

Spanningskwaliteit in Nederland

Resultaten 2023

Versie: 2.0

Kenmerk: HY-2024-02

Datum: 17 april 2024

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 2023

Versie	Toelichting	Datum
1.0 (concept)	Ter review aangeboden aan leden werkgroep Spanningskwaliteit	01-04-2024
2.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking reacties	17-04-2024

	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 2023. 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, 2023

Net	Aantal meters	Aantal weekmetingen	Weekmetingen met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
				Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische(n)
LS	257	257	6	-	1	2	5
MS	245	245	3	-	1	1	1
HS 50-66 kV	22	789	-	-	-	-	-
HS Net op Zee 66 kV	20	686	87	-	79	-	8
HS 110-150 kV	93	3596	14	9	5	-	-
EHS	16	734	4	1	3	-	-

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 2023 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 96% 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.
- 87% van de HS Net op Zee 66 kV weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 99,6% van de 110-150 kV HS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 99,5% 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, 2023

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
90 > u ≥ 80	Niet-hinderlijk			
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5				
5 > u	MS: 0,17 HS 50-66 kV: 0,17 HS Net at Sea 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0,14 EHS: 0	MS: 0,24 HS 50-66 kV: 0 HS Net at Sea 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0,01 EHS: 0	MS: 0,41 HS 50-66 kV: 0 HS Net at Sea 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0 EHS: 0	

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 – 2023	34
Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen	35
Colofon	52

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 2023. 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. Voor MS-metingen zijn er 245 metingen gedaan (een aantal meetresultaten kon niet worden gebruikt i.v.m. problemen met de software van de meters). 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 flicker), 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 2023. In paragraaf 2.2 wordt meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd.

2.1 Meetresultaten

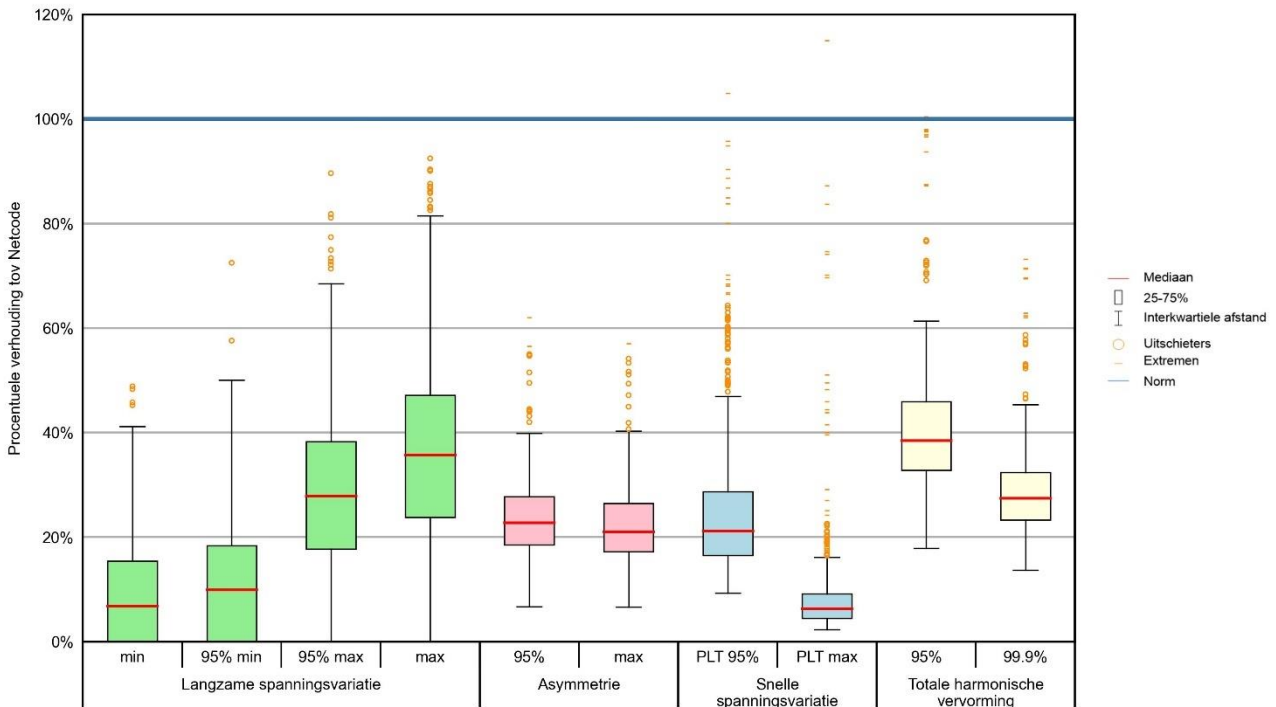
In 2023 zijn 257 weekmetingen uitgevoerd in het LS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in de beoogde maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege defecte meetapparatuur, ziekte van een meetspecialist of een benodigde hermeting. In 2023 zijn 16 van de 257 metingen niet in de juiste maand gestart (6%).

Tabel 2.1 toont een overzicht van het aantal metingen en de geconstateerde overschrijdingen. Uit de tabel blijkt dat in 2023 bij 6 weekmetingen een overschrijding is geconstateerd bij de verschijnselen asymmetrie, snelle spanningsvariatie 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 2023 tussen de 95% en 99% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 2.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen LS, 2023

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
		Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Individuele harmonische(n)
257	6	1	2	5

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



Figuur 2.1: Continue verschijnselen LS, 2023

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.

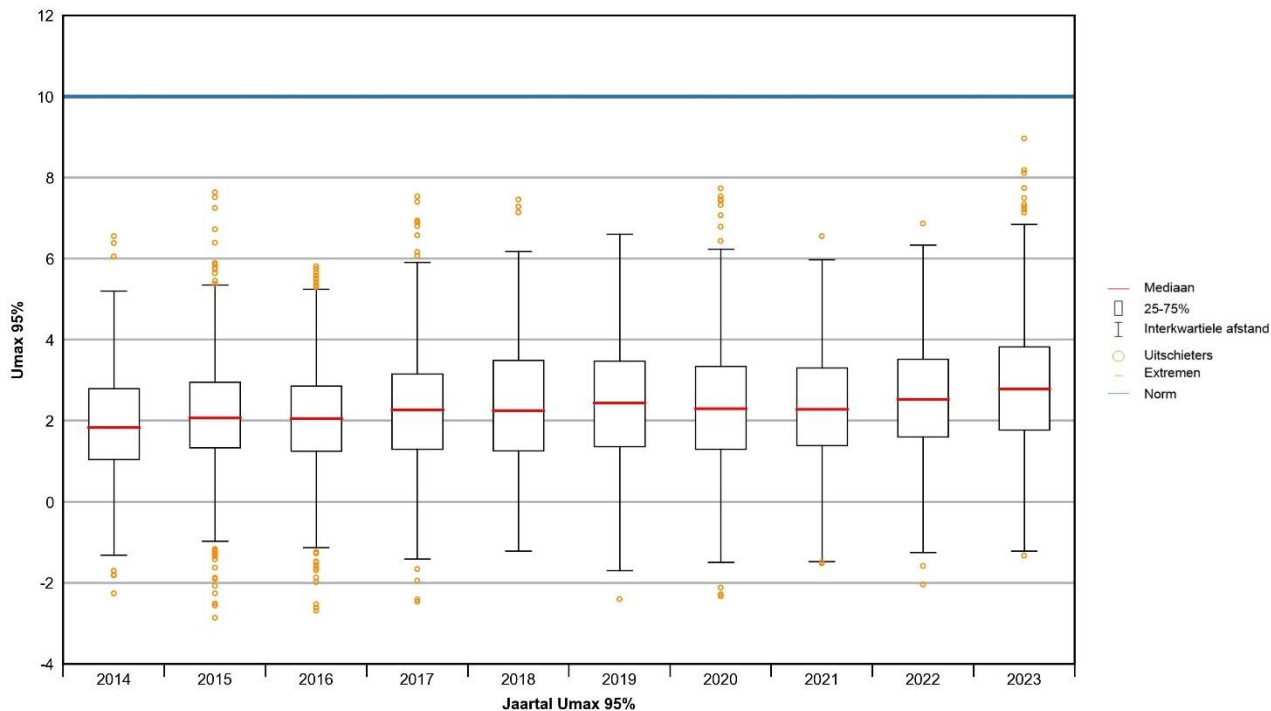
Tabel 2.2: Meetresultaten versus stedelijkheid LS, 2023

Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
			Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Individuele harmonische(n)
Zeer sterk	61	-	-	-	-
Sterk	64	1	-	-	1
Matig	45	2	1	1	2
Weinig	32	2	-	1	1
Niet	51	1	-	-	1
n.v.t.	4	-	-	-	-
Totaal	257	6	1	2	5

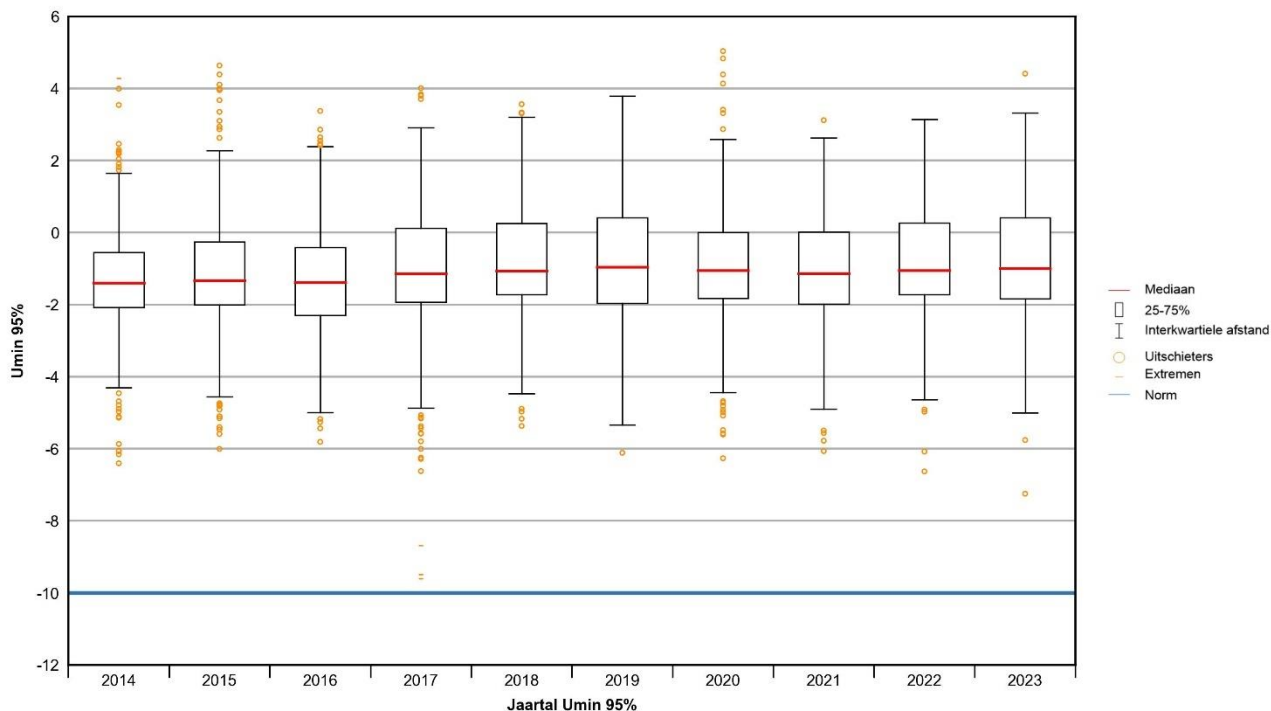
2.2 Trendanalyses

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). De mediaan laat van 2014 tot 2023 een licht stijgende trend zien, waar de waarde in 2023 voor U_{max}, met iets meer dan 2,8%, de hoogste van het afgelopen decennium betreft. 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.

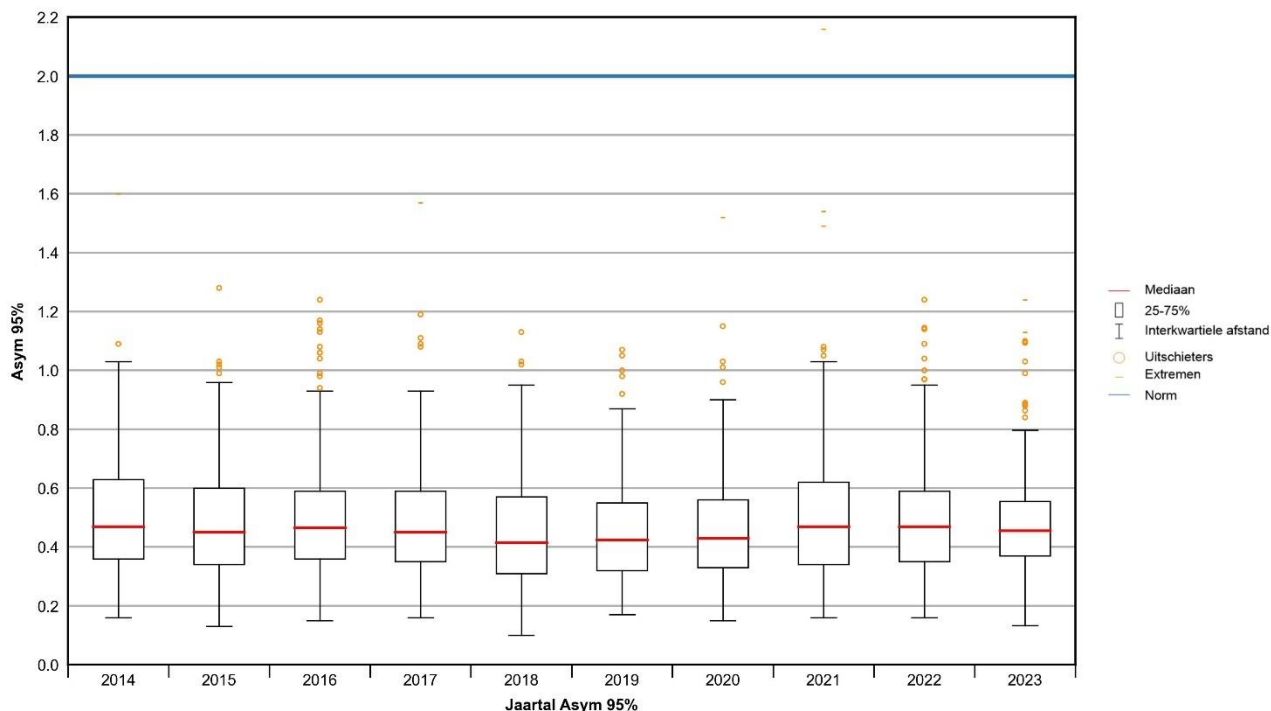


Figuur 2.2: Langzame spanningsvariatie Umax LS, 2014-2023



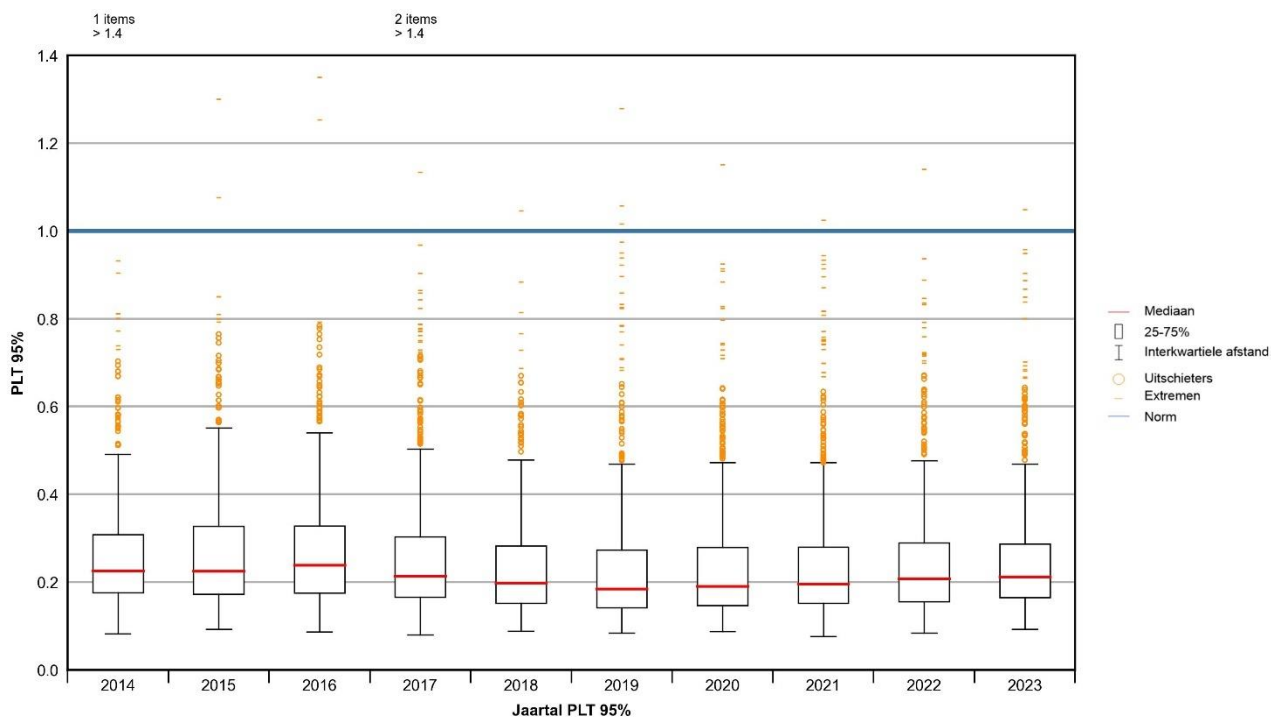
Figuur 2.3: Langzame spanningsvariatie Umin LS, 2014-2023

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.



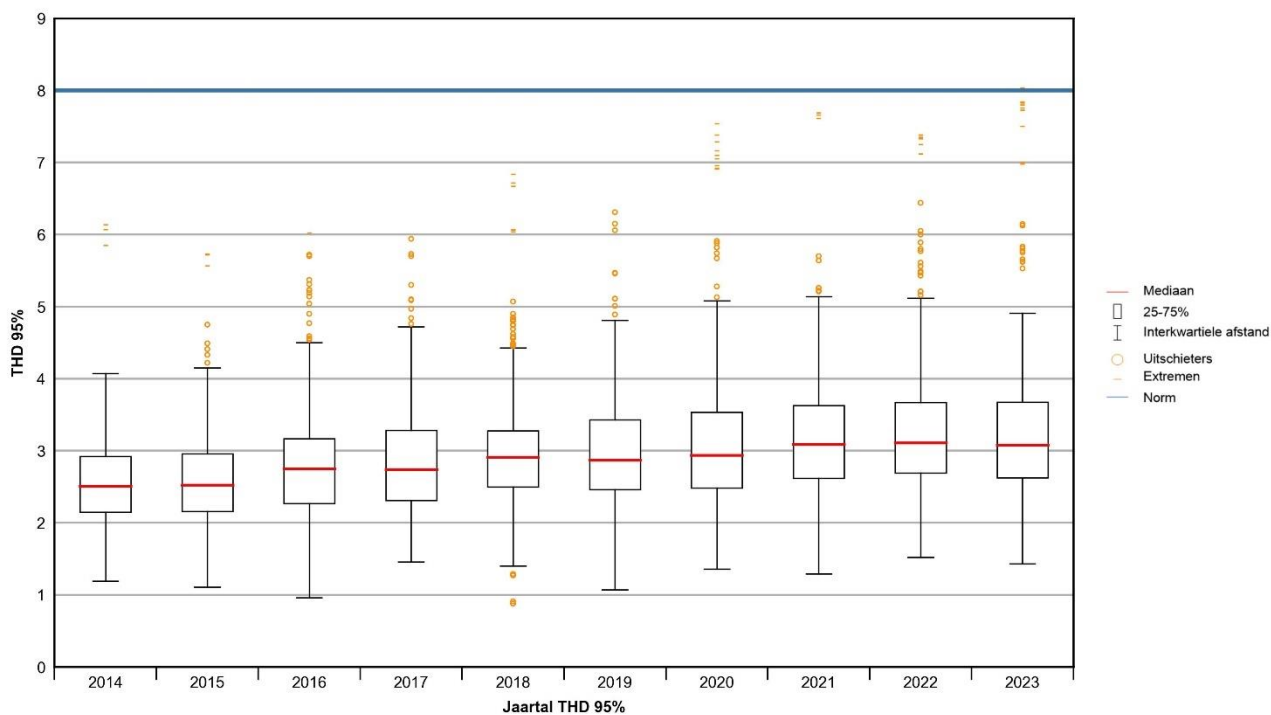
Figuur 2.4: Spanningsasymmetrie LS, 2014-2023

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.



Figuur 2.5: Snelle spanningsvariatie PLT LS, 2014-2023

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 2 jaar is deze waarde constant gebleven.



Figuur 2.6: THD LS, 2014-2023

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 2023 en in paragraaf 3.2 wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. In paragraaf 3.3 wordt over spanningsdips gerapporteerd.

3.1 Meetresultaten

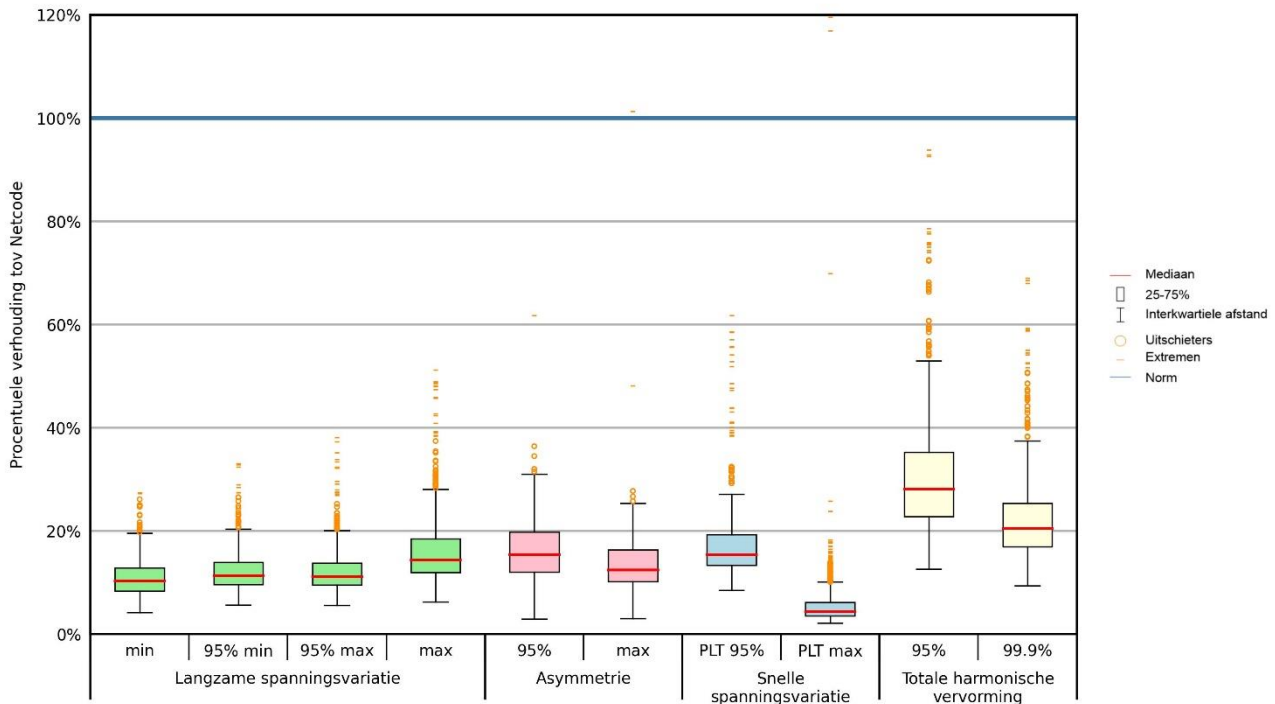
In 2023 zijn 245 weekmetingen uitgevoerd in het MS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in de beoogde maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege defecte meetapparatuur, ziekte van een meetspecialist of benodigde hermeting. In 2023 zijn 28 van 245 metingen niet in de juiste maand gestart (11%).

Tabel 3.1 geeft een overzicht weer van het aantal metingen en de geconstateerde overschrijdingen. Bij de weekmetingen is een overschrijding geconstateerd bij de verschijnselen spanningsasymmetrie, snelle spanningsvariatie en bij individuele harmonische. In de bijlage wordt een nadere toelichting op de overschrijdingen gegeven. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2023 in het MS-net tussen de 96% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 3.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen MS, 2023

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
		Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Individuele harmonische(n)
245	3	1	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, 2023

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.

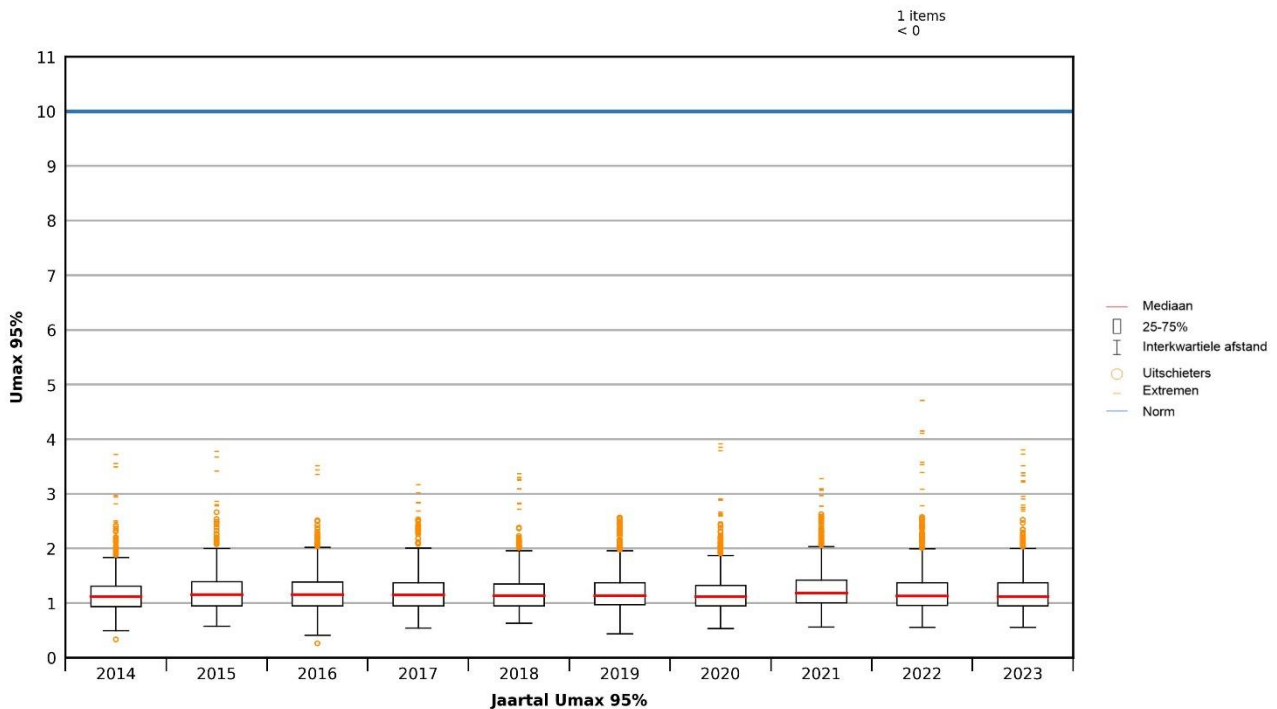
Tabel 3.2: Metingen versus stedelijkheid MS, 2023

Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
			Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Individuele harmonische(n)
Zeer sterk	48	-	-	-	-
Sterk	42	-	-	-	-
Matig	29	-	-	-	-
Weinig	44	-	-	-	-
Niet	78	3	1	1	1
n.v.t.	4	-	-	-	-
Totaal	245	3	1	1	1

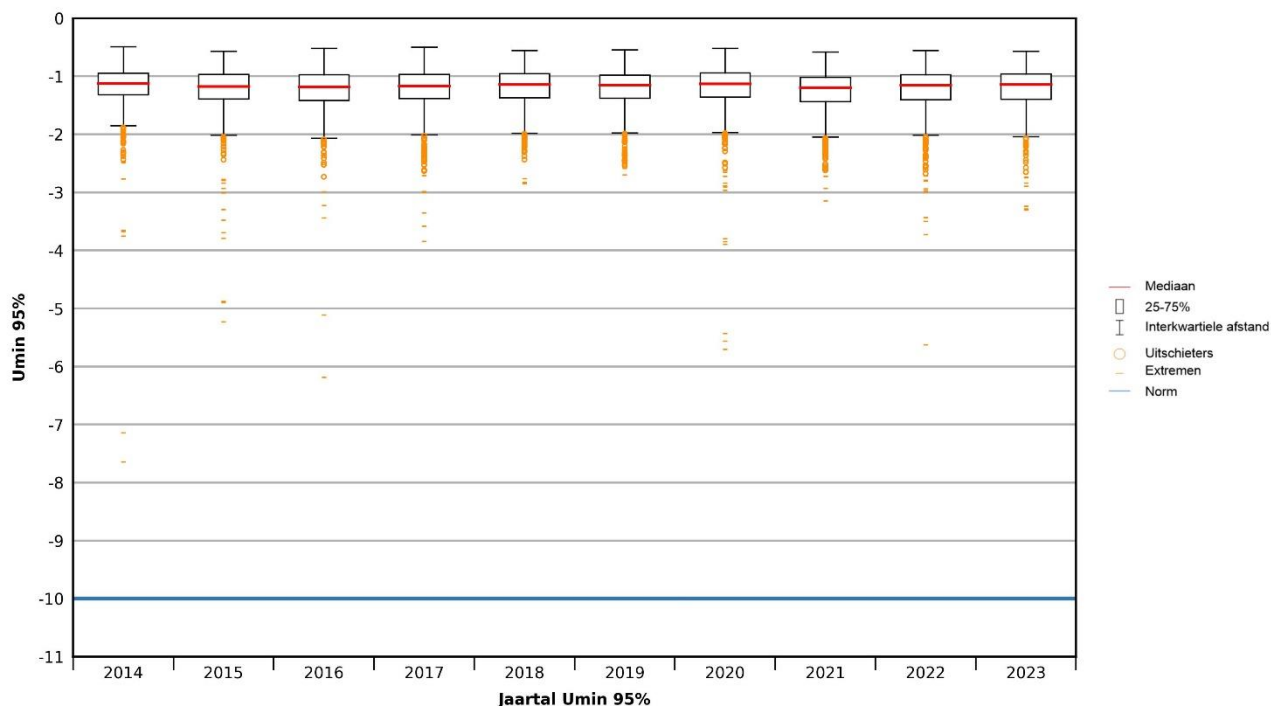
3.2 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de MS-meetdata 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.

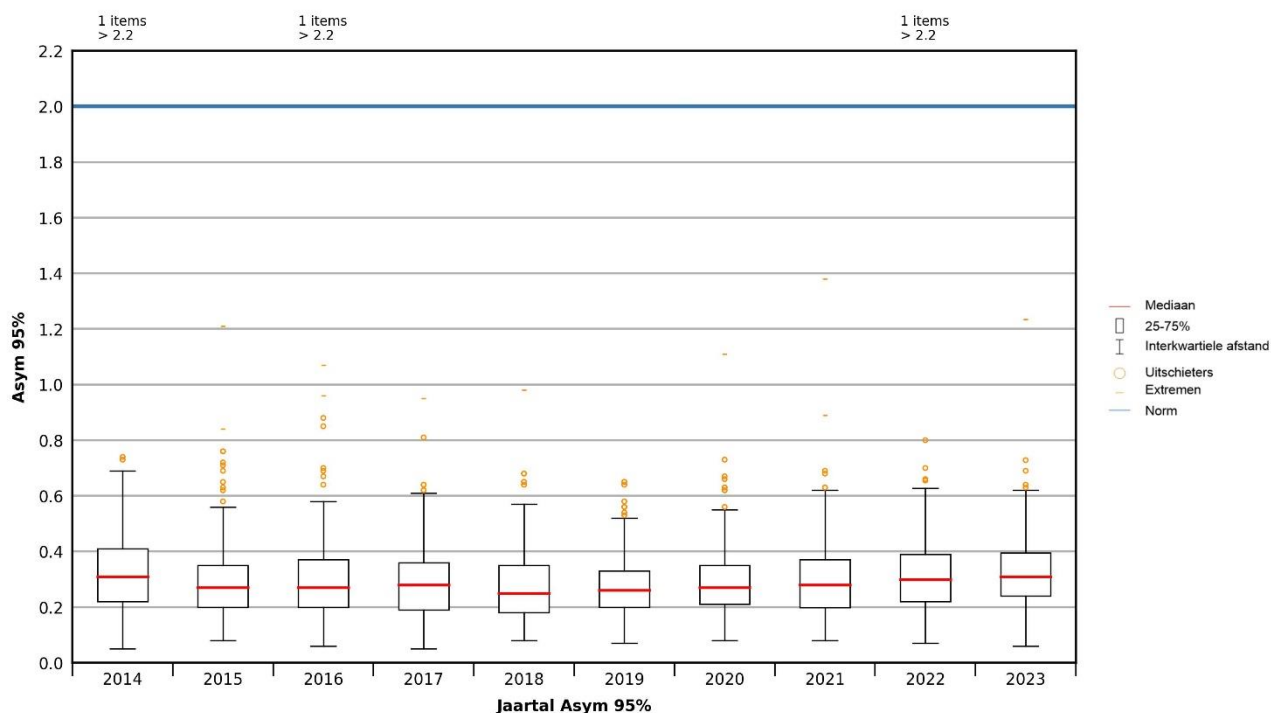


Figuur 3.2: Langzame spanningsvariatie Umax MS, 2014-2023



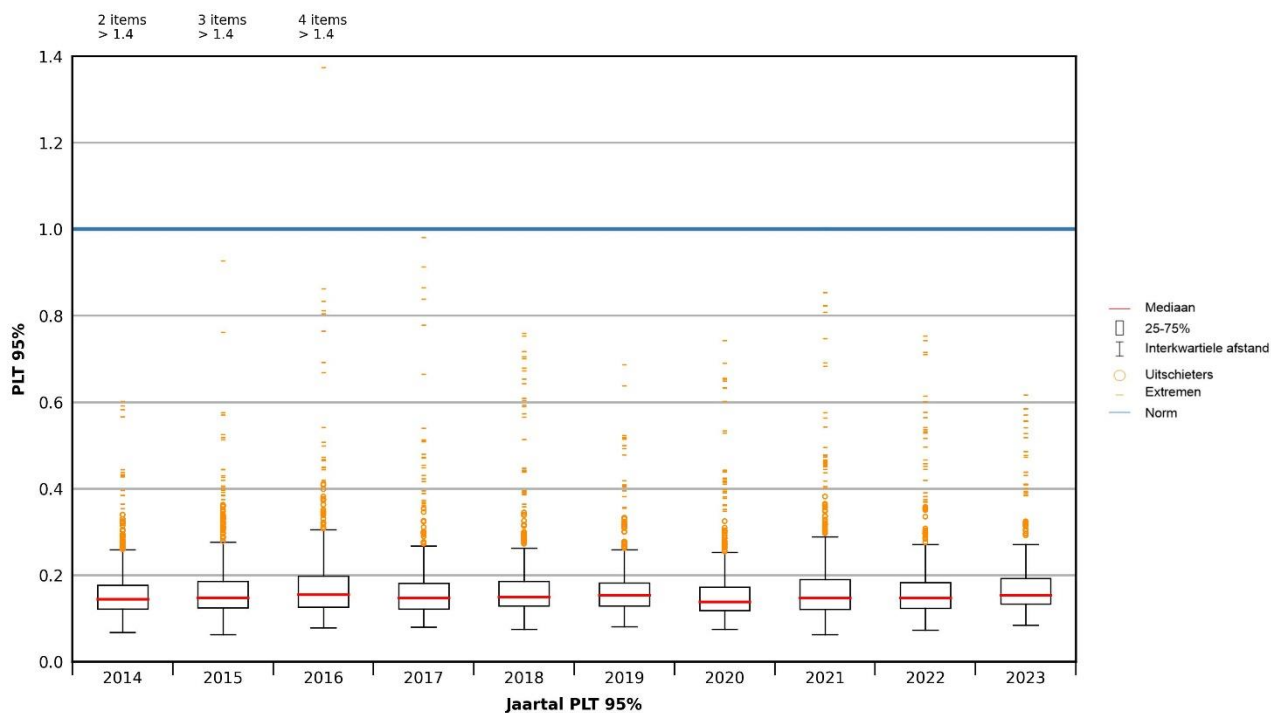
Figuur 3.3: Langzame spanningsvariatie Umin MS, 2014-2023

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.



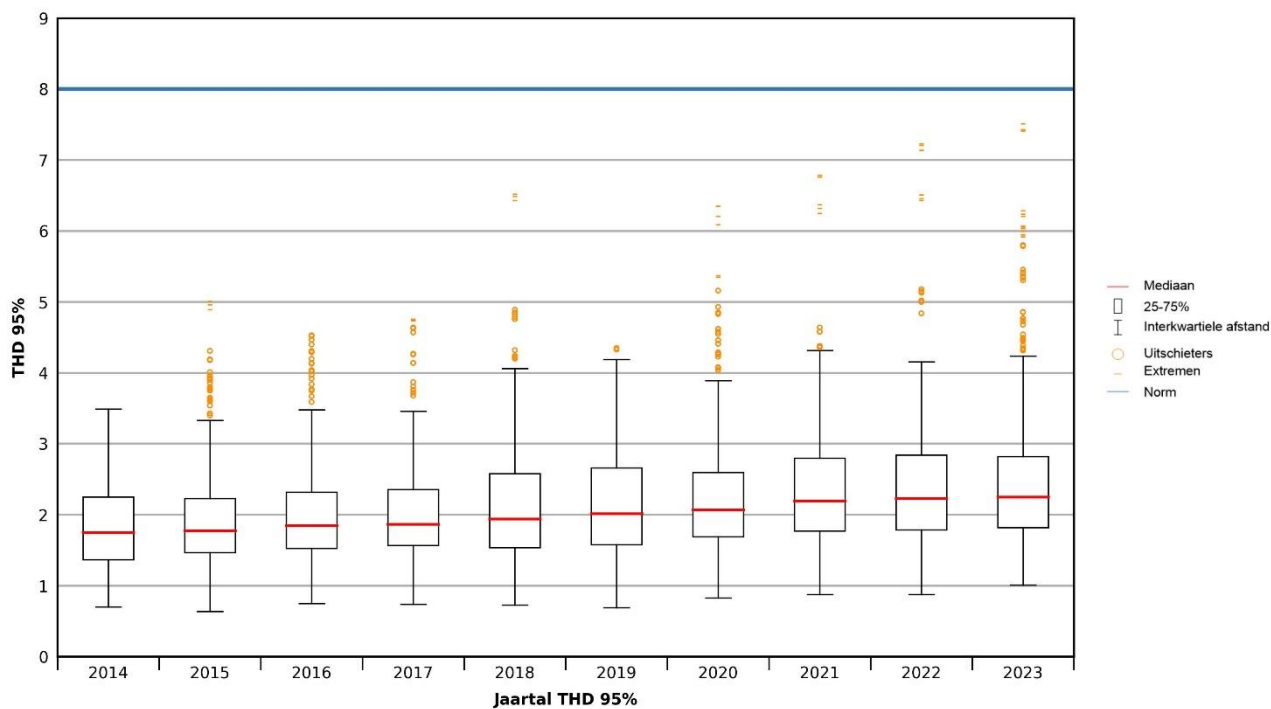
Figuur 3.4: Spanningsasymmetrie MS, 2014-2023

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 laat een vrij constant beeld zien.



Figuur 3.5: Snelle spanningsvariatie (PLT) MS, 2014-2023

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.



Figuur 3.6: THD MS, 2014-2023

3.3 Spanningsdips

In het MS-net zijn in 2023 op 218 meetlocaties gedurende het hele jaar spanningsdips geregistreerd. De locaties zijn steekproefsgewijs geselecteerd en aselekt getrokken. In 2023 zijn op alle meetlocaties in totaal 185 hinderlijke

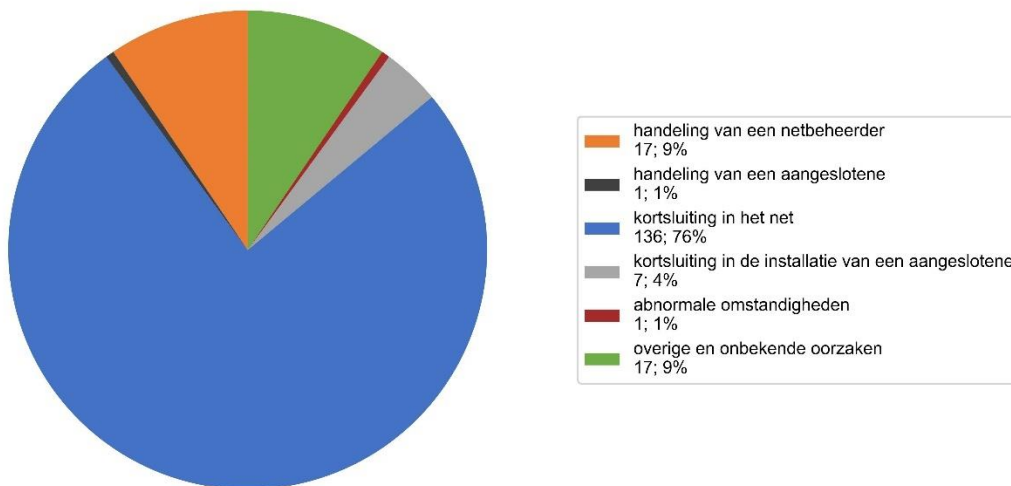
spanningsdips geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,85 dips per locatie en een gemiddelde van 0,016¹ dips per continue meetlocatie per week. Deze 185 spanningsdips zijn toe te schrijven aan 173 gebeurtenissen. Een gebeurtenis is de oorzaak van een spanningsdip die op één of meerdere locaties 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, 2023

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	Categorie B1 Gemiddeld: 0,17 Totaal: 36 (33 gebeurtenissen)	Categorie B2 Gemiddeld: 0,24 Totaal: 53 (49 gebeurtenissen)	Categorie C Gemiddeld: 0,41 Totaal: 90 (85 gebeurtenissen)	
5 > u				

Figuur 3.7 toont de oorzaken van de geregistreerde hinderlijke spanningsdips. Uit de figuur blijkt dat 77% hiervan is veroorzaakt door een 'Kortsluiting in het net'. Circa 9% 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 'Handeling 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, 2023

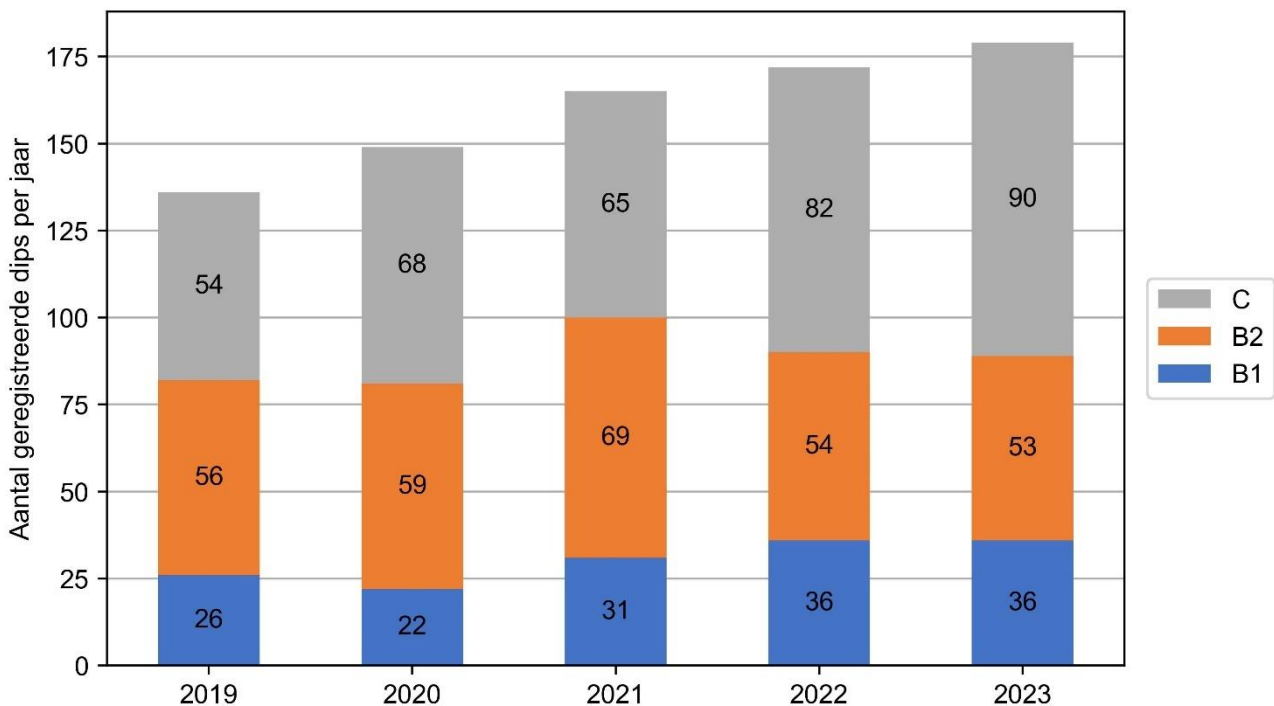
In de Netcode staat dat voor spanningsdips per meter getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In tabel 3.4 is het 5-jaar gemiddelde van alle meters weergegeven.

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.

Tabel 3.4: Aantal hinderlijke spanningsdips MS, 2019-2023

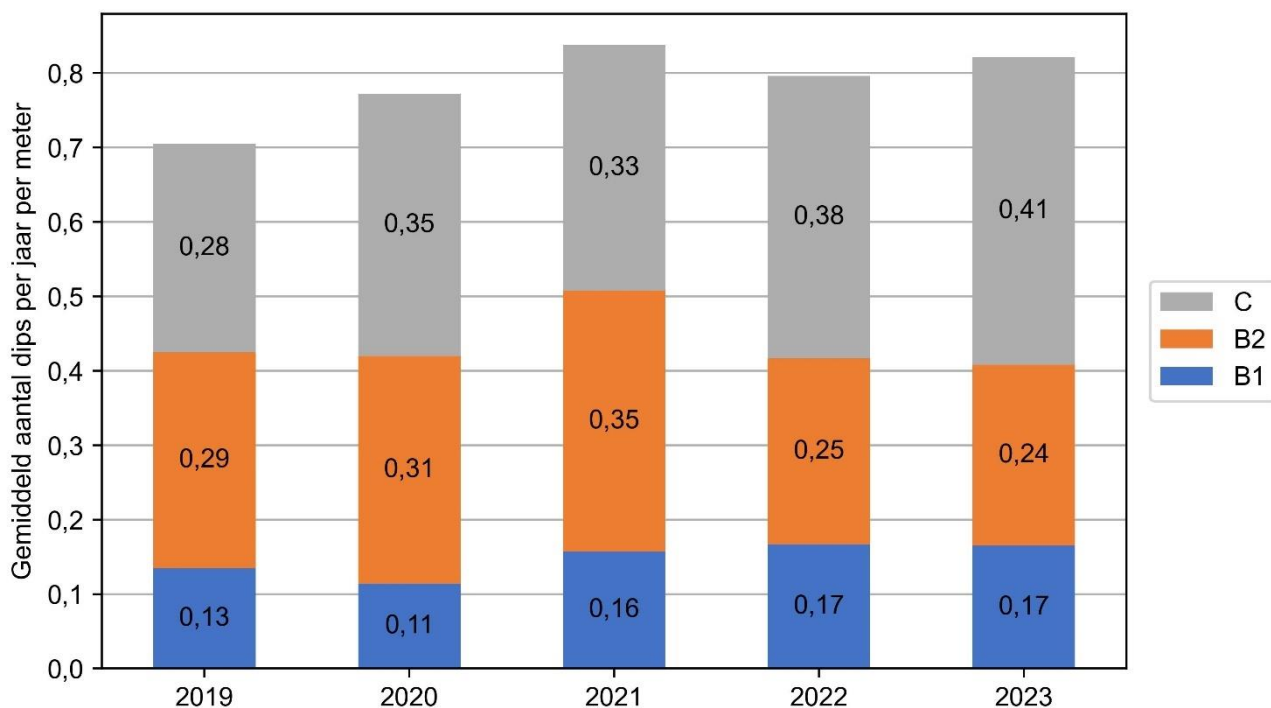
Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Categorie A: niet-hinderlijk			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	Categorie B1 Gemiddeld: 0,15 Totaal: 30,20	Categorie B2 Gemiddeld: 0,29 Totaal: 58,20	Categorie C Gemiddeld: 0,35 Totaal: 71,80	
$5 > u$				

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.



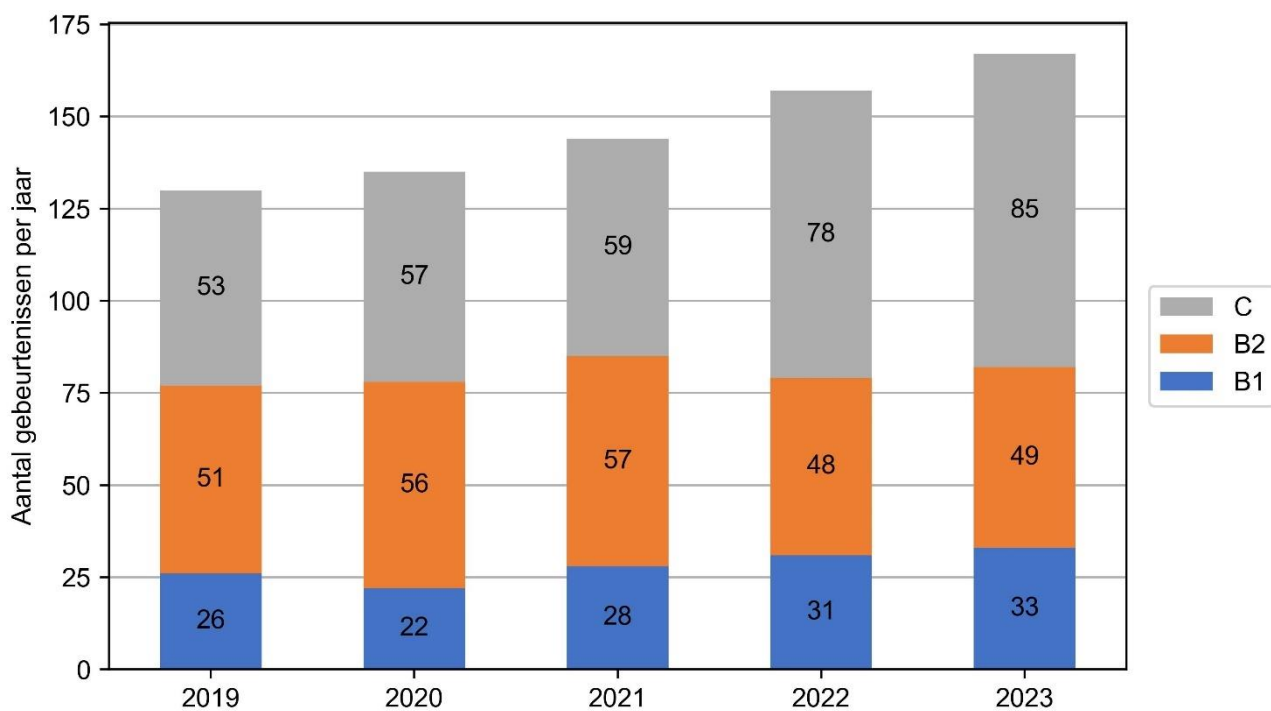
Figuur 3.8: Aantal geregistreerde spanningsdips per jaar MS, 2019-2023

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, met uitzondering van een lichte daling in 2022 ten opzichte van 2021. 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.



Figuur 3.9: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips per locatie per jaar MS, 2019-2023

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, 2019-2023

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 2023. De tweede paragraaf beschouwd meetdata over de afgelopen tien jaar. In de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

4.1 Meetresultaten

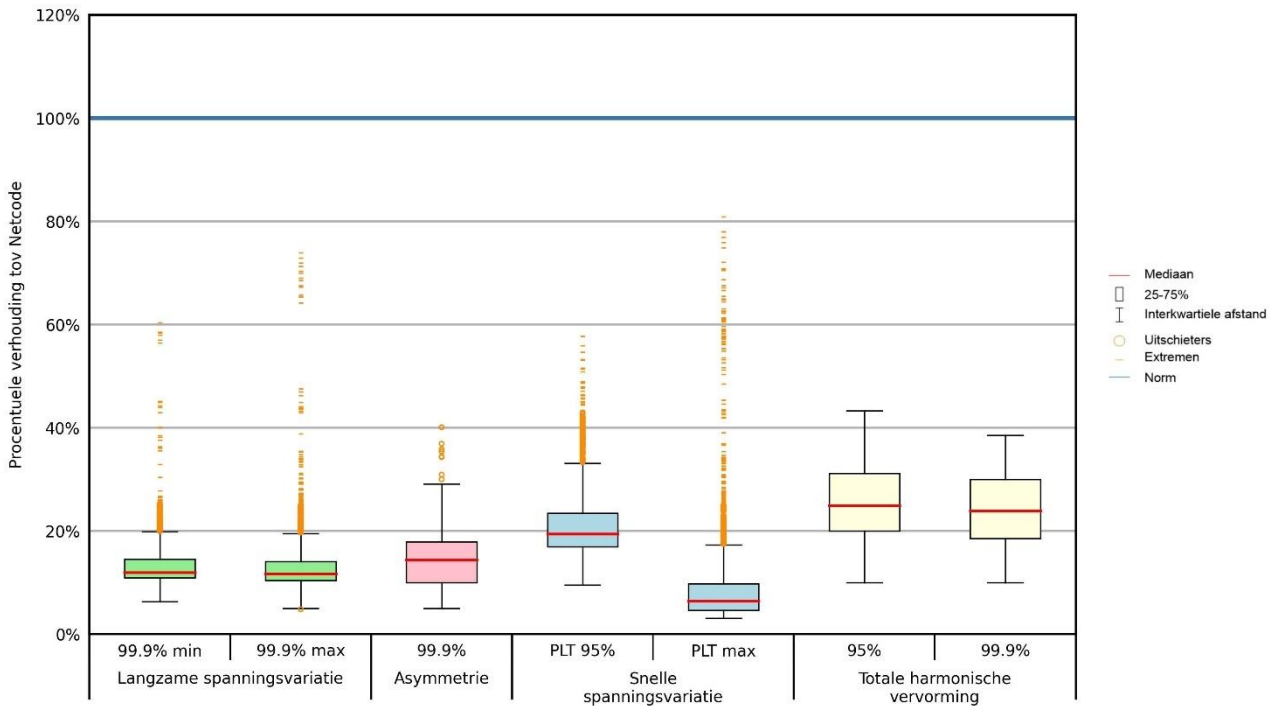
4.1.1 50-66 kV

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 2023 789 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij geen van deze weekmetingen zijn overschrijdingen geconstateerd, zie *tabel 4.1*. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2023 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, 2023

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische(n)
Weekmetingen	789	-	-	-	-	-
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, 2023

4.1.2 Net op Zee 66 kV

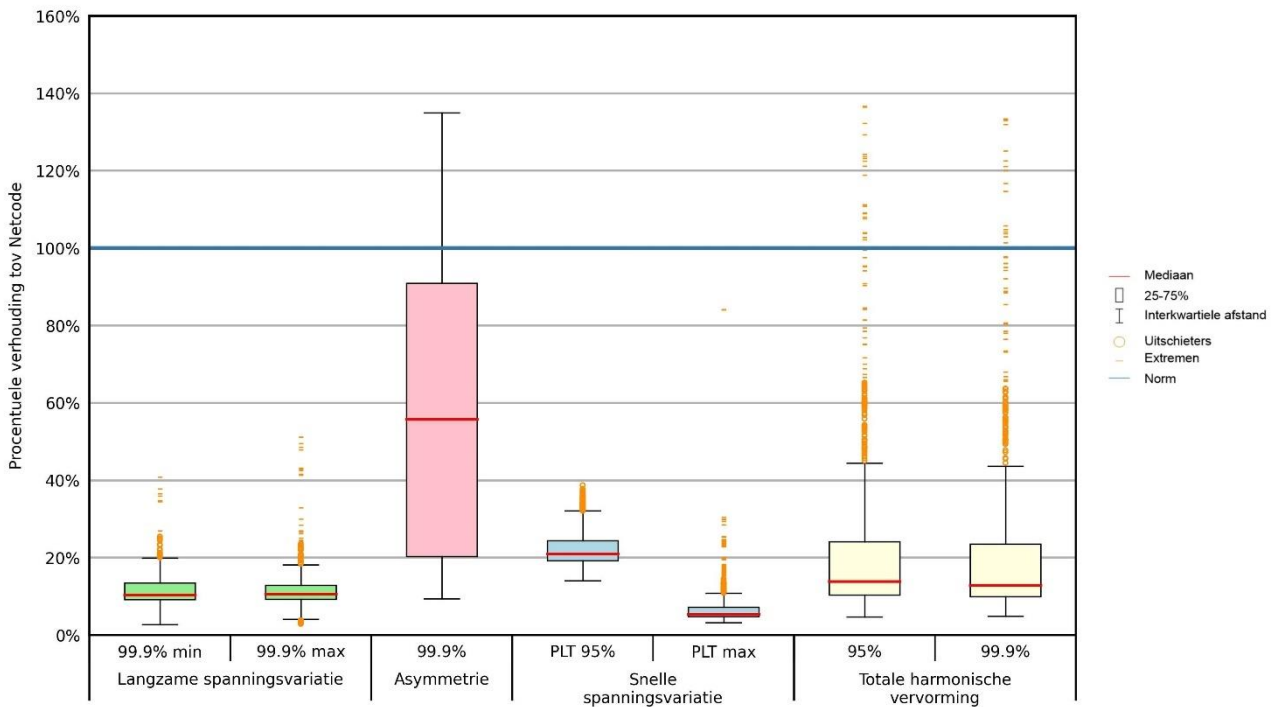
Over de spanningskwaliteit van het Net op Zee wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 20 meters. Deze zijn geïnstalleerd op 66 kV klantaansluitingen. Voor het Net op Zee geldt in alle situaties dat één meter de kwaliteit voor meerdere klantaansluitingen monitort. De vier platforms die het Net op Zee op dit moment telt, bevatten in totaal 49 klantaansluitingen (Het vijfde platform is in deze rapportage nog niet meegenomen). Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het Net op Zee-meetsysteem. In 2023 hebben de meters 686 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij 87 van deze weekmetingen is tenminste één overschrijding geconstateerd. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht.

Tabel 4.2 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 2023 in het Net op Zee-net 87% van de weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.2: Metingen en overschrijdingen Net op Zee 66 kV, 2023

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische(n)
Weekmetingen	686	87	-	79	-	8
Meters	20	9	-	8	-	1

Figuur 4.2 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. Uit de figuur blijkt dat een groot 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, 2023

4.1.3 110-150 kV

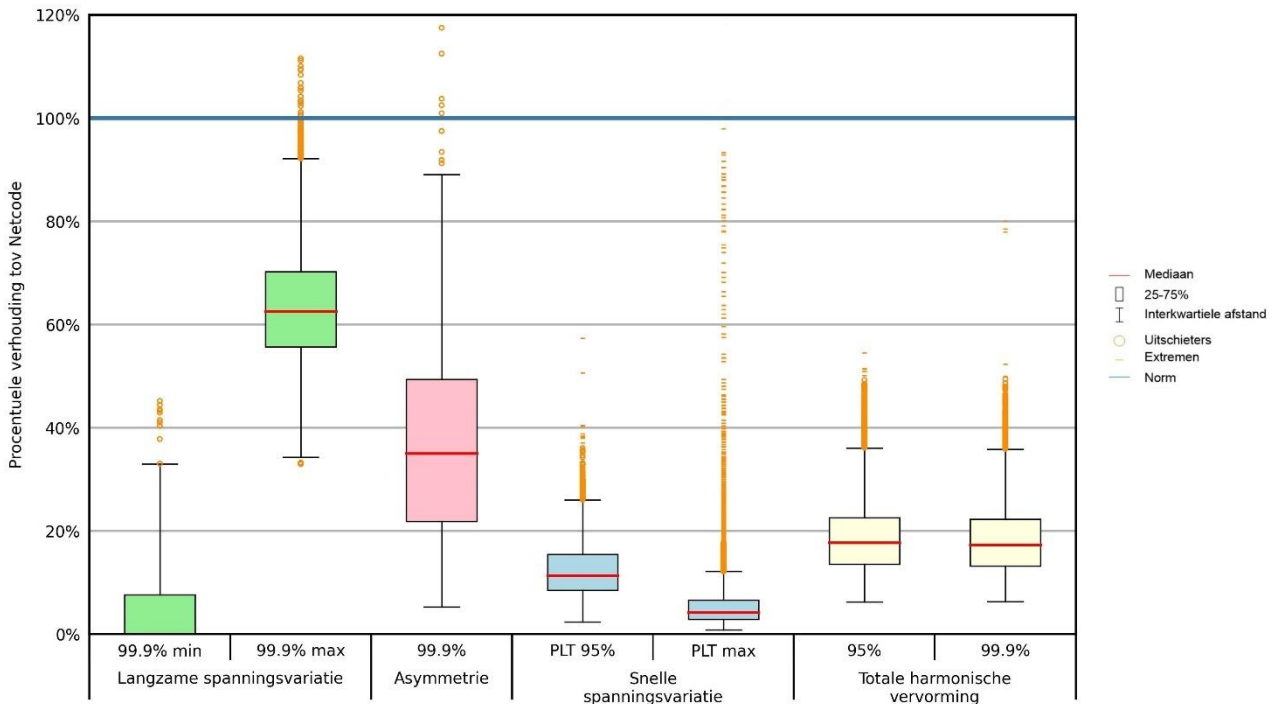
Over de spanningskwaliteit in het 110-150 kV-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 93 meters. In sommige situaties geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat één meter de kwaliteit voor meerdere klantaansluitingen monitort. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het 110-150 kV-meetsysteem. De meters hebben in 3596 volledige weekmetingen geregistreerd in 2023. Bij 14 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 2023 in het 110-150 kV-net 99,6% van deze weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.3: Metingen en overschrijdingen 110-150 kV HS, 2023

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische(n)
Weekmetingen	3596	14	9	5	-	-
Meters	93	5	4	2	-	-

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, 2023

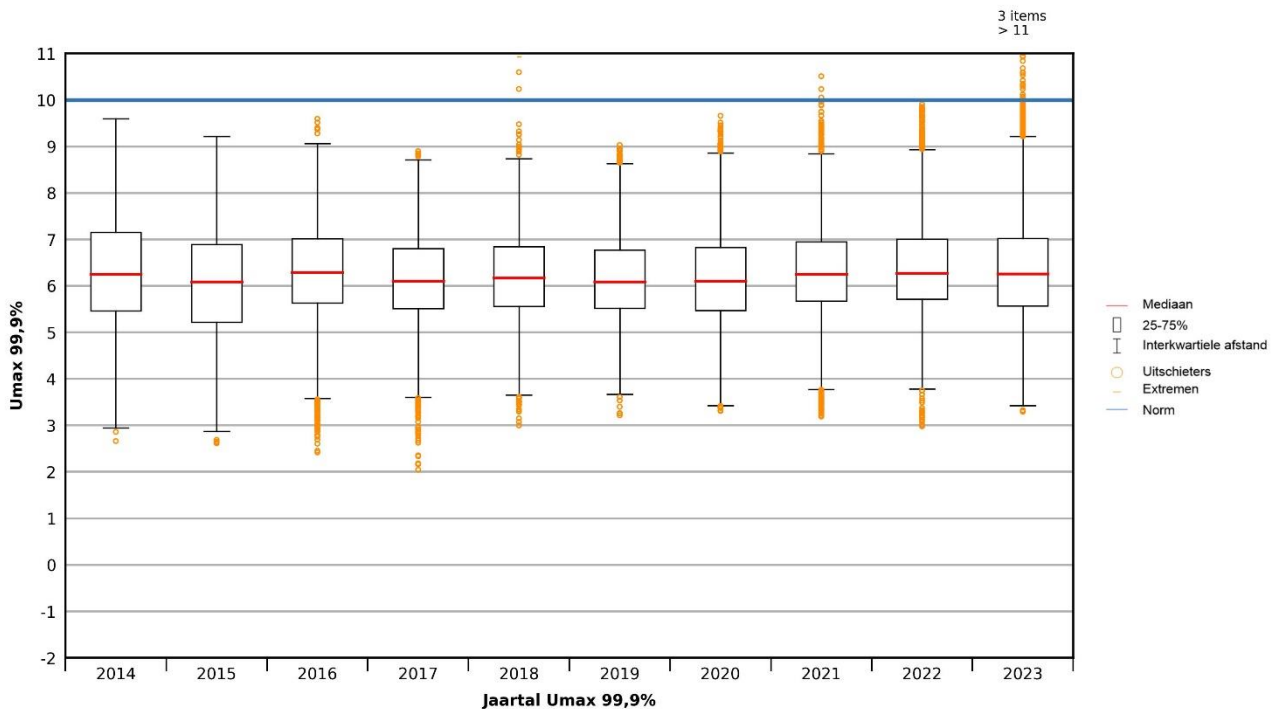
4.2 Trendanalyses

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 derde jaar gerapporteerd. Om deze redenen is alleen voor het 110-150 kV-net een trendanalyse uitgevoerd.

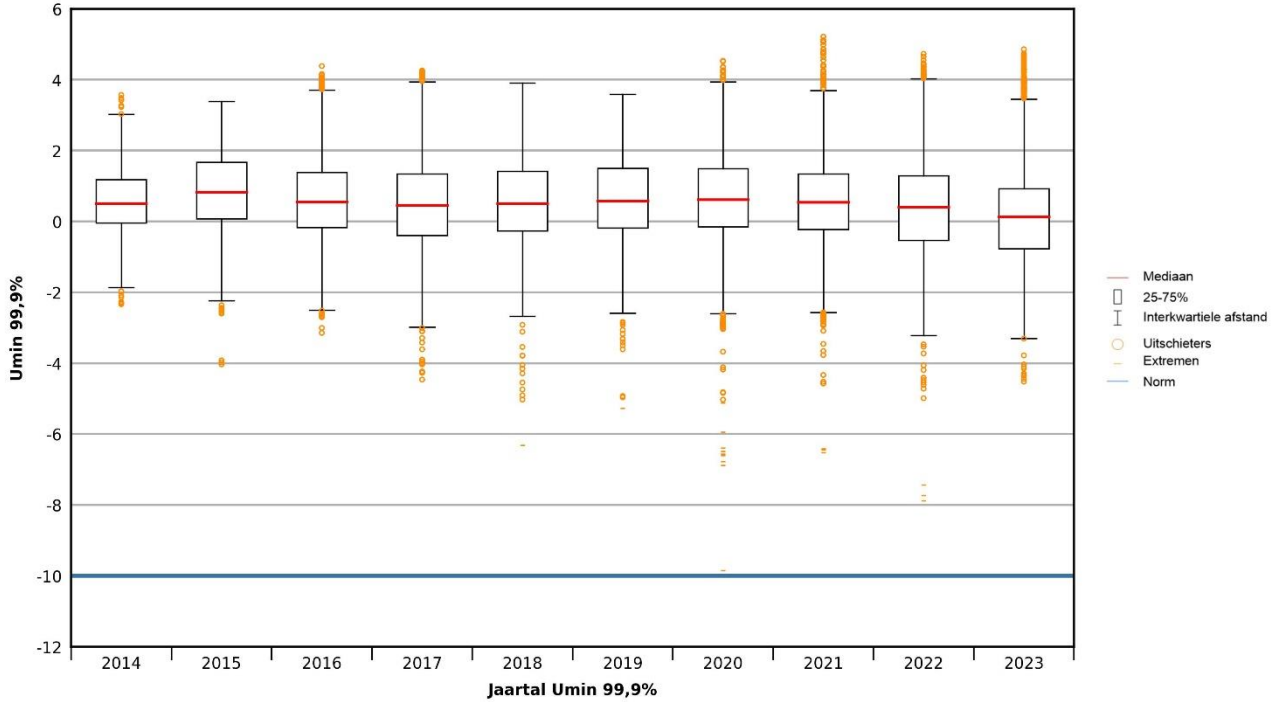
In de loop der jaren zijn binnen het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief van de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het 110-150 kV-net over de afgelopen 10 jaar zijn:

- 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 en 2021. Ook in 2023 zijn er diverse meetwaarden 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.

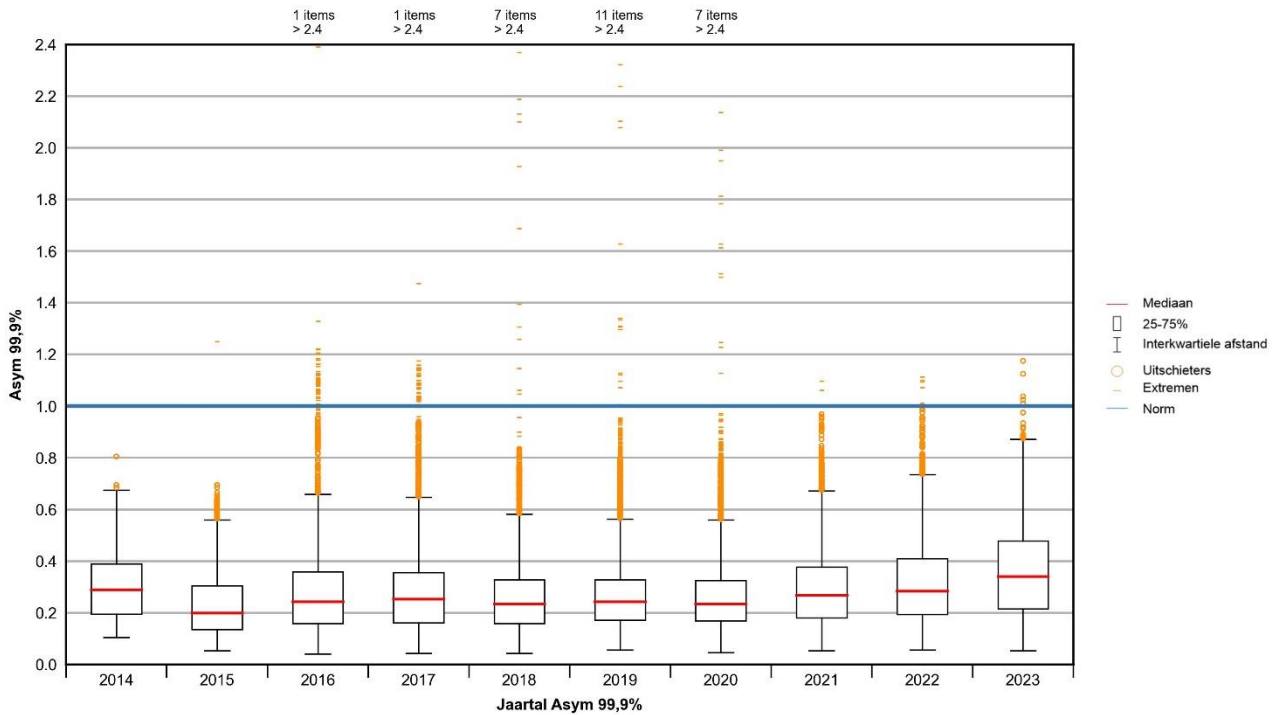


Figuur 4.4: Langzame spanningsvariatie U_{max} 110-150 kV-net, 2014-2023



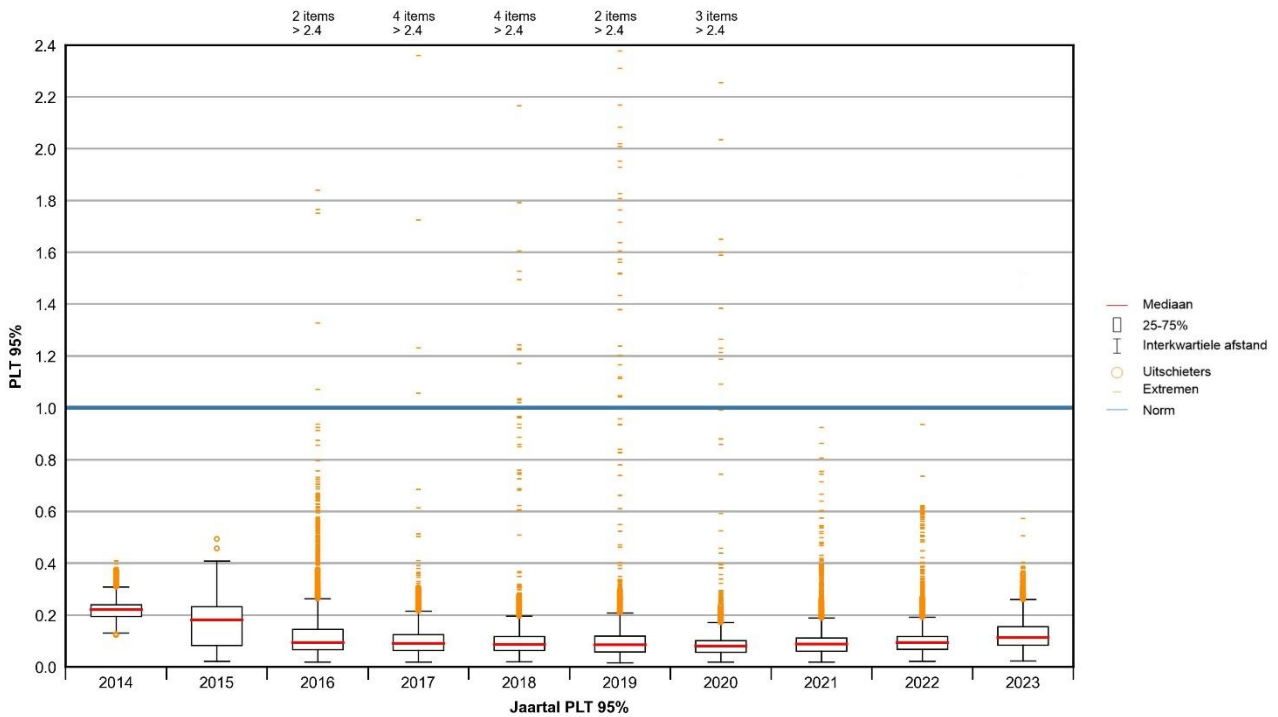
Figuur 4.5: Langzame spanningsvariatie Umin 110-150 kV-net, 2014-2023

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.



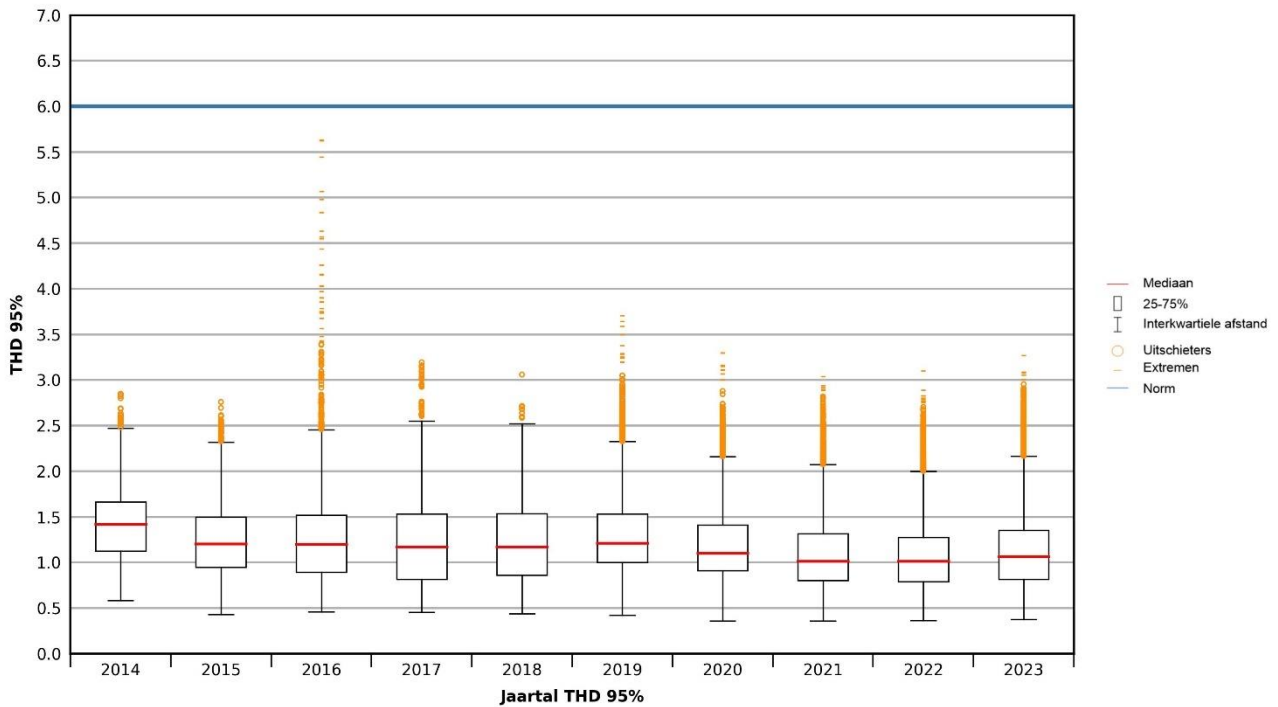
Figuur 4.6: Spanningsasymmetrie 110-150 kV-net, 2014-2023

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, 2014-2023

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 tot 2020 een licht dalende trend zien (in tegenstelling tot LS- en MS. Vanaf 2020 is de mediaan vrij constant.



Figuur 4.8: THD 110-150 kV-net, 2014-2023

4.3 Spanningsdips

4.3.1 50-66 kV

In het 50-66 kV-net voldoen 18 meters aan de vereiste beschikbaarheid van minimaal 50% voor de registratie van spanningsdips over 2023. 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 0,17 dips per meter.

Deze drie geregistreerde spanningsdips zijn toe te schrijven aan twee gebeurtenissen. Van deze twee gebeurtenissen is een veroorzaakt door een 'Kortsluiting in het net' en een door een 'Handeling van een netbeheerder' 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, 2023

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: 0,17 Totaal: 3 (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, 2019-2023

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: 0,10 Totaal: 1,61	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,08 Totaal: 1,24	<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0,03 Totaal: 0,42	
5 > u				

4.3.2 Net op Zee 66 kV

In het Net op Zee-net voldoen alle 20 meters aan de vereiste beschikbaarheid voor de registratie van de spanningsdips. Voor 2023 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, 2023

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. Gezien het feit dat er pas twee 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 80 meters aan de vereiste beschikbaarheid voor de registratie van de spanningsdips over het jaar 2023. 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 5 gebeurtenissen plaatsgevonden, die op de diverse locaties tot in totaal 12 registraties van een hinderlijke spanningsdip hebben geleid. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,15 dips per meter (gemeten over het totaal aantal meters).

In *tabel 4.7* worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven. Van de vijf gebeurtenissen die hebben plaatsgevonden, zijn er vier door 'Externe invloeden' en is er één afkomstig uit 'Handeling van een netbeheerder'

Tabel 4.7: Spanningsdips 110-150 kV-net, 2023

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: 0,14 Totaal: 11 (4 gebeurtenissen)	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,01 Totaal: 1 (1 gebeurtenissen)	<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0 (0 gebeurtenissen)	
5 > u				

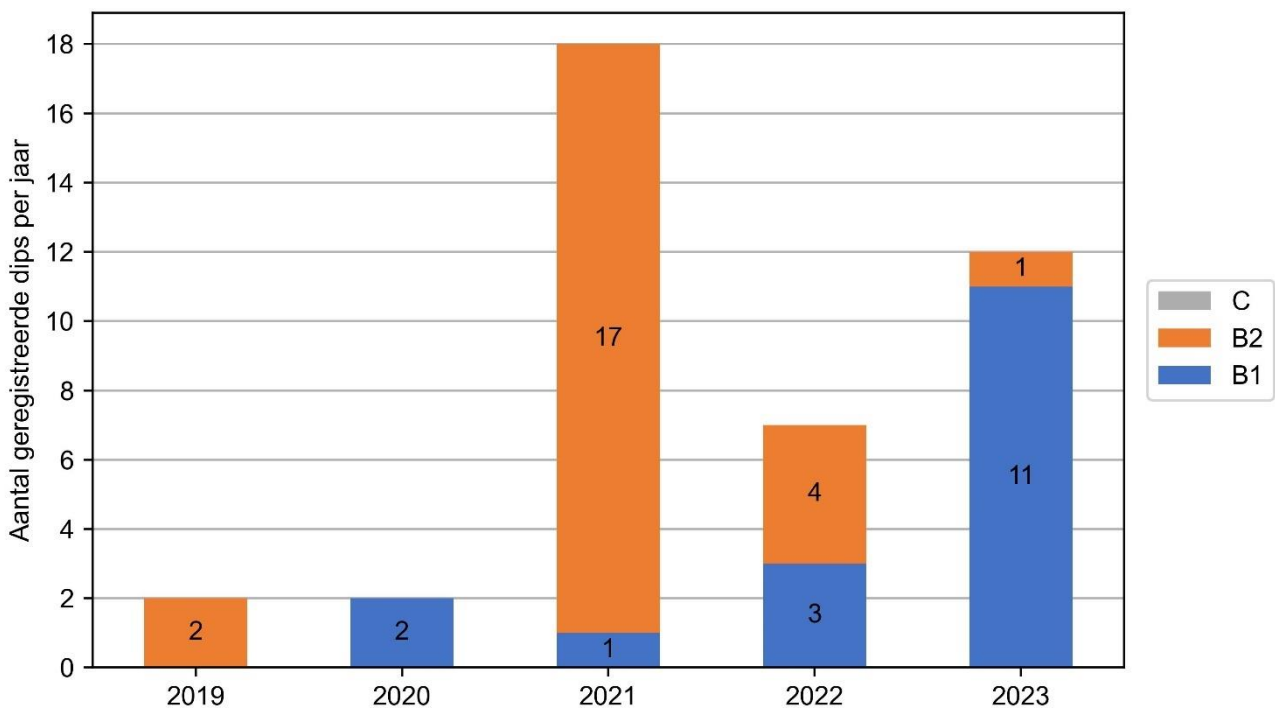
In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In *tabel 4.8* is het 5-jaar gemiddelde van alle meters weergegeven.

Tabel 4.8: Spanningsdips 110-150 kV-net, 2019-2023

Duur t (ms)			
-------------	--	--	--

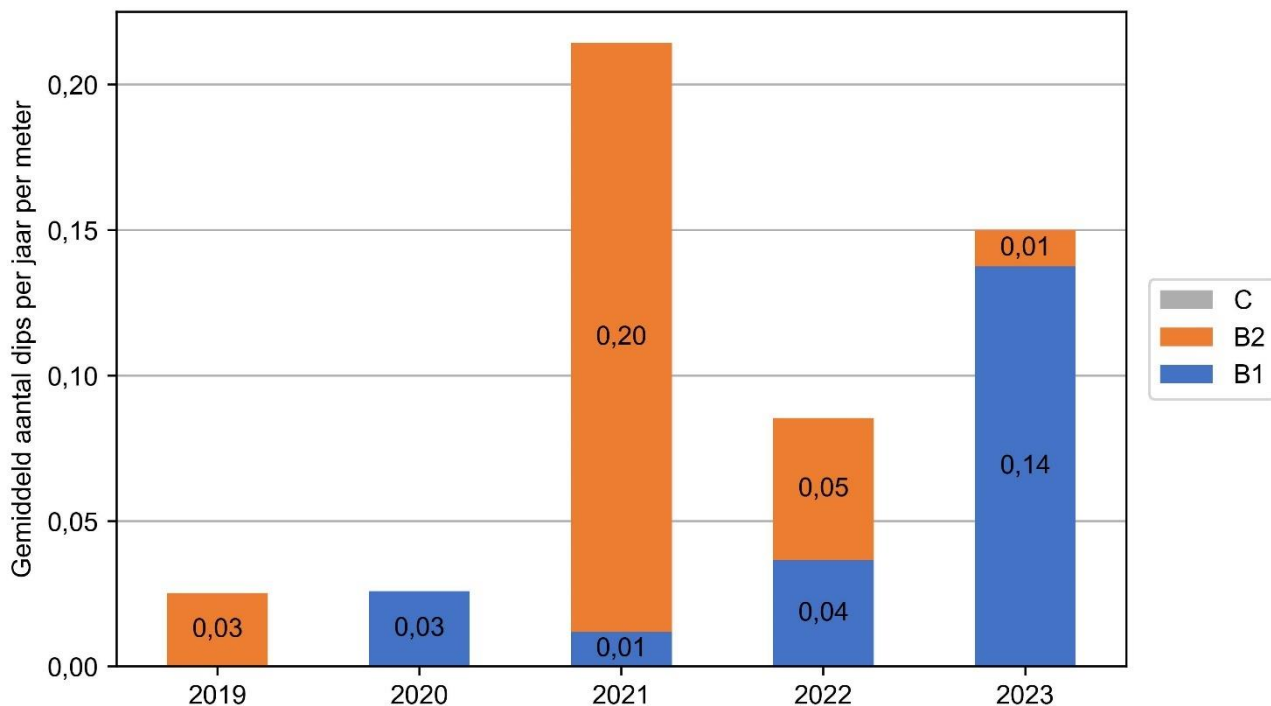
Restspanning U (%)	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$
$90 > u \geq 80$	Categorie A: niet-hinderlijk			
$80 > u \geq 70$				
$70 > u \geq 40$				
$40 > u \geq 5$	Categorie B1 Gemiddeld: 0,04 Totaal: 3,49	Categorie B2 Gemiddeld: 0,06 Totaal: 4,85	Categorie C 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.



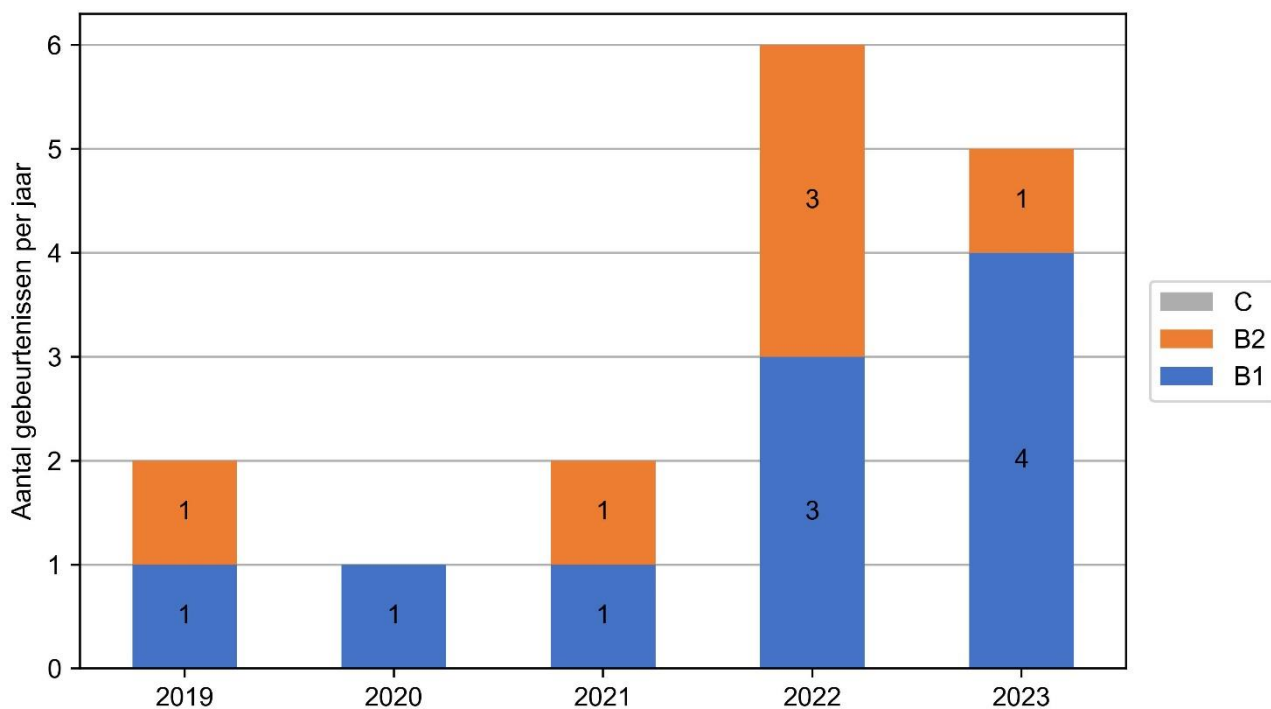
Figuur 4.9: Aantal geregistreerde spanningsdips per jaar 110-150 kV HS, 2019-2023

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, 2019-2023

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, 2019-2023

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 2023. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

5.1 Meetresultaten

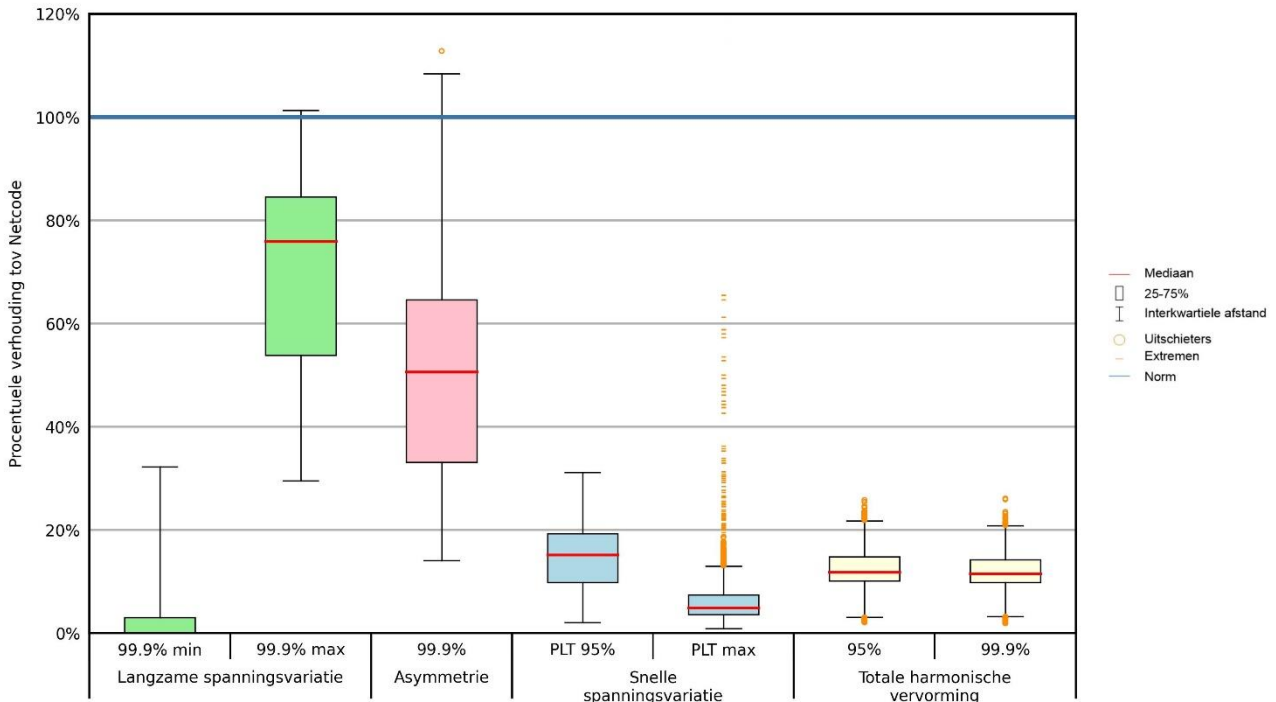
Over de spanningskwaliteit in het EHS-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 16 meters. In sommige situaties geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat één meter de kwaliteit op meerdere locaties monitort. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het EHS meetsysteem. De meters hebben in 734 volledige weekmetingen geregistreerd in 2023. Bij 4 van deze weekmetingen is tenminste één overschrijding geconstateerd. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht.

Tabel 5.1 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 2023 in het EHS-net 99,5% van deze weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 5.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen EHS, 2023

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel			
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische(n)
Weekmetingen	734	4	1	3	-	-
Meters	16	3	1	2	-	-

Figuur 5.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. De overschrijdingen uit tabel 5.1 zijn zichtbaar in de meetwaarden die boven de norm (blauwe lijn) liggen.



Figuur 5.1: Continue verschijnselen EHS, 2023

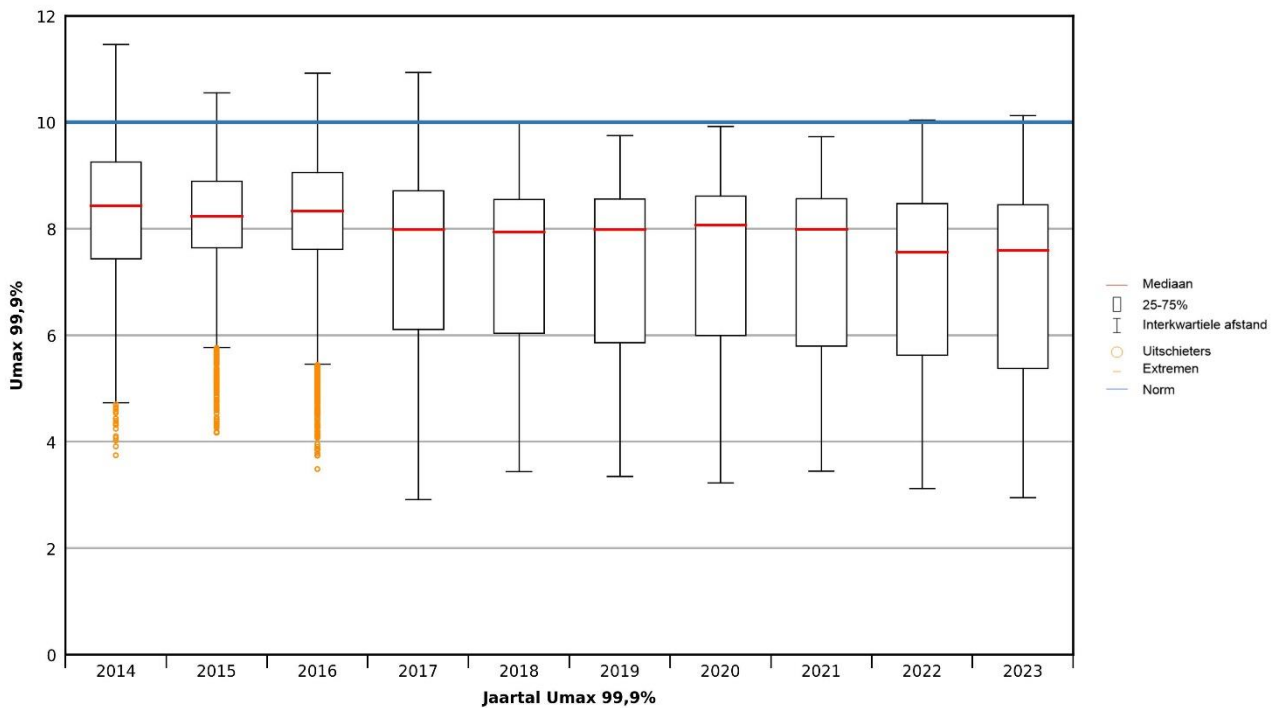
5.2 Trendanalyses

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.

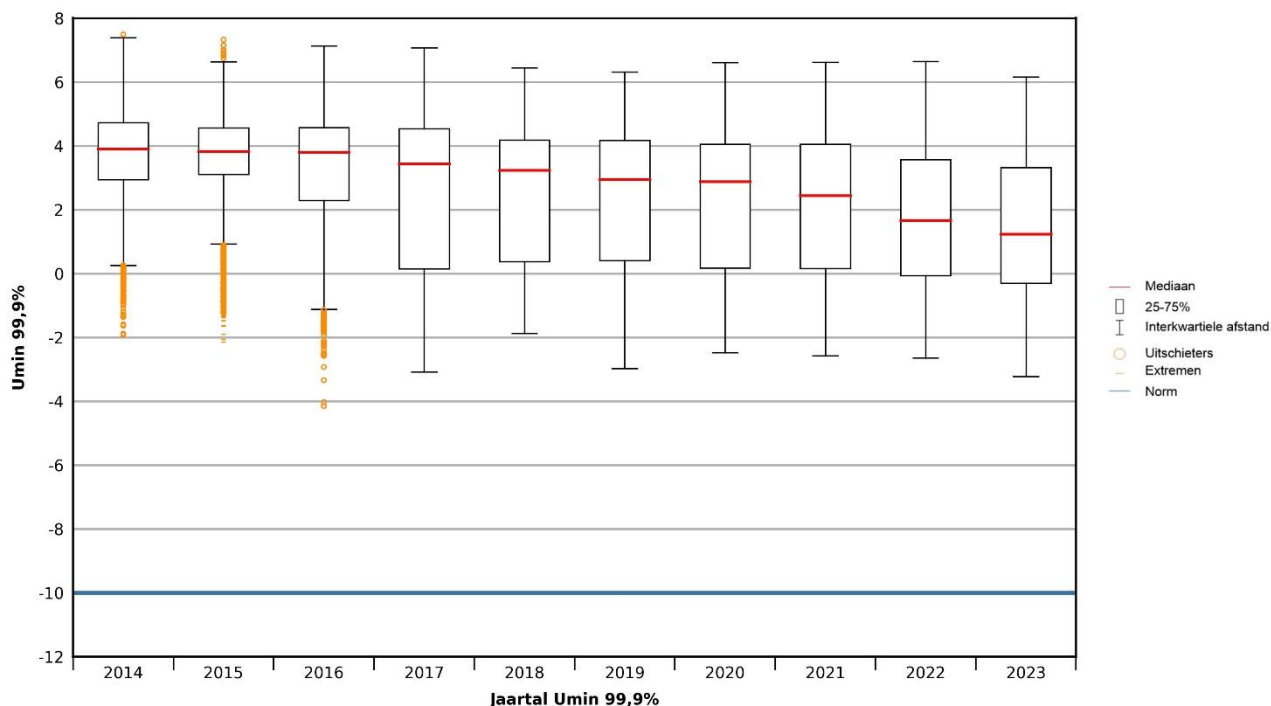
In de loop der jaren zijn binnen het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief van de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het EHS-net over de afgelopen tien jaar zijn:

- 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.

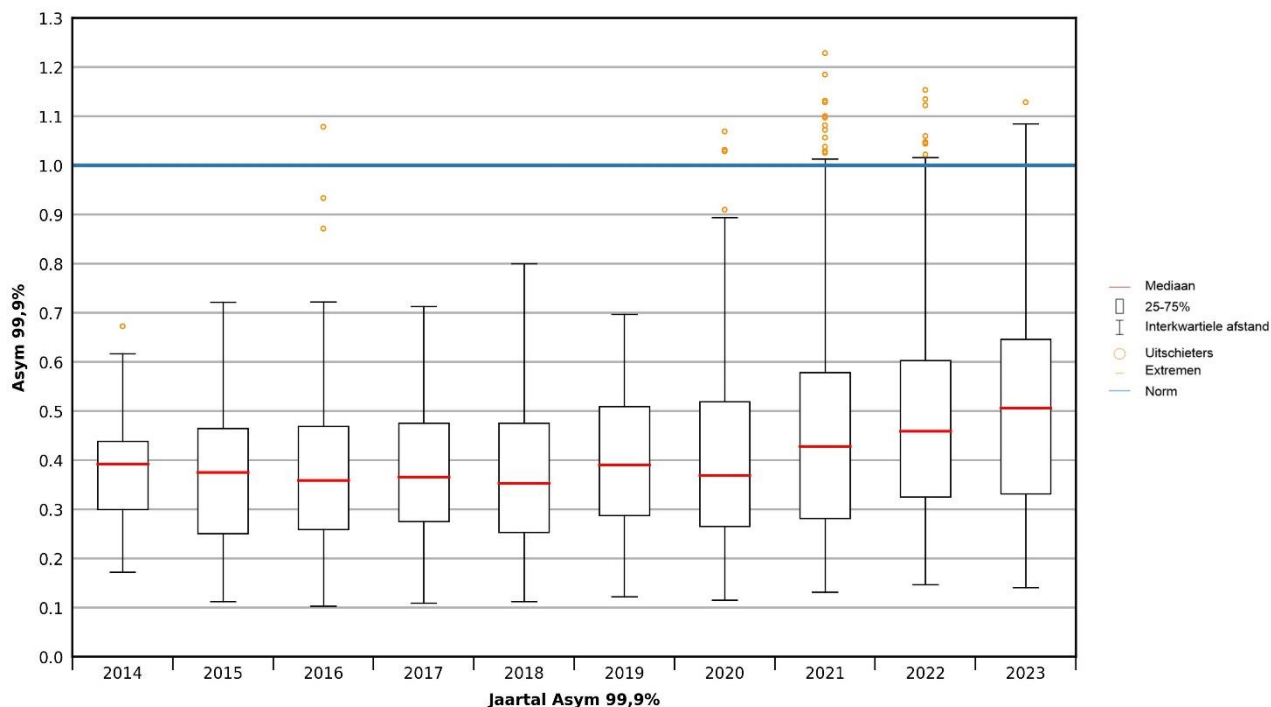


Figuur 5.2: Langzame spanningsvariatie U_{max} EHS, 2014-2023



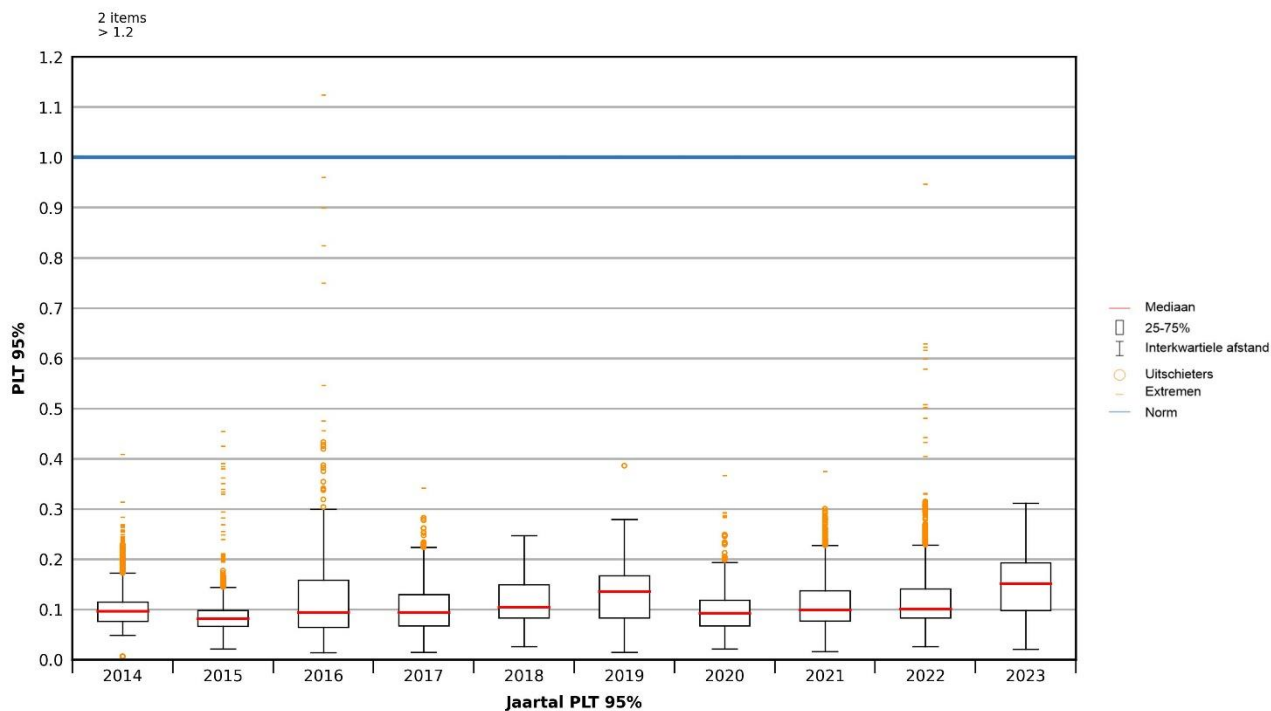
Figuur 5.3: Langzame spanningsvariatie Umin EHS, 2014-2023

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.



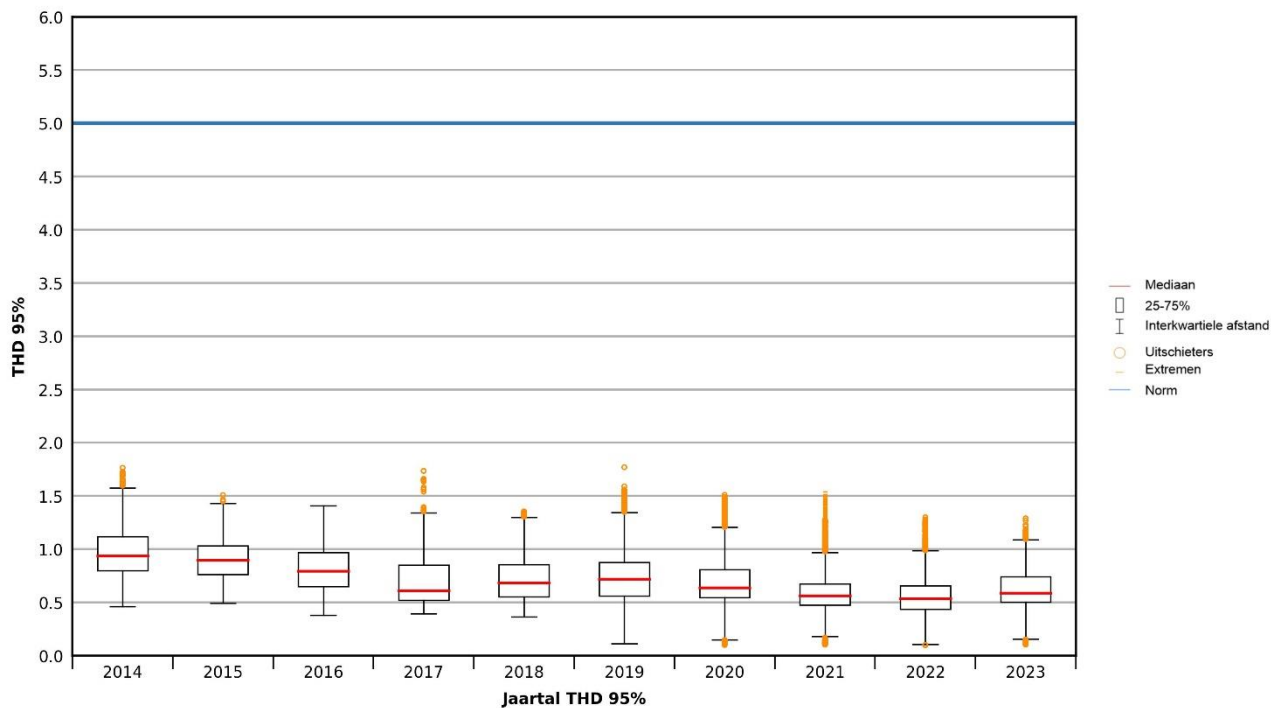
Figuur 5.4: Spanningsasymmetrie EHS, 2014-2023

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. De waarde in 2023 is wel hoger dan gemiddeld in de voorgaande jaren.



Figuur 5.5: Snelle spanningsvariatie PLT EHS, 2014-2023

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, wat ook zichtbaar is in het HS-net.



Figuur 5.6: THD EHS, 2014-2023

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 2023 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, 2023

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. 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, 2019-2023

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	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,12 Totaal: 1,81	<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0	
$5 > u$				

Bijlagen

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2015-2023

34

Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen

35

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2015 – 2023

Tabel A.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen per net, 2015 – 2023





Jaar	Netvlak	Aantal bruikbare weekmetingen	Aantal weekmetingen met overschrijding				
			Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonische(n) (incl. THD)	
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	-	
HS		964	-	-	-	-	
EHS		708	149	-	6	-	







* In 2019 is het addendum NEN-EN 50160/A3 verschenen. Deze bevat nieuwe voorwaarden voor de 15^e en 21^e 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: 8 - 15 maart 2023	Locatie: Sappemeer	
	Grenswaarden 95%: 9 ^e Harmonische: 1,5%	Stedelijkheid: Weinig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 9 ^e Harmonische: 1,57 %	Klantaansluiting: Huishouden	

<p>Wat gebeurde er?</p> <p>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.</p>	
<p>Welke gevolgen had dit voor klanten?</p> <p>Hogere harmonischen kunnen schade aan apparatuur veroorzaken.</p> <p>In het geval van deze overschrijding leert navraag bij klanten in de omgeving dat zij geen hinder van de overschrijding hebben ondervonden.</p>	
<p>Wat was de oorzaak?</p> <p>Na twee weken van de eerste meting is er nog een hermeting uitgevoerd op dezelfde locatie. Hieruit bleek de overschrijding niet meer aanwezig te zijn. Ook zijn de gemeten waarden ruim binnen de grenswaarden gebleven. Daarom is dit waarschijnlijk tijdelijk van aard. De klant heeft zonnepanelen in de installatie.</p>	
<p>Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?</p> <p>Omdat er geen echt spanningsprobleem bij deze aansluiting en de omgeving op dit moment bekend is, is er nu geen maatregel genomen.</p>	

LS	5^e Harmonische: op alle fasen		
	Meetperiode: 26 april – 3 mei 2023	Locatie: Waalre	
	Grenswaarden 95%: 5 ^e Harmonische: 6%	Stedelijkheid: Matig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 6,72%	Klantaansluiting: Huishouden	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een huishoudelijke klant is een overschrijding geconstateerd op de 5^e harmonische bij alle drie 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. Ook is er geen spanningsklachten bekend in dit gebied.







**Wat was de oorzaak?**

De aansluiting zit in hetzelfde transport verdeel station (hetzelfde blok) waarop nog een grote industriële klant zit. Op dit moment is er geen spanningsklachten bekend in dit gebied. Tijdens de hermeting in juli, is er geen overschrijding meer gevonden in de meetdata. De gemeten harmonische waarden liggen wel dichterbij de grenswaarden. Deze klant heeft geen zonnepanelen, maar de burens wel!

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

Op dit moment is er geen spanningsprobleem bekend bij deze aansluiting of in de buurt. Daarom is er nu momenteel geen maatregel genomen.



LS	9^e Harmonische: twee fase overschrijding		
	Meetperiode: 21 – 28 april 2023	Locatie: Leunen	
	Grenswaarden 95%: 9 ^e Harmonische: 1,5%	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,63%	Klantaansluiting: Huishouden	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een klant is een kleine overschrijding geconstateerd op de 9^e harmonische bij twee van de fasen (L1 en L2). De overschrijding betreft de 95% waarde. De klant zit aangesloten op L1.

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

Hogere harmonischen kunnen schade aan apparatuur veroorzaken. Deze klant heeft tot nu toe geen gevolgen van deze hoge waarde van de harmonischen. Ook zijn er geen klachten in deze wijk. Waarschijnlijk vloeit er stroom over de nul leider. Dit is te zien in de gebieden vaker waar veel zonnepanelen op de huizen liggen.

**Wat was de oorzaak?**

Er is in augustus een hermeting uitgevoerd op dezelfde locatie. Hieruit bleek de overschrijding nog aanwezig te zijn. De gemeten waarden zijn nog steeds boven de grenswaarden gebleven. Daarom is dit waarschijnlijk niet tijdelijk van aard. De klant heeft geen zonnepanelen in de installatie, maar de burens wel! De netconfiguratie is goed. Hier liggen wel heel veel oudere zonnepanelen. Deze kunnen dit veroorzaken. Er ligt een groot sportterrein in de buurt. Verder is er geen bijzonderheden gevonden in deze buurt.

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

Op basis van het onderzoek zijn er nog geen maatregelen genomen. Wel wordt hier in de toekomst een nieuw net aangelegd (onder het project "wijk gericht aanpak") en veranderd daardoor ook de bestaande netconfiguratie. De verwachting is ook om eventueel de spanningsproblemen opgelost te worden.



LS		Totale harmonische vervuiling (THD) en 5 ^e Harmonische	
	Meetperiode: 11 – 18 december 2023	Locatie: Zevenbergen	
	Grenswaarden: THD 95%: 8% 5 ^e Harmonische 95%: 6%	Stedelijkheid: Sterk stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: THD 95%: 8,04% 5 ^e Harmonische 95%: 6,0002%	Klantaansluiting: Huishouden	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een klant (hoogbouw) zijn er twee overschrijdingen geconstateerd – 5^e harmonische en THD waarde. De gemeten waarden zijn net boven de norm grenswaarden gebleven. Beide gevallen betreft de overschrijding van de 95% waarde.

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

Hogere harmonischen kunnen schade aan apparatuur veroorzaken. Dit heeft op dit moment geen gevolgen omdat het af en toe gebeurt. Bovendien was de meetwaarden in de hermeting binnen de norm grenswaarden gebleven.

**Wat was de oorzaak?**




Er is in januari 2024 nog een hermeting uitgevoerd op dezelfde locatie. Hieruit bleek de overschrijding niet aanwezig te zijn. De gemeten waarden van 5^e harmonisch en THD zijn wel onder de grenswaarden gebleven. Waarschijnlijk is dit tijdelijk van aard.







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

Op dit moment is er geen spanningsprobleem bekend bij deze aansluiting of in de buurt. Daarom is er nu momenteel geen maatregel genomen.



LS	Snelle spanningsvariatie: een fase overschrijding		
	Meetperiode: 07 – 14 februari 2023	Locatie: Bleiswijk	
	Grenswaarden PLT 95%: 1	Stedelijkheid: Weinig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,049	Klantaansluiting: Recreatie	

Wat gebeurde er? Bij een weekmeting is een kleine overschrijding van de PLT geconstateerd. De overschrijding betreft de 95%-waarde.	
Welke gevolgen had dit voor klanten? Een overschrijding van de PLT-waarde kan flikkering van licht tot gevolg hebben. De klant heeft geen hinder ondervonden en geen melding gemaakt van hinder.	
Wat was de oorzaak? De voeding was in orde. Geen duidelijke oorzaak van het probleem te constateren.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Neen Er is een hermeting uitgevoerd waarin geen overschrijdingen meer te zien waren. Daarom lijkt de overschrijding tijdelijk van aard te zijn en zijn er verder geen maatregelen meer genomen.	

LS	Snelle spanningsvariatie, Spanningsasymmetrie en 5^e Harmonische		
	Meetperiode: 06 – 13 januari 2023	Locatie: Hoorn NH	
	Grenswaarden: PLT 100%: 5 Spanningsasymmetrie 100%: 3% 5e Harmonische 95%: 6%	Stedelijkheid: Matig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: PLT 100%: 5,74 (een fase) Spanningsasymmetrie 100%: 8,3% 5e Harmonische 95%: 7,55% (drie fase)	Klantaansluiting: Huishouden	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het laagspanningsnet bij een klantaansluiting is een overschrijding van de 5e harmonische geconstateerd op alle 3 de fasen. De overschrijding betreft de 95%-waarde. Daarnaast zijn 2 korte pieken waargenomen in de spanningsasymmetrie en de PLT, beiden betreft de 100%-waarde.

**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.

**Wat was de oorzaak?**

De bron van de overschrijding van de 5e harmonische is ondanks andere metingen niet gevonden. De gemeten asymmetrie en PLT-waarden zijn eenmalige pieken direct aan het begin van de meting. Deze pieken zijn dusdanig hoog dat deze zeer onwaarschijnlijk zijn. Mogelijk hebben deze pieken verband met de installatie van de PQ-meter. Dit betrof een oud type PQ-meter wat hier gevoelig voor is. Inmiddels zijn deze allemaal vervangen.

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

Er is een hermeting uitgevoerd waarin geen overschrijdingen meer te zien waren. Ook bij andere metingen is geen overschrijding meer waargenomen. Daarom lijkt de overschrijding tijdelijk van aard te zijn en zijn er verder geen maatregelen meer genomen.



MS	Snelle spanningsvariatie: twee fase overschrijding		
	Meetperiode: 18 – 25 oktober 2023	Locatie: Coevorden	
	Grenswaarden 100%: 5	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 5,97	Klantaansluiting: Industrie	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het middenspanningsnet bij een industriële klant is een overschrijding op het gebied van snelle spanningsvariatie (PLT) geconstateerd op de twee fasen. Dit betreft de overschrijding van de 100% waarde.

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

Snelle spanningsvariatie kan leiden tot zogenaamde 'flikker'. Flikker is een verschijnsel dat kan leiden tot zichtbare snelle veranderingen van de intensiteit van elektrische verlichting. Flikker resulteert in principe niet tot schade aan apparatuur, maar kan wel zorgen voor irritatie bij klanten, bijvoorbeeld tijdens het lezen. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

De betreffende meetlocatie is een industriële klant (betonverwerkingsbedrijf). Omdat deze klant niet in stedelijk gebied zit, zijn er weinig huishoudelijke klanten in de buurt. Daarom is er geen klacht van lichtflikker in de buurt of bij deze klant zelf.



**Wat was de oorzaak?**





Deze klant neemt dynamische belasting af die waarschijnlijk flikker veroorzaakt tijdens de eerste meting. Bij de hermeting in november is er geen overschrijding te zien in de meetdata. De gemeten waarden van PLT zijn heel laag (0,2). Waarschijnlijk is dit tijdelijk van aard.







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

De regel is, dat we als netbeheerder in gesprek gaan met de veroorzakende klant. Omdat er verder geen klachten vanuit de omgeving bekend zijn, ondernemen we vooralsnog geen actie richting de veroorzaker.



MS	5e Harmonische: drie fase overschrijding		
	Meetperiode: 09 – 16 oktober 2023	Locatie: Nieuwdorp Zld	
	Grenswaarden 95%: 5 ^e Harmonische: 6%	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 6,5%	Klantaansluiting: Industrie	

Wat gebeurde er? Bij een weekmeting is er een overschrijding van de 5 ^e harmonische spanning geconstateerd. De 95%-waarde is met een 0,5% overschreden	
Welke gevolgen had dit voor klanten? Mogelijke gevolgen van deze vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De klant zelf heeft geen klachten. .	
Wat was de oorzaak? De oorzaak ligt waarschijnlijk bij de toegepaste frequentieregelaars bij de industriële installatie. Meting van de harmonische stromen kunnen hiervoor een indicatie geven.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Er zijn nog geen maatregelen genomen om de situatie te analyseren.	

MS		Spanningsasymmetrie	
	Meetperiode: 08 – 15 maart 2023	Locatie: Burdaard	
	Grenswaarden 100%: 3	Stedelijkheid: Niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 3.04	Klantaansluiting: Industrie	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het middenspanningsnet bij een industriële klant is een overschrijding geconstateerd in de spanningsasymmetrie. De overschrijding betreft de 100%-waarde.

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

Gedurende een korte periode op 13 maart zat er een verschil in de 3 fasespanningen, waardoor de 100%-waarde van de spanningsasymmetrie boven de grenswaarde uitkwam.

**Wat was de oorzaak?**

De betreffende dag was een dag met veel invoeding door wind en zon. Hierdoor is een regeltransformator uitgeschakeld door de beveiliging in een nabijgelegen regelstation. Hierbij heeft de schakelaar van het koppelveld geweigerd om automatisch in te schakelen, waardoor er een energieonderbreking ontstond. De aansluiting waar de PQ-meting was aangesloten heeft overigens geen energieonderbreking gehad. De vermoedelijke oorzaak van de uitval en gemeten asymmetrie is verkleving van één of twee fasen van de vermogensschakelaar.

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







Direct na de storing is de schakelaar ter plekke diverse keren in- en uitgeschakeld, waardoor de oorzaak (verkleving) niet meer met zekerheid is vast te stellen. Gezien de samenloop van de overschrijding met de energieonderbreking is het niet aannemelijk dat er sprake is van een structurele overschrijding.







EHS Spanningsasymmetrie: overschrijdingen (NET OP ZEE)			
	Meetperiode: 2023	Locatie: Zeeland en Net op Zee	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: EHS001: 1,13% HS303: 1,19% HS304: 1,22% HS311: 1,23% HS312: 1,35% HS319: 1,24% HS320: 1,29% HS328: 1,21% HS329: 1,22%	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 door de beïnvloeding uit het 380 kV-net. Er zijn in dit gedeelte van het net geen fasewisselingen toegepast, Door de hogere stromen afkomstig van de wind op zee neemt de asymmetrie toe.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? TenneT bestudeert diverse mogelijke maatregelen en is hierover ook in contact met de betreffende offshore-aangesloten. Het is de verwachting dat deze overschrijdingen over een langere periode nog kunnen optreden. Het gemeten maximum zal waarschijnlijk niet veel veranderen de komende tijd. Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid ten aanzien van de toepassing van fasewisselingen veranderd.	

HS Langzame spanningsvariatie: overschrijdingen	
--	--

	Meetperiode: Week 3, 22, 50	Locatie: Schoonebeek (HS035) Bargermeer (HS048) Coevorden (HS049)	
	Grenswaarde 99,9%: 110,00%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: HS035: <ul style="list-style-type: none"> - 110,68%(wk 3), - 111,16% (wk 22). HS048: <ul style="list-style-type: none"> - 110.04% (wk 3), - 110,95%(wk 22), - 110,12%(wk 50). HS049: <ul style="list-style-type: none"> - 110,42 (wk3), - 111,01(wk 22). 	Klantaansluiting: Grootverbruiker HS035) Grootverbruiker (HS048) Elektriciteitsproductie-eenheid HS049)	

Wat gebeurde er? In het 110 kV net zijn op de onderstations Schoonebeek, Bargermeer, Coevorden netspanningen gemeten die hoger zijn dan de limiet van de Netcode elektriciteit.	
Welke gevolgen had dit voor klanten? Langzame spanningsvariatie s een daling of stijging van het spanningsniveau. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten ontvangen.	
Wat was de oorzaak? Grote hoeveelheid decentrale opwek resulteert in een laag belast net (bij zonsopkomst en -ondergang) en dat zorgt voor hoge netspanningen.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? De bedrijfsvoering heeft zowel infrastructurele middelen (compensatiemiddelen, aanpassing trapstanden transformatoren, diverse kabelverbindingen uit bedrijf) als niet-infrastructurele middelen (afroepen blindvermogen bij gecontracteerde eenheden) ingezet om de spanningen te verlagen. In deze regio is er onvoldoende beschikking over blindvermogenscontracten en is er een gebrek aan eigen compensatie middelen. Als de middelen ontoereikend zijn worden we geconfronteerd met spanningoverschrijdingen zoals waargenomen door de PQM meters.	

HS	Langzame spanningsvariatie: overschrijdingen		
	Meetperiode: Week 10, 11	Locatie: Winsum Ranum (HS065)	
	Grenswaarde 99,9%: 110,00%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 110,33%	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 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 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 16, 31, 51	Locatie: Musselkanaal (HS043)	
	Grenswaarde 99,9%: 1 %	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,18% (wk16), 1,13% (wk31) 1,04 (wk 51)	Klantaansluiting: Elektriciteitsproductie-eenheid	

Wat gebeurde er?

Tijdens een aantal meetweken heeft de PQ meter bij Musselkanaal overschrijdingen van de asymmetrie gemeten:

- in week 16 ca. 2.5 uur (16 10-minuut gemiddelde intervallen)
- in week 31 ca. 1 uur (5 10-minuut gemiddelde intervallen)
- in week 51 ca. 2 uur (13 10-minuut gemiddelde intervallen)

In week 38 is de overschrijding gelijktijdig met asymmetrie overschrijdingen in het EHS net gemeten. Hiervoor is een aparte toelichting geschreven.

**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 ontstaan is 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. Concreet:

Week 16: Verbinding MSKZ-MSKZJB uit bedrijf

Week 31: Vermoedelijk onderhoud elders in het 110kV net





Week 51: Verbinding SKN110-MEE110 uit bedrijf





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





Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid ten aanzien van de toepassing van fasewisselingen veranderd. Voor dit tracé loopt een aparte studie.









EHS	Langzame spanningsvariatie: overschrijdingen		
	Meetperiode: Week 23	Locatie: Diemen (EH003)	
	Grenswaarde 99,9%: 110,00%	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 110,13%	Klantaansluiting: Elektriciteitsproductie-eenheid	

Wat gebeurde er? Op zondag 4 juni is de 10-minuut gemiddelde spanning hoger geweest dan de limietwaarde.	
Welke gevolgen had dit voor klanten? Langzame spanningsvariatie is een verhoging of verlaging van het spanningsniveau. De Netcode elektriciteit definieert daarvoor een bandbreedte. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder van het landelijk hoogspanningsnet geen klachten van aangeslotenen ontvangen.	
Wat was de oorzaak? I Grote hoeveelheid decentrale opwek resulteert in een laag belast net (bij zonsopkomst en -ondergang) en dat zorgt voor hoge netspanningen.	
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? De bedrijfsvoering heeft zowel infrastructurele middelen (compensatiemiddelen, aanpassing trapstanden transformatoren, diverse kabelverbindingen uit bedrijf) als niet-infrastructurele middelen (afroepen blindvermogen bij gecontracteerde eenheden) ingezet om de spanningen te verlagen Dit was echter onvoldoende om de spanning binnen de grenswaarde te houden.	





HS	Spanningsasymmetrie: overschrijdingen		
	Meetperiode: Week 25	Locatie: Schoonebeek (HS035)	
	Grenswaarde 99,9%: 1 %	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,03%	Klantaansluiting: Grootverbruiker (HS035)	

<p>Wat gebeurde er?</p> <p>In week 25 heeft de PQ meter bij Schoonebeek in totaal gedurende ca. 1 uur (5 10-minuut gemiddelde intervallen) overschrijdingen van de asymmetrie gemeten.</p>	
<p>Welke gevolgen had dit voor klanten?</p> <p>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.</p>	
<p>Wat was de oorzaak?</p> <p>In dit gebied worden 110kV en 380kV circuits gecombineerd in 1 mast (een zgn. combilijn). De overschrijding is opgetreden toen tijdens werkzaamheden aan de 110kV verbinding tussen Beilen en Veenoord uit bedrijf was. De asymmetrie wordt veroorzaakt door de invloed van het 380kV circuit en het 110kV net, wat hier niet getransponeerd is..</p>	
<p>Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?</p> <p>Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid ten aanzien van de toepassing van fasewisselingen veranderd. Voor dit tracé loopt een aparte studie.</p>	

(E)HS Spanningsasymmetrie: overschrijdingen			
	Meetperiode: Week 38	Locatie: Eemshaven (EH006), Musselkanaal (HS043)	
	Grenswaarde 99,9%: 1 %	Stedelijkheid: Niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: EHS006: 1,01% HS043: 1,01%	Klantaansluiting: Elektriciteitsproductie-eenheden	

<p>Wat gebeurde er?</p> <p>In week 38 hebben PQ meters in Eemshaven (EHS) en in Musselkanaal (HS) overschrijdingen van de asymmetrie gemeten.</p> <p>EHS006: 2 10-minuut gemiddelde intervallen HS043: 3 10-minuut gemiddelde intervallen.</p> <p>Omdat de oorzaak van beide overschrijdingen hetzelfde is, worden ze gezamenlijk toegelicht.</p>	
<p>Welke gevolgen had dit voor klanten?</p> <p>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.</p>	
<p>Wat was de oorzaak?</p> <p>Het is aannemelijk dat de asymmetrie ontstaan is door de beïnvloeding uit het 380 kV-net, waarbij een deel via de koppeltransformatoren en de combilijn naar het 110kV net gepropageerd is. Veelal worden geen fasewisselingen toegepast. Met name bij onderhoudssituaties geeft dat een verhoging van de asymmetrie.</p> <p>Tijdens werkzaamheden in de 380kV verbindingen Eemshaven-Meeden-Zwolle is de limietwaarde van de Netcode elektriciteit overschreden.</p>	
<p>Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?</p> <p>Voor nieuwe verbindingen en opwaarderingen heeft TenneT het beleid ten aanzien van de toepassing van fasewisselingen veranderd. Voor dit tracé loopt een aparte studie.</p>	

HS	Totale harmonische vervuiling (THD): overschrijding		
	Meetperiode: 2023	Locatie: Locatie Net op Zee: Hollandse kust zuid Beta (HS361)	
	Grenswaarde: THD 99,9%: 7% THD 95%: 6%	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 99,9%: 9,34% 95%: 8,19%	Klantaansluiting: nog niet aanwezig	

<p>Wat gebeurde er?</p> <p>Op één van de PQ-meters op offshore-platform Hollandse kust zuid Bèta is een overschrijding van de THD gemeten.</p>	
<p>Welke gevolgen had dit voor klanten?</p> <p>Dit had geen gevolgen voor klanten. De overschrijding is gemeten in de periode tussen oplevering van het offshore-platform aan TenneT en het daadwerkelijk aansluiten van de klantaansluiting (van de windparken) op het offshore-platform. Op het moment van het meten van de overschrijding waren er dus nog geen klantaansluitingen op dit offshore-platform operationeel.</p>	
<p>Wat was de oorzaak?</p> <p>Omdat de klantaansluitingen op dit offshore-platform nog niet zijn opgeleverd, is verder geen onderzoek gedaan naar de oorzaak van de gemeten overschrijding en of er wel sprake was van een overschrijding. Wel is naar aanleiding van deze gemeten overschrijding de vraag gerezen of de datum van inbedrijfname van het station van TenneT inclusief de daarin gesitueerde PQ-meting (in dit geval het offshore-platform) wel een geschikt moment is om de formele PQ-meting te laten starten. Voorlopige conclusie is dat de datum van de inschakelbedrijfsvoeringsnotificatie (EON) van de desbetreffende elektriciteitsproductie installatie of verbruikinstallatie een beter moment is. Dat is immers het moment waarop voor het eerst daadwerkelijk spanning op de klantaansluiting wordt gezet.</p>	
<p>Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen?</p> <p>Nee. De klantaansluiting met daadwerkelijk spanning op zijn aansluitpunt heeft een kwaliteit die voldoet aan de eisen.</p>	

Colofon

Project	Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2023
Projectnummer	PQM 2023
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-2024-02 / Versie 2.0
Datum	17 april 2024
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Laurens Baas Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl