkeerd aangesloten te zijn en zijn opnieuw geïnstalleerd;
- 2017: zes meters zonder klantaansluiting zijn uit de rapportagepopulatie verwijderd;
- 2020: per aansluiting wordt slechts één meter meegenomen, dubbele meters worden niet meer meegenomen.

De figuren 5.2 en 5.3 tonen de trendanalyses van de langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}). Uit de figuren blijkt dat een deel van de meetwaarden van 'U_{max}' in de meeste jaren boven de norm (blauwe lijn) uitkomen. De norm van 'U_{max}' is het gecontracteerde spanningsniveau, plus 10%, voor 99,9% van de tijd. Zowel de mediaan van 'U_{max}' als die van 'U_{min}' laat de laatste jaren een dalende trend zien. In 2024 heeft de verdere daling geleid tot 0 overschrijdingen.

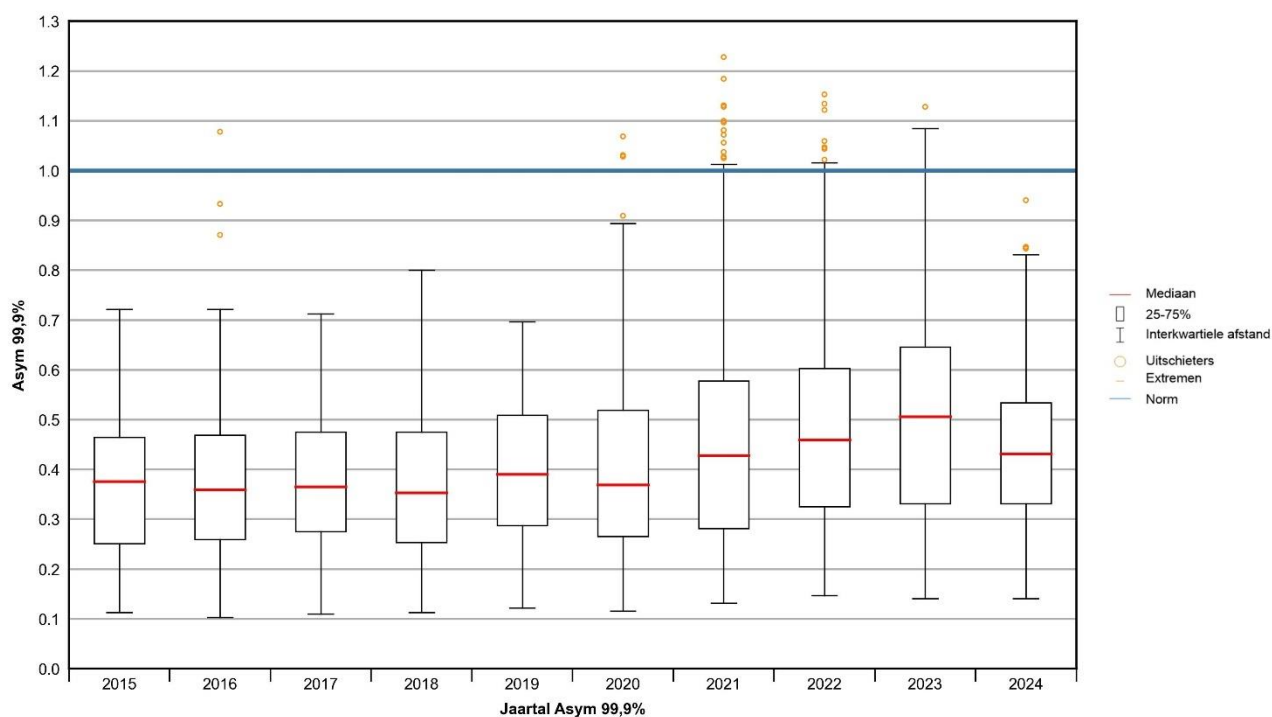


Figuur 5.2: Langzame spanningsvariatie U_{max} EHS, 2015-2024



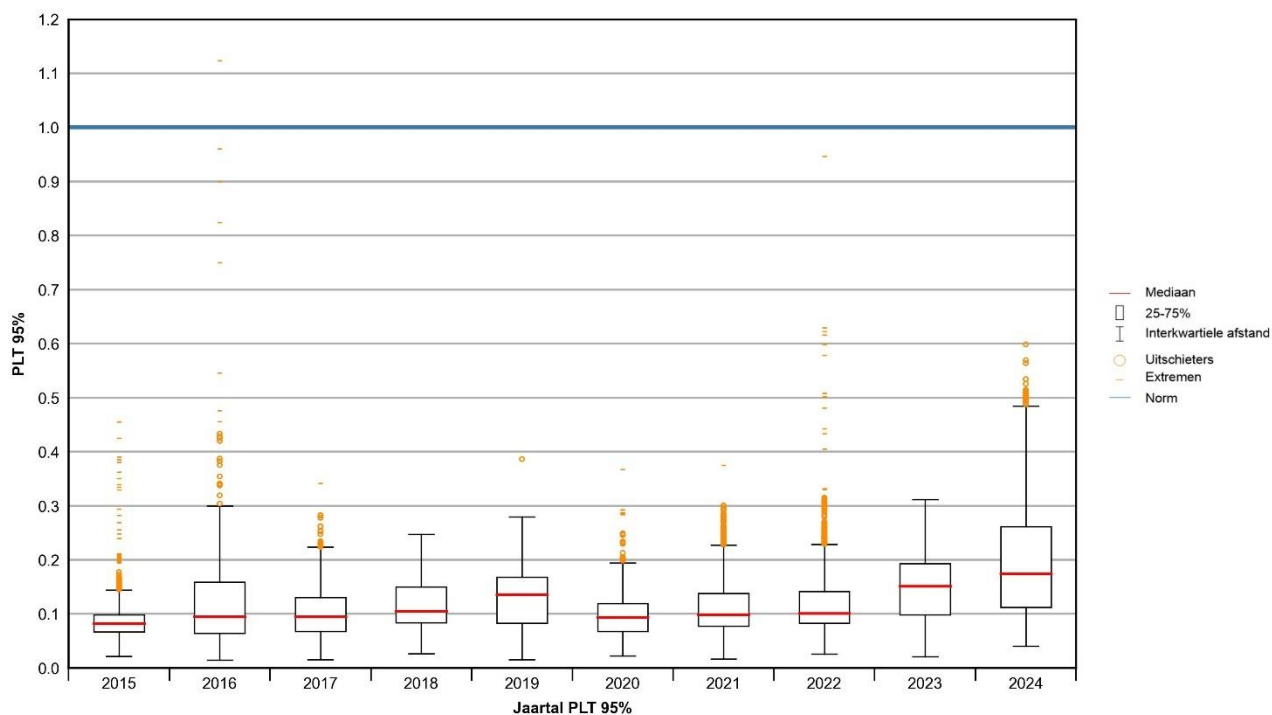
Figuur 5.3: Langzame spanningsvariatie Umin EHS, 2015-2024

Figuur 5.4 laat de trendanalyse van spanningsasymmetrie zien. De overschrijdingen zijn zichtbaar in de uitschieters die boven de norm liggen. De mediaan laat sinds 2020 een stijging zien. In 2024 is een daling zichtbaar.



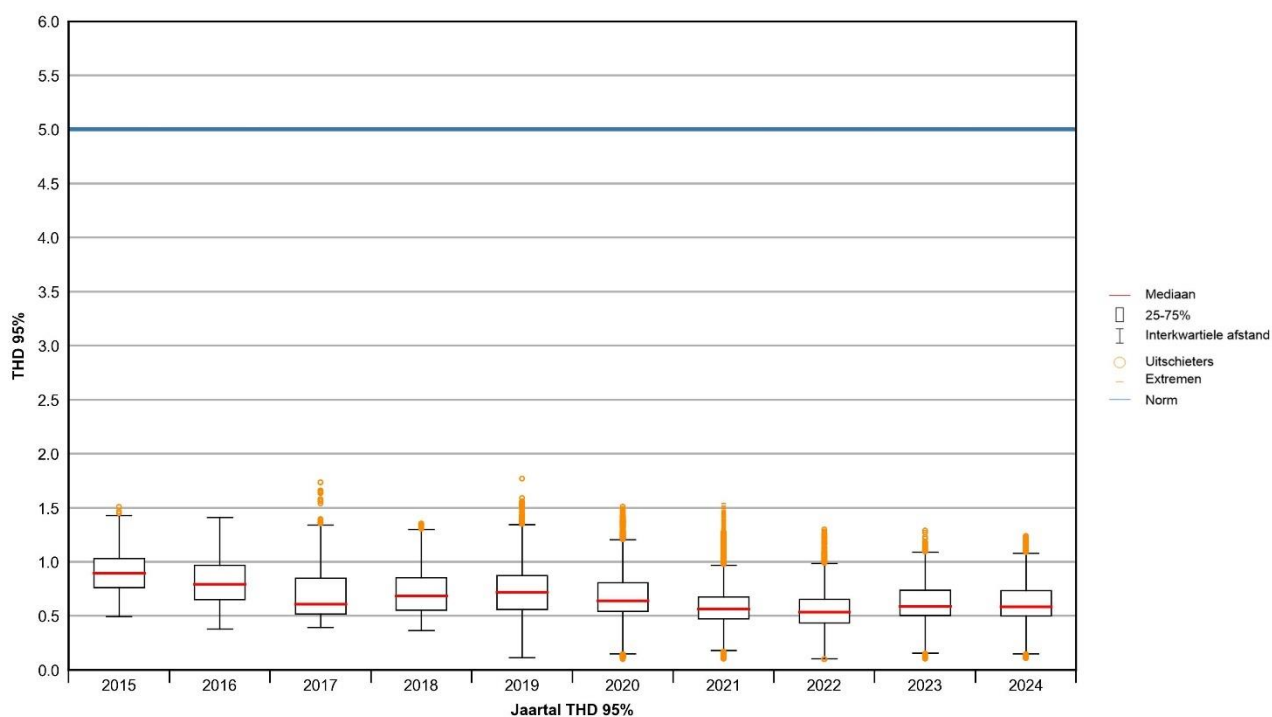
Figuur 5.4: Spanningsasymmetrie EHS, 2015-2024

Figuur 5.5 bevat de trendanalyse van het verschijnsel snelle spanningsvariatie (PLT). Uit de figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm en dat de mediaan schommelt rond de 0,1%. Er is geen eenduidige trend waarneembaar. Vanaf 2023 is wel een stijging van de waarde opgetreden.



Figuur 5.5: Snelle spanningsvariatie PLT EHS, 2015-2024

Figuur 5.6 toont de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD). De meetwaarden liggen ruimschoots onder de norm. De mediaan laat een dalende trend zien vanaf 2015 tot 2021. Vanaf 2021 is de waarde vrijwel constant.



Figuur 5.6: THD EHS, 2015-2024

5.3 Spanningsdips

In het EHS-net voldoen 15 meters aan de vereiste beschikbaarheid voor de registratie van de spanningsdips. In het achtergronddocument is aangegeven welke meters dit zijn. In dit rapport wordt over deze meters gerapporteerd. Voor 2024 geldt dat geen van deze meters een hinderlijke spanningsdip heeft geregistreerd. In *tabel 5.2* is een overzicht weergegeven van het aantal hinderlijke spanningsdips per subcategorie.

Tabel 5.2: Spanningsdips EHS, 2024

Restspanning U (%)	Duur t (ms)				
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk				
80 > u ≥ 70					
70 > u ≥ 40					
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)			<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)
5 > u					

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In *tabel 5.3* is het 5-jaargemiddelde van alle meters weergegeven. Vanwege het beperkte aantal spanningsdips is in deze paragraaf geen trendfiguur opgenomen.

Tabel 5.3: Spanningsdips EHS, 2020-2024

Restspanning U (%)	Duur t (ms)				
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk				
80 > u ≥ 70					
70 > u ≥ 40					
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u>	<u>Categorie B2</u>			<u>Categorie C</u>
5 > u	Gemiddeld: 0 Totaal: 0	Gemiddeld: 0,12 Totaal: 1,81			Gemiddeld: 0 Totaal: 0

Bijlagen

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2015-2024

34

Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen

35

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2015 – 2024

Tabel A.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen per net, 2015 – 2024

Jaar	Netvlak	Aantal bruikbare weekmetingen	Aantal weekmetingen met overschrijding			
			Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische (incl. THD)
2024	LS	260	-	-	2	4
	MS	257	-	-	-	1
	HS 50-66 kV	635	-	-	-	-
	HS Net op Zee	856	-	20	-	-
	HS 110-150 kV	3075	1	12	-	3
	EHS	631	-	-	-	-
2023	LS	257	-	1	2	5
	MS	245	-	1	1	1
	HS 50-66 kV	789	-	-	-	-
	HS Net op Zee	686	-	79	-	8
	HS 110-150 kV	3596	9	5	-	-
	EHS	734	1	3	-	-
2022	LS	262	-	-	2	4
	MS	268	-	1	-	1
	HS 50-66 kV	957	-	-	-	-
	HS Net op Zee	438	-	179	1	1
	HS 110-150 kV	3794	-	5	-	-
	EHS	762	1	12	-	-
2021	LS	264	-	1	1	3
	MS	264	-	-	1	1
	HS 50-66 kV	803	-	-	-	-
	HS Net op Zee	312	-	143	4	-
	HS 110-150 kV	3891	2	2	-	-
	EHS	688	-	15	-	-
2020	LS	241	-	-	1	1
	MS	258	-	-	-	1
	HS 50-66 kV	863	-	-	1	-
	HS 110-150 kV	3.655	-	19	9	-
	EHS	697	-	3	-	-
2019	LS	268	-	-	3	.*
	MS	260	-	-	-	-
	HS 50-66 kV	589	-	-	-	-
	HS 110-150 kV	3707	-	22	16	-
	EHS	863	-	-	-	-
2018	LS	266	-	1	-	52
	MS	268	-	-	-	2
	HS 50-66 kV	192	-	-	-	-
	HS 110-150 kV	3423	1	10	19	-
	EHS	834	-	-	-	-
2017	LS	264	-	-	2	45
	MS	265	-	-	-	-
	HS 50-66 kV	176	-	-	-	3
	HS 110-150 kV	3567	-	53	4	-
	EHS	888	68	-	-	-
2016	LS	263	-	-	2	60
	MS	264	-	1	2	1
	HS	3439	-	53	5	24
	EHS	1010	121	1	1	-
2015	LS	266	-	-	2	58
	MS	269	-	-	2	-
	HS	1265	-	1	-	-
	EHS	650	35	-	18	-

* In 2019 is het addendum NEN-EN 50160/A3 verschenen. Deze bevat nieuwe voorwaarden voor de 15e en 21e harmonischen in het LS-net. Hierdoor zijn er geen overschrijdingen (meer) bij dit verschijnsel. Zie het achtergronddocument voor meer informatie.

Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen

In deze bijlage worden de overschrijdingen per net en spanningsverschijnsel nader toegelicht. De inhoud voor de toelichtingen is door desbetreffende netbeheerder aangeleverd.

LS	9 ^e Harmonische: op 1 fase		
	Meetperiode: 3 - 10 juni 2024	Locatie: Bergen op Zoom	
	Grenswaarden 95%: 9 ^e Harmonische: 1,5%	Stedelijkheid: Sterk stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 9 ^e Harmonische: 1,76 %	Klantaansluiting: huishouden	
Wat gebeurde er? Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een klant is een overschrijding geconstateerd op de 9 ^e harmonische bij een van de fasen. De overschrijding betreft de 95% waarde.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? Hogere harmonischen kunnen schade aan apparatuur veroorzaken. In het geval van deze overschrijding leert navraag bij klanten in de omgeving dat zij geen hinder van de overschrijding hebben ondervonden.			
Wat was de oorzaak? Na de eerste meting is er nog een hermeting uitgevoerd op dezelfde locatie. Hieruit bleek de overschrijding niet meer aanwezig te zijn.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Omdat de klant geen problemen ervaart, en de overschrijding een tijdelijk karakter heeft, worden er vooralsnog geen verdere maatregelen genomen.			

LS	Totale harmonische vervuiling (THD) en 5 ^e en 7 ^e Harmonische		
	Meetperiode: 10 – 17 juli 2024	Locatie: Moerdijk	
	Grenswaarden: THD 95%: 8 5 ^e Harmonische 95%: 6% 7 ^e Harmonische 95%: 5 %	Stedelijkheid: Matig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: THD 95%: 8.84 5 ^e Harmonische 95%: 6,94% 7 ^e Harmonische 95%: 5.27%	Klantaansluiting: huishouden	

Wat gebeurde er? Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een huishoudelijke klant zijn er drie overschrijdingen geconstateerd – de 5 ^e en 7 ^e harmonische en THD-waarde.	
Welke gevolgen had dit voor klanten? Hogere harmonischen kunnen schade aan apparatuur veroorzaken. In het geval van deze overschrijding gaf de klant aan geen problemen te ervaren.	
Wat was de oorzaak? Na de eerste meting is er nog vervolgonderzoek uitgevoerd. Dit vervolgonderzoek heeft geen directe veroorzaker opgeleverd.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Er zijn geen verdere maatregelen genomen.	

LS	Snelle spanningsvariatie: een fase overschrijding		
	Meetperiode: 02 – 09 augustus 2024	Locatie: Sint-Michielsgestel	
	Grenswaarden 95%: 1,00	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,24	Klantaansluiting: rioolkast	
Wat gebeurde er? Bij een weekmeting is een overschrijding van de snelle spanningsvariatie (P_{LT}) geconstateerd. De overschrijding betreft de 95%-waarde.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? In het algemeen kan een overschrijding van de P_{LT} -waarde flikkering van licht tot gevolg hebben. In dit specifieke geval gaat het om een onbemande rioolkast. Daar kan geen hinder ontstaan.			
Wat was de oorzaak? Er is een hermeting gedaan. Die toonde geen overschrijding. Een veroorzaker is niet gevonden.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Er zijn geen verdere maatregelen genomen.			

LS	Totale harmonische vervuiling (THD) en 5 ^e Harmonische		
	Meetperiode: 13 – 20 september 2024	Locatie: Sint-Michielsgestel	
	Grenswaarden: THD 95%: 8% 5 ^e Harmonische 95%: 6%	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: THD 95%: 9,15% 5 ^e Harmonische 95%: 7,57%	Klantaansluiting: huishouden	
Wat gebeurde er? Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een huishoudelijke klant zijn er twee overschrijdingen geconstateerd – de 5 ^e harmonische en THD-waarde.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? Hogere harmonischen kunnen schade aan apparatuur veroorzaken. In het geval van deze overschrijding gaf de klant aan geen problemen te ervaren.			
Wat was de oorzaak? Na de eerste meting is er nog vervolgonderzoek uitgevoerd. Dit vervolgonderzoek heeft geen directe veroorzaker opgeleverd.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Er zijn geen verdere maatregelen genomen.			

LS	Snelle spanningsvariatie: een fase overschrijding		
	Meetperiode: 17 – 24 oktober 2024	Locatie: s-Hertogenbosch	
	Grenswaarden 100%: 1	Stedelijkheid: Zeer sterk stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,03	Klantaansluiting: huishouden	
Wat gebeurde er? Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een klant is een overschrijding op het gebied van snelle spanningsvariatie (P_{LT}) geconstateerd.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? De klant had geen last van de snelle spanningsvariatie.			
Wat was de oorzaak? Na de meting is er nog vervolgonderzoek uitgevoerd. Dit vervolgonderzoek heeft geen directe veroorzaker opgeleverd.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Omdat er verder geen klachten vanuit de omgeving bekend zijn, ondernemen we vooralsnog geen verder actie.			

LS	5 ^e Harmonische		
	Meetperiode: 28 mei – 4 juni 2024	Locatie: Reimerswaal	
	Grenswaarden 95%: 6%	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 6.16%	Klantaansluiting: Huishouden	
Wat gebeurde er? Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een huishoudelijke klant is er overschrijding met 0.16% op de 5 ^e harmonische gemeten.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? Hogere harmonischen kunnen schade aan apparatuur veroorzaken. Bij deze meting was er een geringe overschrijding van de limiet. In het geval van deze overschrijding zijn er geen klachten geweest vanuit de klant			
Wat was de oorzaak? Er was geen duidelijke oorzaak van de overschrijding aan te wijzen. Vervolgonderzoek heeft nog niet plaatsgevonden.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Omdat er verder geen klachten zijn vanuit de klant of andere aangeslotenen in deze omgeving is er vooralsnog geen verdere actie ondernomen.			

MS			
6 ^e Harmonische en 8 ^e Harmonische			
	Meetperiode: 03 – 10 december 2024	Locatie: Doesburg	
	Grenswaarden: 6 ^e Harmonische 95%: 0.5% 6 ^e Harmonische 99.9%: 0.75% 8 ^e Harmonische 95%: 0.5% 8 ^e Harmonische 99.9%: 0.75%	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 6 ^e Harmonische 95%: 0.59% 6 ^e Harmonische 99.9%: 0.93% 8 ^e Harmonische 95%: 0.74% 8 ^e Harmonische 99.9%: 1.16%	Klantaansluiting: Industrie	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting bij een industriële klant is een overschrijding geconstateerd in de 6^e en 8^e harmonische spanning. De overschrijding betreft de 95%- waarde en de 99,9%- waarde. De limiet voor deze spanningen is zeer strikt (respectievelijk 0,50% en 0,75%).

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

De spanning is sinusvorming en heeft een basisfrequentie van 50 Hz. Er is sprake van harmonische vervorming wanneer er in de spanning andere frequenties met een veelvoud van deze basisfrequentie aanwezig zijn. Mogelijke gevolgen van deze vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Zie het achtergronddocument voor meer informatie.

In het geval van deze overschrijding zijn er geen klachten van deze klant of omliggende klanten bekend bij de netbeheerder. Deze klant heeft twee eigen velden op een nabijgelegen onderstation, dus er zijn geen andere aangesloten op de betreffende verbindingen. De eventuele gevolgen voor andere klanten zijn daarmee beperkt.

**Wat was de oorzaak?**

Onderzoek is nog gaande, maar vermoedelijk is de industriële klant zelf de veroorzaker van de overschrijding. De tijdstippen met een verhoogde 6^e en 8^e harmonische spanning komen grotendeels overeen met de tijdstippen van een (hoge) elektriciteitsvraag door de klant.

**Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?**

Er is een hermeting uitgevoerd in januari 2025. Bij deze hermeting is eveneens een significante 6^e en 8^e harmonische spanning gemeten, hoewel deze nu alleen de 99,9%- waarde overschreed. Eventuele vervolgacties moeten nog worden bepaald.



HS	Spanningsasymmetrie: overschrijdingen		
	Meetperiode: 2024	Locatie: Zeeland en Net op Zee	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: HS304: 1,05% (wk1) HS311: 1.03% (wk1) HS312: <u>1.18% (wk1)</u> , 1.03% (wk 9), 1.11% (wk13), 1.01% (wk14), 1.10% (wk 22), 1.01% (wk 27), 1.09% (wk32), 1.09% (wk34), 1.08% (wk 37), 1.08% (wk39), 1.03% (wk 40), 1.01% (wk 49), 1.04% (wk 51) HS319: 1.06% (wk1) HS320: 1.09% (wk1), 1.01% (wk 37) HS328: 1.04% (wk1) HS329: 1.03% (wk1)	Klantaansluiting: Meerdere elektriciteitsproductie-eenheden	

Wat gebeurde er? Diverse PQ meters op de offshore-platforms van Borssele en één PQ meter op het aangrenzende 380 kV onshore station hebben gedurende het hele jaar overschrijdingen gemeten van de asymmetrie	
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.	
Wat was de oorzaak? Het is aannemelijk dat de asymmetrie is ontstaan is door de beïnvloeding uit het 380 kV-net. In dit gedeelte van het net zijn geen fasewisselingen toegepast. Door de hogere stromen afkomstig van de wind op zee neemt de asymmetrie toe in dit gedeelte van het net.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid aangepast om de asymmetrie te beperken. Dat geldt zowel voor lange kabelverbindingen als voor lijnen. Ten opzichte van andere landen is de Nederlandse limiet streng. Er is een werkgroep gestart om te beoordelen of een versoepeling mogelijk is.	

HS Spanningsasymmetrie: overschrijdingen			
	Meetperiode: week 8, 28	Locatie: Rotterdam Waalhaven (HS096)	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: Week 8: 1,22% Week 28: 2,14%	Klantaansluiting: Grootverbruiker	

Wat gebeurde er?

In week 8 is op 22-2 tussen 7:20 en 23-2 14:30 een hoge asymmetrie gemeten
In Week 28 is tot 10-7 8:20 een hoge asymmetrie gemeten

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.

**Wat was de oorzaak?**

Het is aannemelijk dat deze overschrijding komt door een fout in het meetcircuit. In station Rotterdam Waalhaven zijn er meerdere aangeslotenen waarvan de spanningskwaliteit gemeten wordt. In de normale bedrijfsvoering situatie komt de meetspanning uit de meetomvormer uit het veld van de betreffende aangeslotenen (voor HS096 is dat veld 24). Vermoedelijk was tijdens werkzaamheden de spanning afkomstig uit veld 20. In dit veld bevindt zich ook een interne PQ meter. Het meetcircuit van HS095 gaf in het verleden problemen, wat de aanleiding om deze PQ meter te vervangen door een nieuwe PQ meter HS170 en de spanning te bepalen uit een ander veld (veld 13).

Merk op: Deze veronderstelling wordt bevestigd door de gemeten waardes in de omliggende 150kV stations Geervliet Noorddijk, Botlek en Ommoord. De gemeten asymmetrie is daar veel lager (ca. 25% van de gemeten waardes van HS096). Na afloop van de werkzaamheden is de spanning van HS096 weer in dezelfde orde grootte als deze andere PQ meters, wat de aanname bevestigd dat de spanning weer uit het oorspronkelijk veld bepaald is.

**Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?**

Eerder heeft TenneT de meter voor deze aangeslotene (HS095) reeds vervangen door HS170 en wordt de spanningskwaliteit via een andere meetomvormer in een ander veld bepaald.



HS	Langzame spanningsvariatie: overschrijdingen		
	Meetperiode: Week 21	Locatie: Winsum Ranum (HS065)	
	Grenswaarde 99,9%: 110,00%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde 99,9%: 110,24%	Klantaansluiting: Windpark	
Wat gebeurde er? Op 110 kV station Winsum Ranum wordt met een continue meting de spanningskwaliteit bewaakt. De PQ meter heeft een overschrijding geconstateerd van de langzame spanningsvariatie. De grenswaarde van dit verschijnsel is 10% gedurende 99,9% van de week.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? Langzame spanningsvariatie is een daling of stijging van het spanningsniveau. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. De internationaal vastgestelde maximale systeemspanning voor apparatuur van 123 kV is niet overschreden. Er zijn bij de netbeheerder ook geen klachten van klanten ontvangen.			
Wat was de oorzaak? De bedrijfsvoering zorgt ervoor dat de spanning binnen de limieten blijft. Ze maakt voor het bepalen van de spanning gebruik van een ander meetsysteem dan de PQ meters. De overschrijding is door het PQ systeem gemeten tijdens een onderhoudssituatie, waarbij, waarbij de spanning voor de bedrijfsvoering via een ander veld bepaald is. Deze meetomvormer heeft een kleine afwijking ten opzichte van de normaal gebruikte meetomvormer. Hierdoor heeft de bedrijfsvoerder tijdens de onderhoudssituatie een te lage spanning gezien en de (geringe) overschrijding van de grenswaarde niet waargenomen.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? De onderhoudssituatie is voorbij en de juiste meetwaarden worden weer doorgegeven.			

HS	Spanningsasymmetrie: overschrijdingen		
	Meetperiode: week 23	Locatie: Musselkanaal (HS043)	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,05%	Klantaansluiting: Elektriciteitsproductie-eenheid	

Wat gebeurde er? Tijdens week 23 heeft de PQ meter bij Musselkanaal opgeteld ca. 1u overschrijdingen van de asymmetrie gemeten.	
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.	
Wat was de oorzaak? Onderhoudswerkzaamheden in de circuits MSKZ-MSKZJB hebben ertoe geleidt dat een overschrijding is gemeten. Deze asymmetrie ontstaat door de beïnvloeding uit het 380 kV-net (combilijn) en het 110kV net (deels niet getransponeerde verbindingen). Met name bij onderhoudssituaties geeft dat een verhoging van de asymmetrie.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid aangepast om de asymmetrie te beperken. Dat geldt zowel voor lange kabelverbindingen als voor lijnen. Ten opzichte van andere landen is de Nederlandse limiet streng. Er is een werkgroep gestart om te beoordelen of een versoepeling mogelijk is.	

HS	Totale harmonische vervuiling (THD): overschrijding		
	Meetperiode: week 34	Locatie: Schoonebeek (HS035) Almelo Tusveld (HS037) Bargermeer (HS048)	
	Grenswaarde 99,9%: 7%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde 99,9%: HS035: 7,12% HS073: 7,17% HS048: 7,60%	Klantaansluiting: Grootverbruikers	
Wat gebeurde er? Op 19 augustus 2024 zijn op meerdere meters in het net een te hoge TDH gemeten voor een korte periode.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? De spanning is sinusvorming en heeft een basisfrequentie van 50 Hz. Er is sprake van harmonische vervorming wanneer er in de spanning andere frequenties met een veelvoud van deze basisfrequentie aanwezig zijn. Mogelijke gevolgen van deze vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Er heeft zich één aangeslotene gemeld bij TenneT.			
Wat was de oorzaak? Op 19 augustus 2024, tussen 8:08 en 10:11 uur, trad er een harmonische instabiliteit op in het Duitsland gebied Dörpen/West en Diele. Bij een frequentie dicht bij 500 Hz waren er spanningsschommelingen. Deze schommelingen werden waargenomen over een groot gebied in het net met afnemende intensiteit. Een aantal Duitse offshore-aansluitingen werd van het net losgekoppeld als gevolg van deze grote storing. Het voorval deed zich voor bij weinig wind, wat voor een ongunstige situatie zorgde. De evaluatie van de meetgegevens en uitgevoerde simulaties leidde tot de volgende analyse: Een kabel aansluiting in de buurt van het dorp Dörpen/West werd in bedrijf genomen voor testen. Deze nieuwe kabel verbinding leidde tot een 500Hz resonantie.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? De kabel is sindsdien niet meer in bedrijf geweest.			

HS	Spanningsasymmetrie: overschrijdingen		
	Meetperiode: week 37	Locatie: Coevorden (HS049)	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,18%	Klantaansluiting: Grootverbruik	

Wat gebeurde er?

In Coevorden is op 11-9 gedurende 4 10-minuut intervallen de asymmetrielimiet overschreden.

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.

**Wat was de oorzaak?**

In dit gebied worden 110kV en 380kV circuits gecombineerd in 1 mast (een zgn. combilijn). De asymmetrie wordt veroorzaakt door de invloed van het 380kV circuit en het 110kV net, wat hier niet getransponeerd is.

In week 37 trad de overschrijding op bij met name op toen het 110kV circuit tussen Veenoord en Coevorden uit bedrijf was. Er is een sterke relatie tussen de gemeten asymmetrie en het vermogen door de verbinding naar Hoogeveen

**Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?**

Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid aangepast om de asymmetrie te beperken. Dat geldt zowel voor lange kabelverbindingen als voor lijnen. Ten opzichte van andere landen is de Nederlandse limiet streng. Er is een werkgroep gestart om te beoordelen of een versoepeling mogelijk is.



HS	Spanningsasymmetrie: overschrijdingen		
	Meetperiode: week 41	Locatie: Wk 41: Schoonebeek (HS035) Wk 41: Bargermeer (HS048)	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: WK41: Schoonebeek: 1,03% WK41: Bargermeer: 1,23%	Klantaansluiting: Grootverbruiker	
Wat gebeurde er? De meters in Bargermeer en Schoonebeek hebben overschrijdingen geregistreerd van spanningsasymmetrie. De overschrijdingen vond plaats in week 41 en 44.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.			
Wat was de oorzaak? In dit gebied worden 110kV en 380kV circuits gecombineerd in 1 mast (een zgn. combilijn). De asymmetrie wordt veroorzaakt door de invloed van het 380kV circuit en het 110kV net, wat hier niet getransponeerd is.. In week 41 trad de overschrijding op bij met name op toen het 110kV circuit Bargermeer-Emmen Barger Oosterveld-Meeden uit bedrijf was. Tijdens deze onderhoudssituatie werd Bargermeer vanuit 1 in plaats van 2 richtingen gevoed.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid aangepast om de asymmetrie te beperken. Dat geldt zowel voor lange kabelverbindingen als voor lijnen. Ten opzichte van andere landen is de Nederlandse limiet streng. Er is een werkgroep gestart om te beoordelen of een versoepeling mogelijk is.			

HS				Spanningsasymmetrie: overschrijdingen	
	Meetperiode: week 44		Locatie: Week 44: Bargermeer (HS048)		
	Grenswaarde 99,9%: 1%		Stedelijkheid: Niet van toepassing		
	Hoogste meetwaarde: Wk44: Bargermeer: 1,03%		Klantaansluiting: Grootverbruiker		
Wat gebeurde er?					
De meters in Bargermeer is overschrijdingen geregistreerd van spanningsasymmetrie in 44.					
Welke gevolgen had dit voor klanten?					
We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.					
Wat was de oorzaak?					
In dit gebied worden 110kV en 380kV circuits gecombineerd in 1 mast (een zgn. combilijn). De asymmetrie wordt veroorzaakt door de invloed van het 380kV circuit en het 110kV net, wat hier niet getransponeerd is..					
In week 44 trad de overschrijding op toen het 110kV circuit Bargermeer- VO110 uit bedrijf was. Tijdens deze onderhoudssituatie werd Bargermeer vanuit 1 in plaats van 2 richtingen gevoed.					
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?					
Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid aangepast om de asymmetrie te beperken. Dat geldt zowel voor lange kabelverbindingen als voor lijnen. Ten opzichte van andere landen is de Nederlandse limiet streng. Er is een werkgroep gestart om te beoordelen of een versoepeling mogelijk is.					

HS Spanningsasymmetrie: overschrijdingen			
	Meetperiode: week 46	Locatie: Westermeerdijk: - HS063 - HS064	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: HS063: 1,03% HS064: 1,04%	Klantaansluiting: Windpark	
Wat gebeurde er? De meters bij Westermeerdijk hebben overschrijdingen geregistreerd van spanningsasymmetrie. De overschrijdingen vonden plaats in week 46			
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.			
Wat was de oorzaak? De asymmetrie die op Westermeerdijk gemeten wordt, wordt deels veroorzaakt het vermogen door de 110kV kabel circuits naar Emmeloord Zuidervaart (die in plat vlak liggen), en deels door propagatie van asymmetrie uit andere delen uit het net. De belangrijkste bijdrage is hier afkomstig uit het 380kV net. In een periode waarbij de 110kV kabelcircuits hoog belast waren, is ook het 380kV circuit tussen Lelystad en Diemen is kortdurend uit bedrijf genomen. Gedurende deze periode nam de asymmetrie ca 0.2% toe en is de limiet overschreden. Voor alle intervallen waarbij dit 380kV circuit in bedrijf was, werd voldaan aan de limiet			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid aangepast om de asymmetrie te beperken. Dat geldt zowel voor lange kabelverbindingen als voor lijnen. Ten opzichte van andere landen is de Nederlandse limiet streng. Er is een werkgroep gestart om te beoordelen of een versoepeling mogelijk is.			

HS				Spanningsasymmetrie: overschrijdingen			
	Meetperiode: week 48	Locatie: Westermeerdijk					
		- HS062 - HS063 - HS064					
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing					
	Hoogste meetwaarde: - HS062: 1,05% - HS063: 1,08% - HS064: 1,10%	Klantaansluiting:					

Wat gebeurde er? De meters bij Westermeerdijk hebben overschrijdingen geregistreerd van spanningsasymmetrie. De overschrijdingen vonden plaats in week 48						
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.						
Wat was de oorzaak? De asymmetrie die op Westermeerdijk gemeten wordt, wordt deels veroorzaakt het vermogen door de 110kV kabel circuits naar Emmeloord Zuidervaart (die in plat vlak liggen), en deels door propagatie van asymmetrie uit andere delen uit het net. De belangrijkste bijdrage is hier afkomstig uit het 380kV net. In een periode waarbij de 110kV kabelcircuits hoog belast waren, is ook het 380kV circuit tussen Zwolle en Meeden is kortdurend uit bedrijf genomen. Gedurende deze periode nam de asymmetrie ca 0.2% toe en is de limiet overschreden. Voor alle intervallen waarbij dit 380kV circuit in bedrijf was, werd voldaan aan de limiet						
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid aangepast om de asymmetrie te beperken. Dat geldt zowel voor lange kabelverbindingen als voor lijnen. Ten opzichte van andere landen is de Nederlandse limiet streng. Er is een werkgroep gestart om te beoordelen of een versoepeling mogelijk is.						

Colofon

Project	Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2024
Projectnummer	PQM 2024
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	HyTEPS B.V.
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Christan van Dorst
Auteurs	Tim Huang, Anil Kumar en Sjef Cobben
Kenmerk	HY-2024-01 / Versie 2.0
Datum	01 april 2025
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Laurens Baas Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl