

Spanningskwaliteit in Nederland

Resultaten 2021

Versie: 1.0

Kenmerk: KR-2022-03002

Datum: 15-04-2022

Netbeheer Nederland, vereniging van energienetbeheerders in Nederland

De vereniging Netbeheer Nederland is de belangenbehartiger van de landelijke en regionale elektriciteit- en gasnetbeheerders. Netbeheer Nederland is het aanspreekpunt voor netbeheerders aangelegenheden. De netbeheerders hebben twee hoofdtaken: zij faciliteren het functioneren van de markt en zij beheren de fysieke net-infrastructuur. Lid van deze vereniging zijn de wettelijk aangewezen landelijke en regionale netbeheerders voor elektriciteit en gas. Netbeheer Nederland organiseert het overleg met marktpartijen over aanpassingen van de marktfacilitering. Netbeheer Nederland doet namens de gezamenlijke netbeheerders voorstellen voor aanpassingen van de wettelijk verankerde codes voor onder meer de structuur van de nettarieven. Netbeheer Nederland stelt ook de algemene voorwaarden op voor aansluiting en transport.

Netbeheer
Nederland



Autorisatieblad

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2021

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

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

Samenvatting

Tabel S.0.1 geeft een samenvatting van de meetresultaten over 2021. De tabel toont per net het aantal uitgevoerde weekmetingen en laat zien bij hoeveel van deze metingen een overschrijding is opgetreden. Deze overschrijdingen zijn gesorteerd naar continu spanningsverschijnsel. Het komt voor dat binnen eenzelfde weekmeting overschrijdingen bij meerdere verschijnselen plaatsvinden. In dit rapport worden alle overschrijdingen nader toegelicht.

Tabel S.0.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen, 2021

Net	Aantal meters	Aantal weekmetingen	Weekmetingen met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
				Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmischen
LS	264	264	5	0	1	1	3
MS	264	264	2	0	0	1	1
HS 50-66 kV	20	803	0	0	0	0	0
HS Net op Zee 66kV	8	312	147	0	143	4	0
HS 110-150 kV	96	3891	4	2	2	0	0
EHS	16	688	15	0	15	0	0

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 2021 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 97% 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 bemeten. Om deze reden wordt voor deze netten geen statistische uitspraak gedaan. Op basis van de resultaten wordt gesteld dat afgerond:

- 100% van de HS 50-66 kV HS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 52% van de HS Net op Zee 66 kV weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 100% van de 110-150 kV HS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 98% van de 220-380 kV EHS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Binnen het project worden ook spanningsdips geregistreerd. Bij het MS-net wordt dit met een continu meetsysteem op bijna 200 stationslocaties gedaan. De locaties zijn steekproefsgewijs geselecteerd (aselect). Binnen het HS- en EHS-net worden spanningsdips bij 164 klantaansluitingen bemeten. *Tabel S.0.2* toont per net het gemiddeld aantal geregistreerde hinderlijke spanningsdips. Dit is het totaal aantal gemeten hinderlijke dips gedeeld door het aantal meters.

Tabel S.0.2: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips, 2021

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	MS: 0,16 HS 50-66 kV: 0,05 HS Net op Zee 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0,01 EHS: 0	MS: 0,35 HS 50-66 kV: 0 HS Net op Zee 66 kV: 0 HS 110-150 kV: 0,20 EHS: 0,60	MS: 0,33 HS 50-66 kV: 0,11 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	15
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	24
4.3.3 110-150 kV	25
5. Extra hoogspanningsnet	27
5.1 Meetresultaten	27
5.2 Trendanalyses	28
5.3 Spanningsdips	31
Bijlagen	32
Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2012 – 2021	33
Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen	34
Colofon	45

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 is in de wandelgangen 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 onafhankelijk advies- en ingenieursbureau uitgevoerd.

Dit rapport gaat per net in op de landelijke spanningskwaliteit in 2021. Eventuele overschrijdingen worden door 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 in zowel het LS- als MS-net tenminste 250 weekmetingen plaats. Voor zowel de LS als de MS-metingen is dit gerealiseerd. Spanningsdips in het MS-net worden geregistreerd op bijna 200 stationslocaties met een continu meetsysteem. Vanwege de wijziging in de Netcode elektriciteit (hierna: Netcode) worden vanaf 2020 ook de spanningsdips over de, minimaal 250 MS-weekmetingen bewaakt, naast de 200 stationslocaties. In het HS- en EHS-net wordt gebruik gemaakt van een continu meetsysteem dat de spanningskwaliteit bewaakt op 164 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 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 kosteloos te vinden 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.

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. Er zijn twee paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten van 2021. In de tweede wordt meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd.

2.1 Meetresultaten

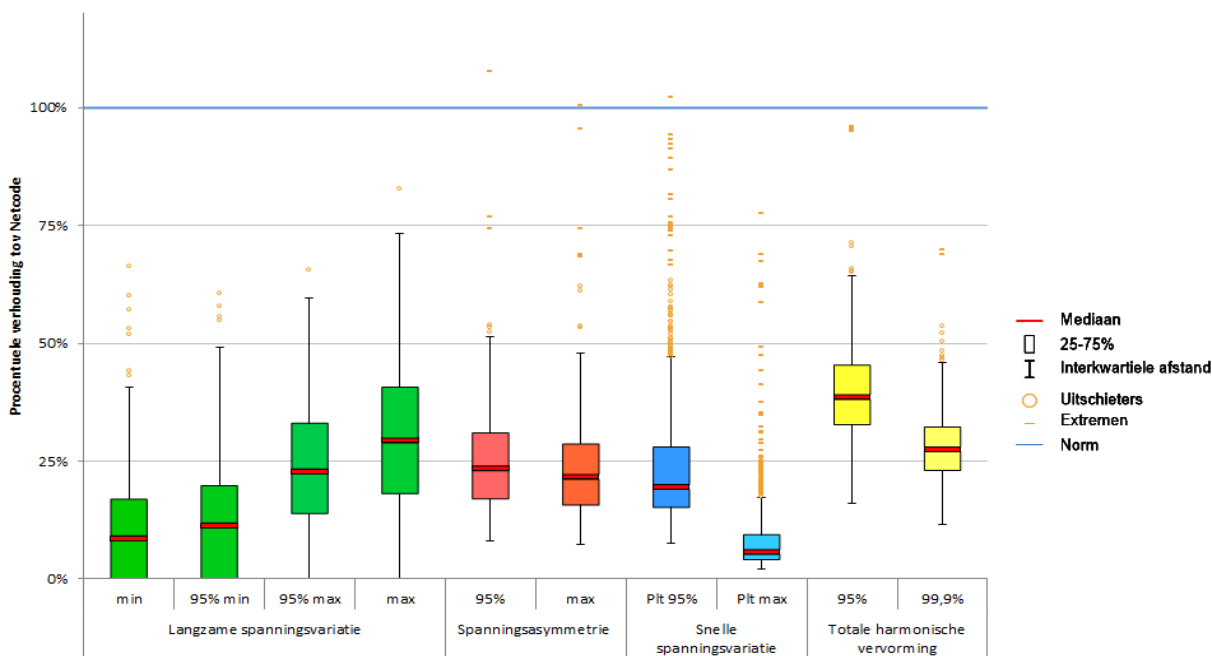
In 2021 zijn 264 weekmetingen uitgevoerd in het LS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen, zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in de beoogde maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege defecte meetapparatuur of ziekte van een meetspecialist. In 2021 startte 96% van de metingen in de juiste maand.

Tabel 2.1 geeft een overzicht weer van het aantal metingen en de geconstateerde overschrijdingen. Uit de tabel blijkt dat in 2021 bij 5 weekmetingen een overschrijding is geconstateerd bij de verschijnselen snelle spanningsvariatie en de individuele harmonischen. Bij de andere verschijnselen voldeden alle meetwaarden aan de norm. 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 2021 in het LS-net tussen de 95% en 99% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 2.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen LS, 2021

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
		Snelle spanningsvariatie	Asymmetrie	Individuele harmonische
264	5	1	1	3

Figuur 2.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. De boxplots tonen de verdeling van de toetswaarden. De 'box' zelf betreft de middelste 50% van de waarden. Het streepje in de box is de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden en zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Als waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De blauwe 100% lijn representeert de norm.



Figuur 2.1: Continue verschijnselen LS, 2021

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. Uit de tabel blijkt dat de overschrijding van snelle spanningsvariatie binnen de subpopulatie 'niet stedelijk' heeft plaatsgevonden, de overschrijding van de asymmetrie in de subpopulatie 'sterk stedelijk' en de overschrijdingen van de afzonderlijke harmonische binnen de subpopulaties 'sterk stedelijk' en 'zeer sterk stedelijk'.

Tabel 2.2: Meetresultaten versus stedelijkheid LS, 2021

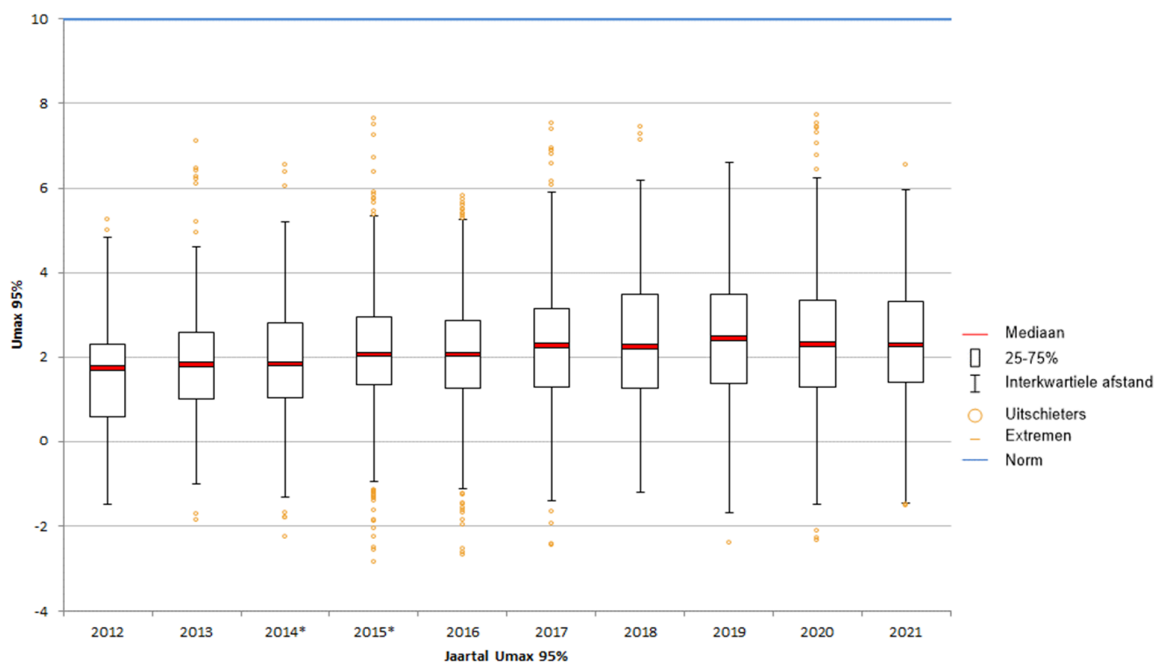
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
			Snelle spanningsvariatie	Asymmetrie	Individuele harmonische
Zeer sterk	66	1	-	-	1
Sterk	56	2	-	1	1
Matig	49	-	-	-	-
Weinig	48	-	-	-	-
Niet	45	2	1	-	1
Totaal	264	5	1	1	3

2.2 Trendanalyses

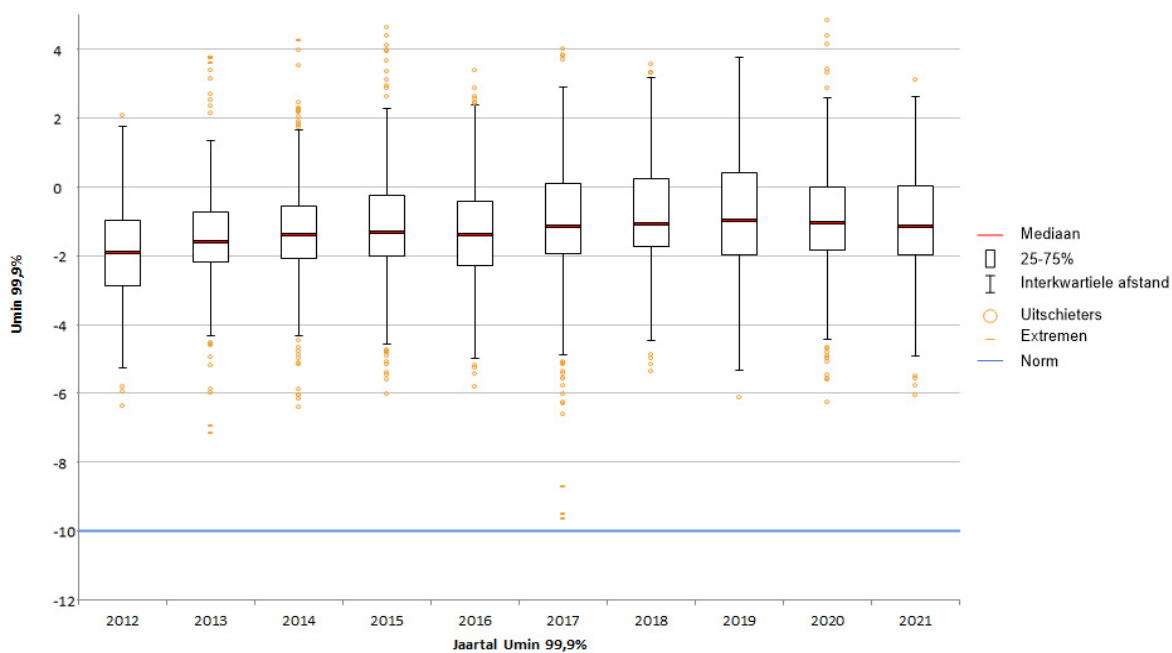
In deze paragraaf wordt de LS-meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan). Deze kan goed worden gebruikt voor bepaling van een eventuele trend. Voor de analyse wordt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

De Nederlandse netbeheerders bewaken sinds 1989 de spanningskwaliteit van hun elektriciteitsnet. In de loop der jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief door de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. In het afgelopen decennium betreft de voornaamste wijziging binnen het LS-net een vergroting van de minimum steekproef van 50 naar 250 metingen. Deze vergroting heeft plaatsgevonden in 2014-2015.

De figuren 2.2 en 2.3 tonen de trendanalyses van langzame spanningsvariatie (Umax en Umin). Uit de figuren blijkt dat de meetresultaten ruim voldoen aan de norm. De mediaan laat van 2012 tot 2017 een licht stijgende trend zien. Sinds 2018 blijft de mediaan redelijk constant met iets meer dan 2%. De gehele boxplots liggen tussen de -2% en 6%.

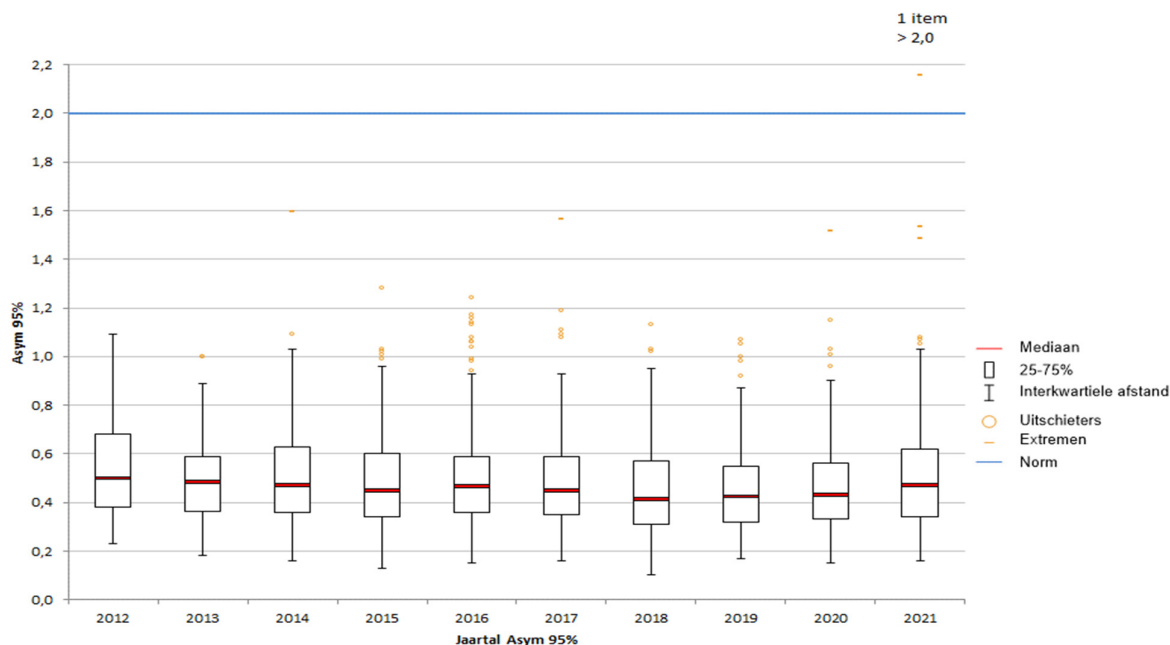


Figuur 2.2: Langzame spanningsvariatie Umax LS, 2012-2021



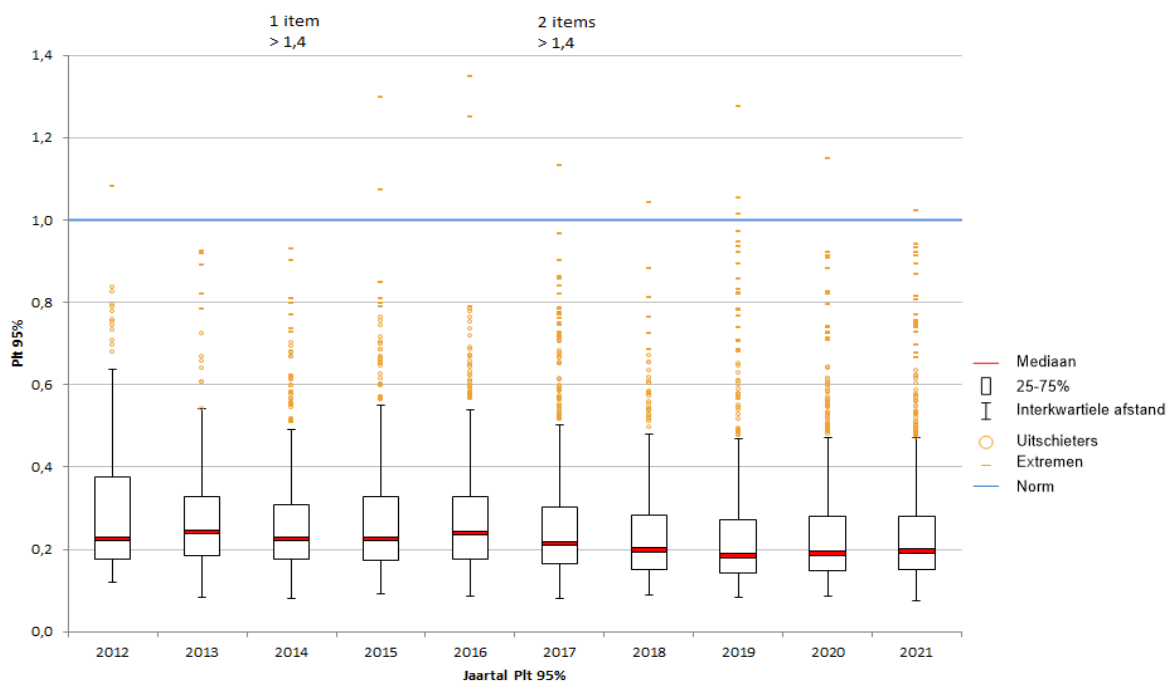
Figuur 2.3: Langzame spanningsvariatie Umin LS, 2012-2021

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



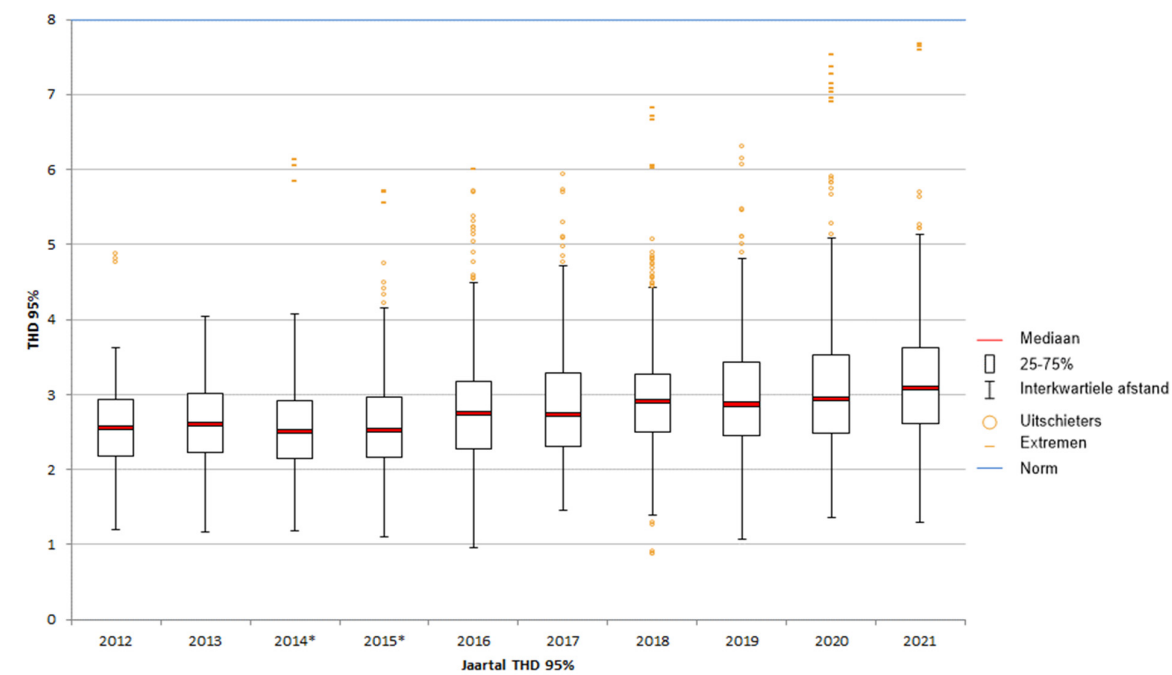
Figuur 2.4: Spanningsasymmetrie LS, 2012-2021

In *figuur 2.5* is de trendanalyse van snelle spanningsvariatie weergegeven. Zichtbaar is dat een aantal extremen boven de norm (blauwe lijn) liggen. Er is tussen 2016 en 2019 een licht dalende trend zichtbaar. Vanaf 2019 zijn de meetwaarden redelijk constant.



Figuur 2.5: Snelle spanningsvariatie Plt LS, 2012-2021

Figuur 2.6 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. Er is sprake van een licht stijgende trend.



Figuur 2.6: THD LS, 2012-2021

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. Er zijn drie paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten van 2021. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

3.1 Meetresultaten

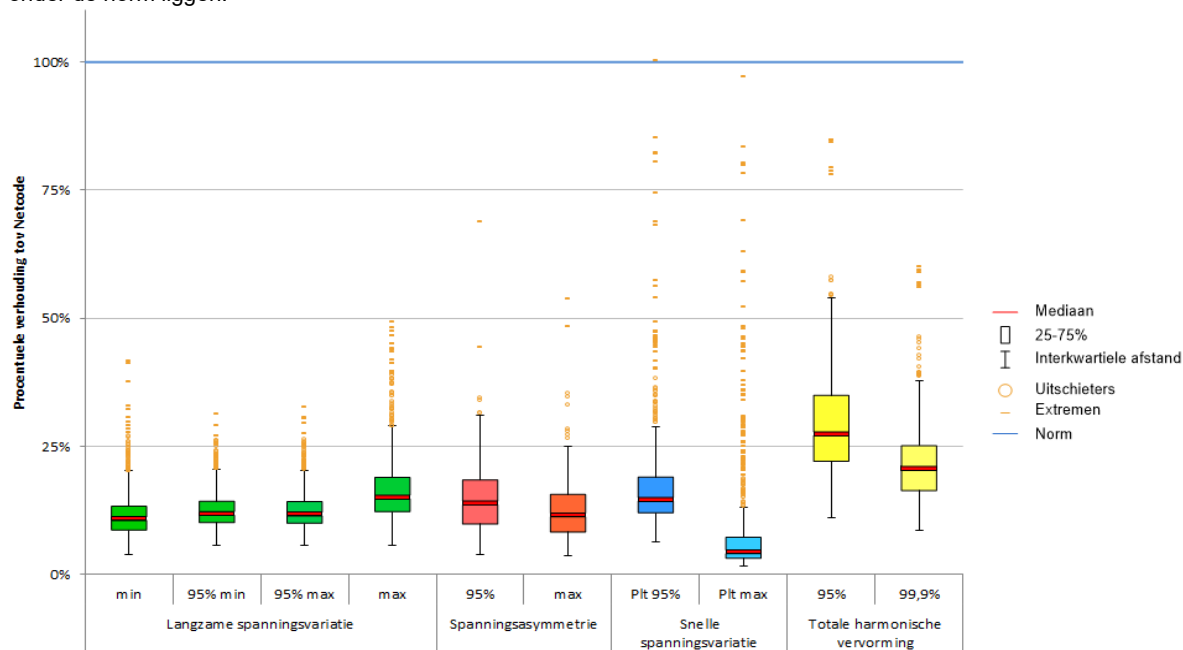
In 2021 zijn 264 weekmetingen uitgevoerd in het MS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen, zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in deze maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege onverhoopt defecte meetapparatuur of ziekte van een meetspecialist. In 2021 startte 96% van de metingen in de juiste maand.

Tabel 3.1 geeft een overzicht weer van het aantal metingen en de geconstateerde overschrijdingen. Bij twee van de weekmetingen is een overschrijding geconstateerd bij de verschijnselen snelle spanningsvariatie en harmonischen. 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 2021 in het MS-net tussen de 97% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 3.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen MS, 2021

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen	
		Snelle spanningsvariatie	Individuele harmonische
264	2	1	1

Figuur 3.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. De boxplots tonen de verdeling van de toetswaarden. De 'box' zelf betreft de middelste 50% van de waarden. Het streepje in de box is de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden en zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Als waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. Het figuur laat zien dat een groot deel van de meetwaarden ruim onder de norm liggen.



Figuur 3.1: Continue verschijnselen MS, 2021

In Nederland wordt voor bepaling van de mate van stedelijkheid gebruik gemaakt van de omgevingsadressendichtheid (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 3.2* is een overzicht gegeven van de uitgevoerde weekmetingen gerelateerd aan de stedelijkheid. Uit de tabel blijkt dat de overschrijdingen van de snelle spanningsvariatie en de individuele harmonische binnen de subpopulatie 'niet stedelijk' heeft plaatsgevonden.

Tabel 3.2: Metingen versus stedelijkheid MS, 2021

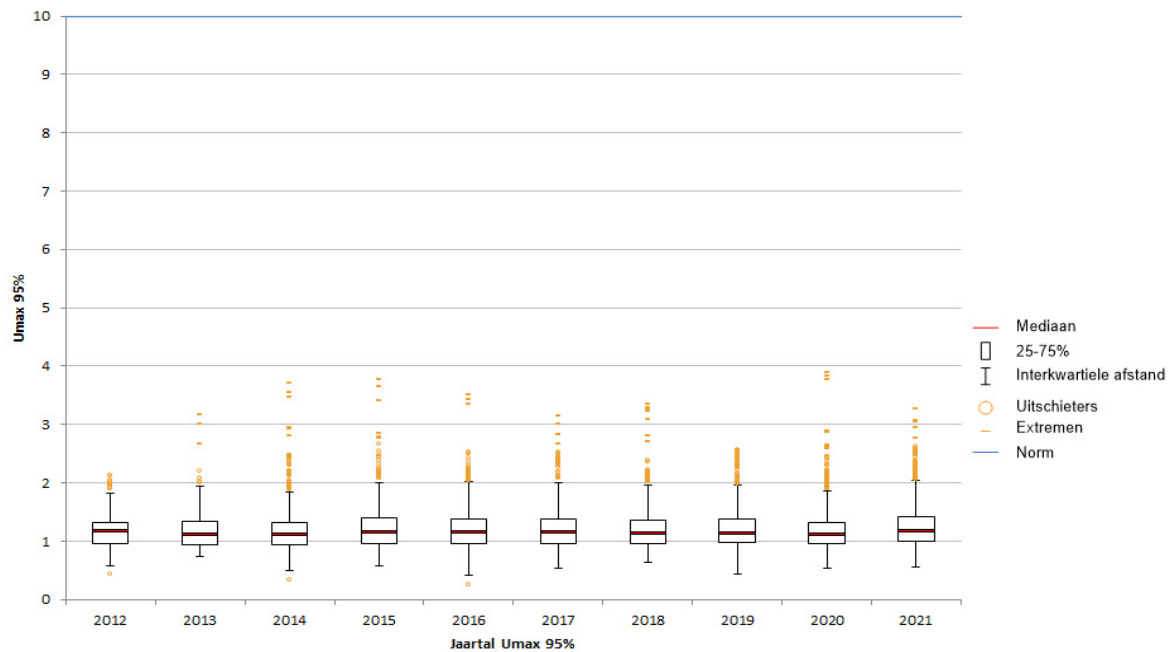
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen	
			Snelle spanningsvariatie	Individuele harmonische
Zeer sterk	36	-	-	-
Sterk	23	-	-	-
Matig	77	-	-	-
Weinig	37	-	-	-
Niet	91	2	1	1
Totaal	264	2	1	1

3.2 Trendanalyses

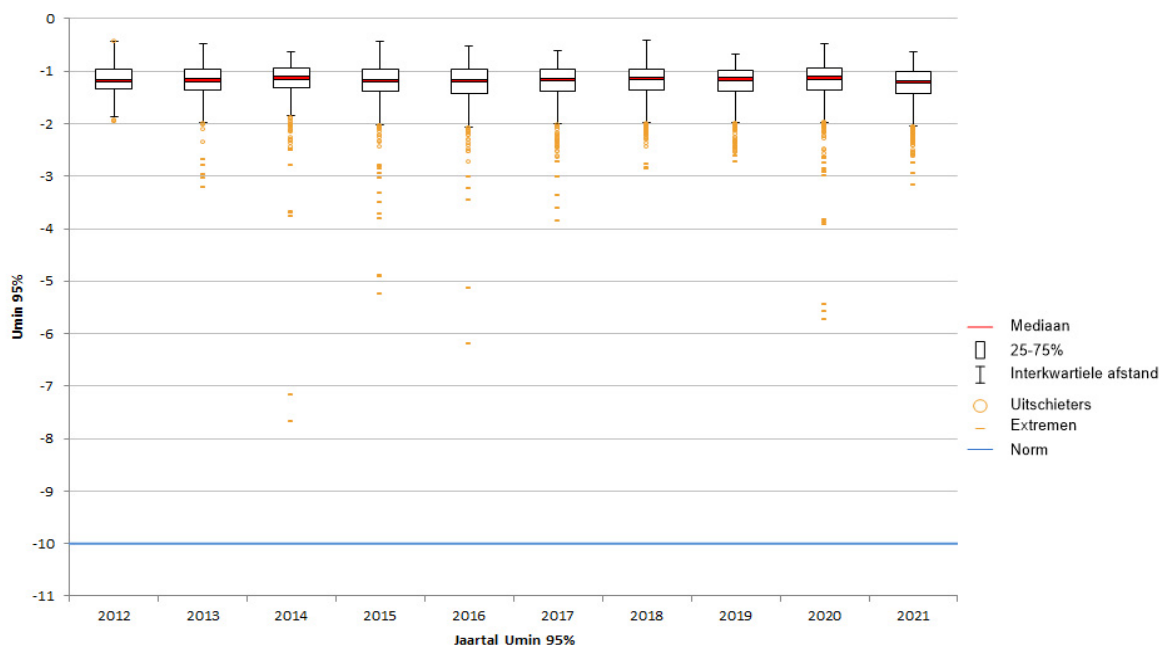
In deze paragraaf wordt de MS-meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan). Deze kan goed worden gebruikt voor bepaling van een eventuele trend. Voor de analyse wordt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

De Nederlandse netbeheerders bewaken sinds 1989 de spanningskwaliteit van hun elektriciteitsnet. In de loop der jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. In het afgelopen decennium betreft de voornaamste wijziging binnen het MS-net een vergroting van de minimale steekproefomvang van 50 naar 250 metingen. Deze vergroting heeft plaatsgevonden in 2014-2015.

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. Op basis van de mediaan laten de figuren een constant beeld zien.

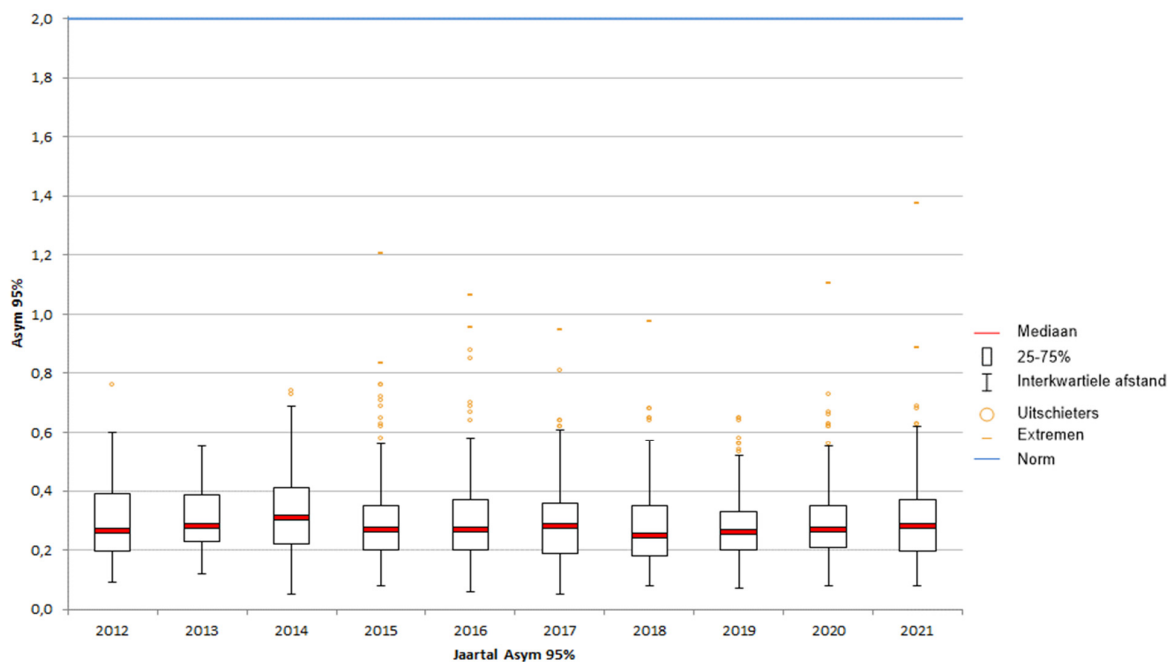


Figuur 3.2: Langzame spanningsvariatie Umax MS, 2012-2021



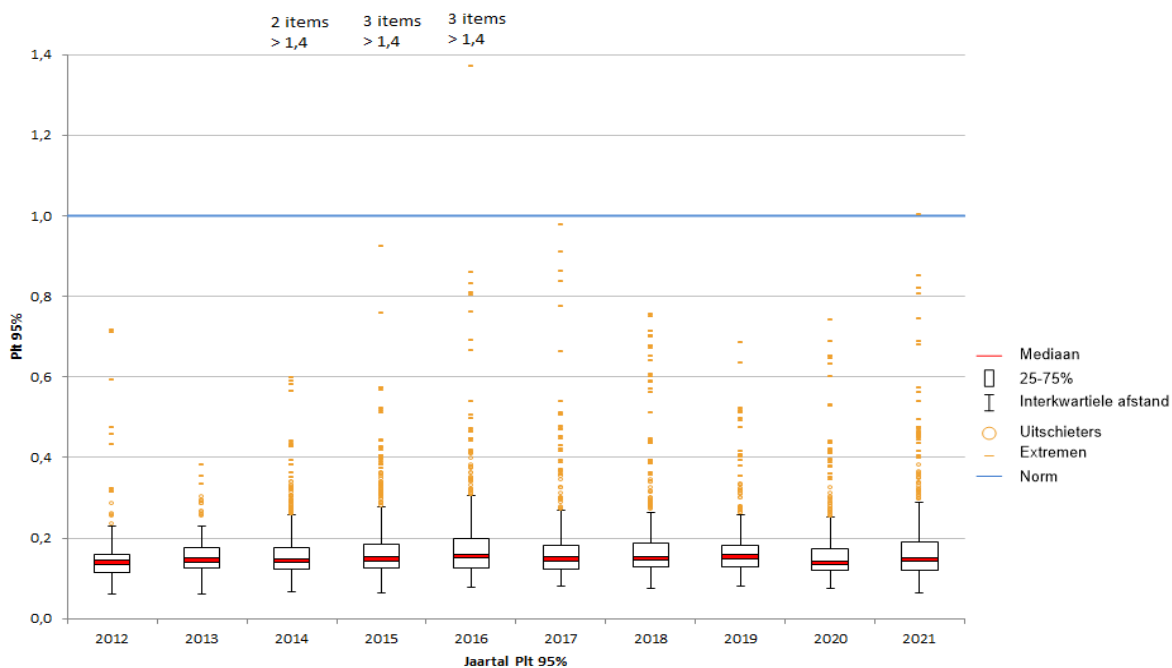
Figuur 3.3: Langzame spanningsvariatie Umin MS, 2012-2021

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.



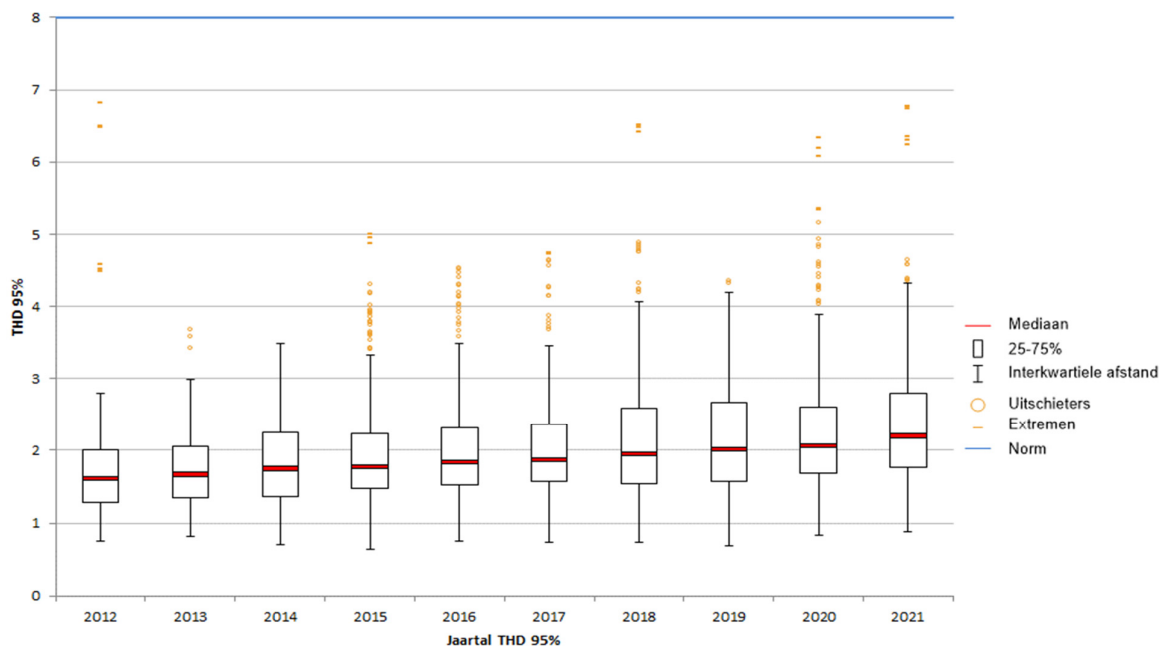
Figuur 3.4: Spanningsasymmetrie MS, 2012-2021

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, 2012-2021

Figuur 3.6 laat de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) zien. De figuur toont dat de meetresultaten voldoen aan de norm (blauwe lijn). De mediaan laat sinds 2012 een licht stijgende trend zien, maar behoudt genoeg afstand tot de norm.



Figuur 3.6: THD MS, 2012-2021

3.3 Spanningsdips

In het MS-net zijn in 2021 op 197 meetlocaties spanningsdips geregistreerd gedurende het hele jaar. De locaties zijn steekproefsgewijs geselecteerd en aselekt getrokken. In 2021 zijn op alle meetlocaties in totaal 165 hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,84 dips per locatie. Het aantal hinderlijke dips per week per continue meetlocatie komt neer op 0,016¹.

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 het geen last heeft van spanningsdips in deze categorie. De klant kan desgewenst zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen.

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 LS weekmetingen opgenomen. Op verzoek wordt ter indicatie in deze voetnoot wel gemeld hoeveel hinderlijke dips de weekmetingen hebben geregistreerd. In 2021 zijn dit er bij 2 weekmetingen 3 geweest. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,012 dips per week per locatie.

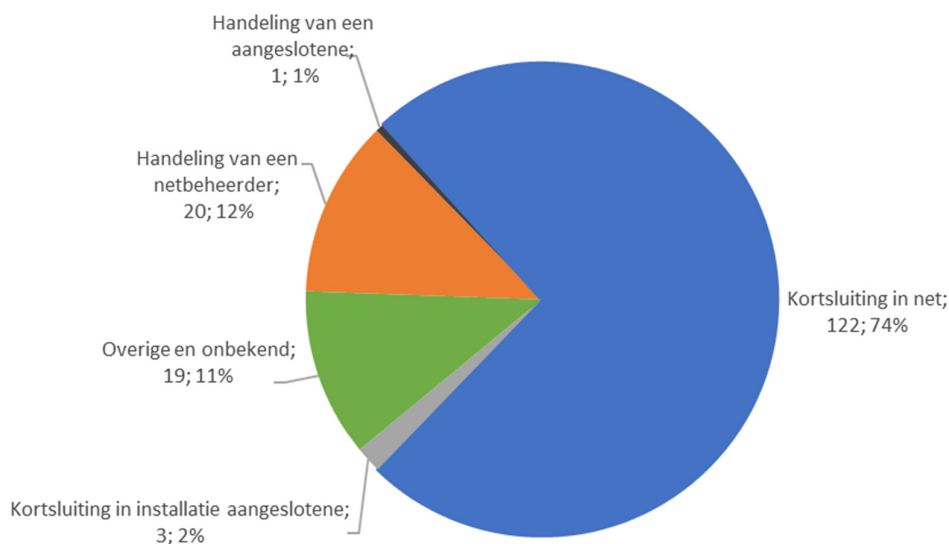
Tabel 3.3: Aantal hinderlijke spanningsdips MS, 2021

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk		<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0,33 Totaal: 65	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,16 Totaal: 31	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,35 Totaal: 69		
5 > u				

In *figuur 3.7* zijn de oorzaken van de geregistreerde 165 hinderlijke spanningsdips weergegeven. Uit de figuur blijkt dat een ruime meerderheid hiervan (74%) wordt veroorzaakt door een 'kortsluiting in het net'. Circa 12% 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' als genoemd in het zesde lid van de Netcode elektriciteit.

Het komt regelmatig voor dat meerdere spanningsdips veroorzaakt zijn door een enkele gebeurtenis. Voor de hinderlijke spanningsdips in 2021 geldt dat:

- De 122 dips met als oorzaak 'kortsluiting in net' herleidbaar zijn naar 114 gebeurtenissen.
- De 19 dips met als oorzaak 'overige en onbekend' herleidbaar zijn naar 18 gebeurtenissen.



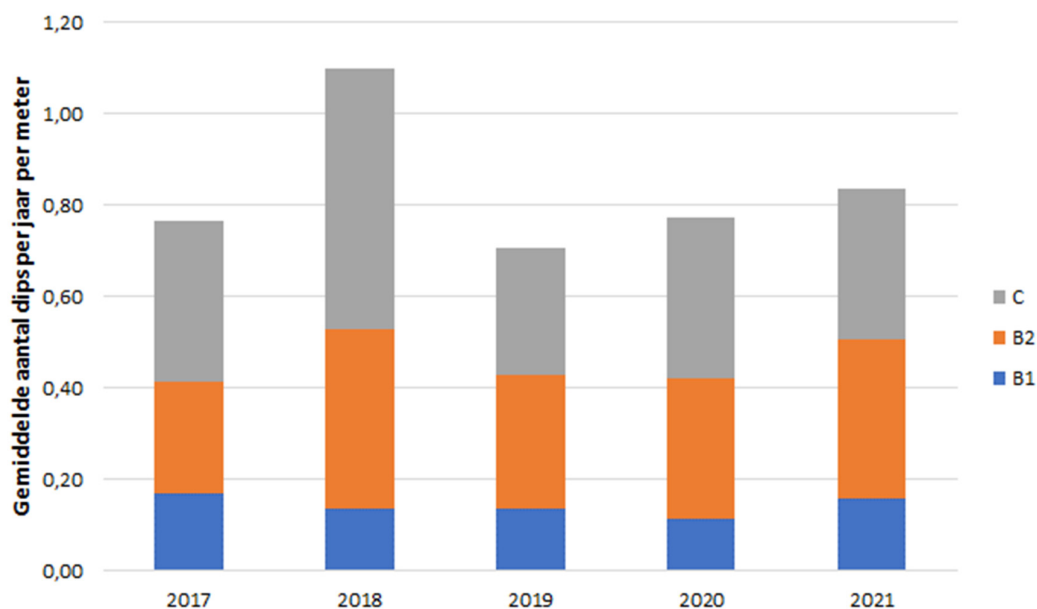
Figuur 3.7: Oorzaken hinderlijke spanningsdips MS, 2021

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, 2017-2021

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: 0,37 Totaal: 73,9
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Categorie B1 Gemiddeld: 0,14 Totaal: 27,5	Categorie B2 Gemiddeld: 0,31 Totaal: 61,3		

Figuur 3.8 bevat een weergave van het aantal hinderlijke spanningsdips in de afgelopen vijf jaar. Het aantal dips is per categorie weergegeven. De figuur maakt duidelijk dat het aantal dips per jaar redelijk stabiel is.



Figuur 3.8: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips per locatie MS, 2017-2021

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, 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 2021. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

4.1 Meetresultaten

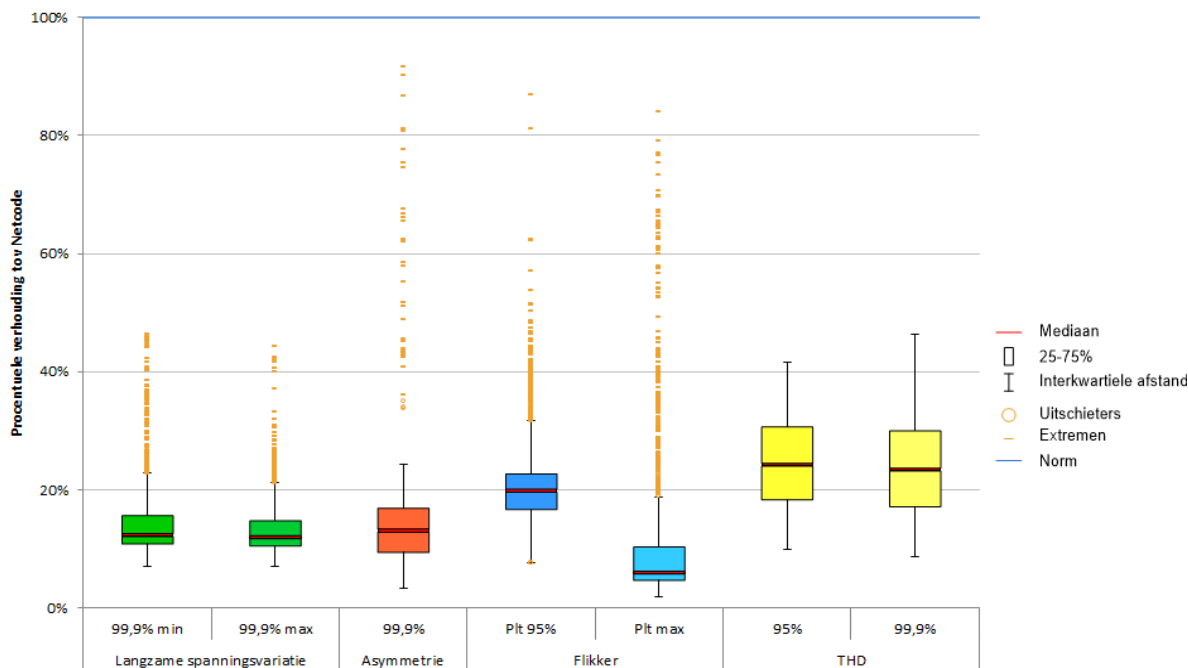
4.1.1 50-66 kV

Over de spanningskwaliteit in het 50-66 kV net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 20 meters. Meer informatie over deze meters bevindt zich in het achtergronddocument. De meters hebben in 2021 803 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij geen van deze weekmetingen zijn overschrijdingen geconstateerd, zie *tabel 4.1*. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2021 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, 2021

	Aantal	Overschrijdingen
Weekmetingen	803	0
Meters	20	

Figuur 4.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. De boxplots tonen de verdeling van de toetswaarden. De 'box' zelf betreft de middelste 50% van de waarden. Het streepje in de box is de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden en zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Als waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De figuur laat zien dat de meetwaarden, ook de uitschieters en extremen, voldoen aan de norm (de blauwe lijn).



Figuur 4.1: Continue verschijnselen 50-66 kV, 2021

4.1.2 Net op Zee 66 kV

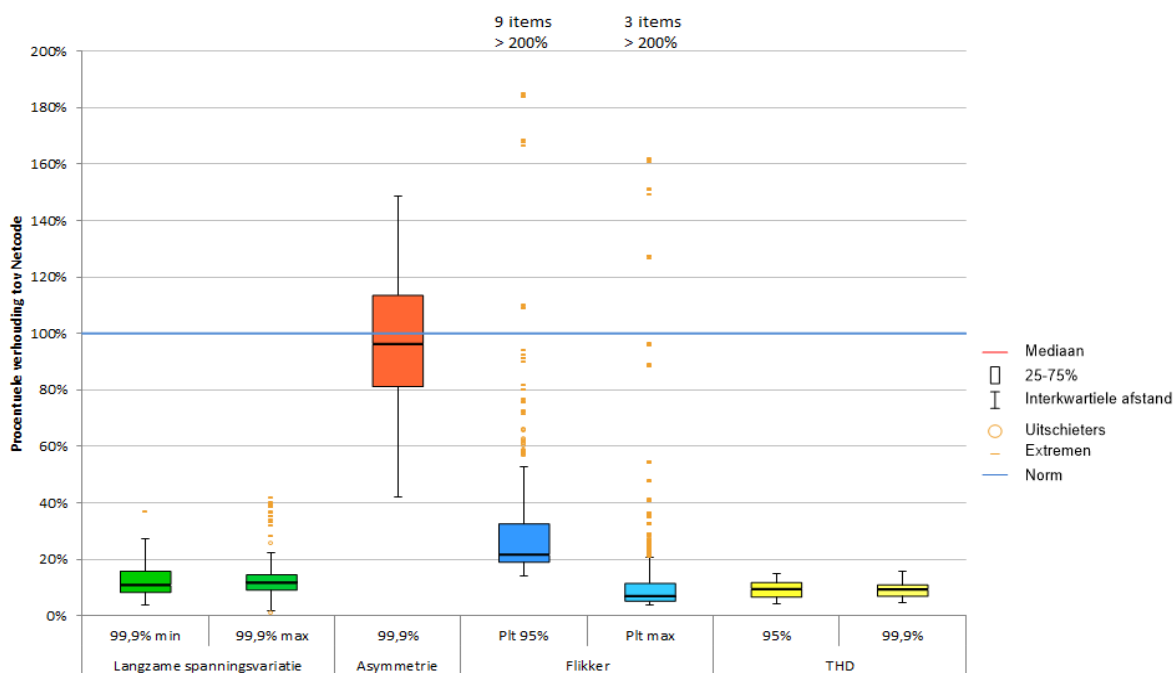
Over de spanningskwaliteit van het Net op Zee wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 8 meters. Deze zijn geïnstalleerd op 66 kV klantaansluitingen. Voor het net op zee geldt in alle gevallen dat een meter de kwaliteit voor meerdere klantaansluitingen monitort. De beide platforms die het Net op Zee op dit moment telt bevatten in totaal 25 klantaansluitingen. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het Net op Zee meetsysteem. In 2021 hebben de meters 312 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij 147 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 2021 in het Net op Zee net 52% van de weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.2: Metingen en overschrijdingen Net op Zee 66 kV, 2021

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel	
			Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie
Weekmetingen	312	147	143	4
Meters	8	8	8	3

Figuur 4.2 maakt de meetresultaten grafisch inzichtelijk voor elk van de continue verschijnselen. De boxplots tonen de verdeling van de toetswaarden. De 'box' zelf betreft de middelste 50% van de waarden. Het streepje in de box is de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden en zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Als waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. 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 (blauwe lijn) liggen.



Figuur 4.2: Continue verschijnselen Net op Zee 66 kV, 2021

4.1.3 110-150 kV

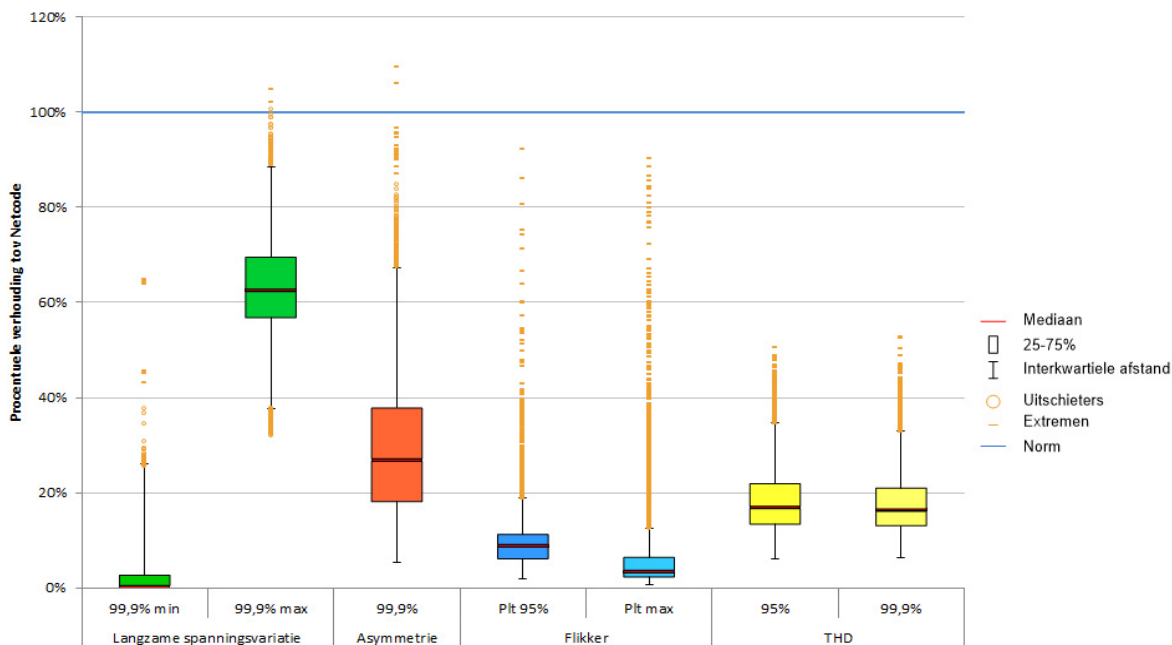
Over de spanningskwaliteit in het 110-150 kV net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 87 meters. In sommige gevallen geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat een meter de kwaliteit voor meerdere klantaansluitingen monitort. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het 110-150 kV meetsysteem. De meters hebben in 2021 3891 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij 4 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 2021 in het 110-150 kV net 99,9 % van deze weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.3: Metingen en overschrijdingen 110-150 kV HS, 2021

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel	
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie
Weekmetingen	3.891	4	2	2
Meters	96	2	1	1

Figuur 4.3 maakt de meetresultaten grafisch inzichtelijk voor elk van de continue verschijnselen. De boxplots tonen de verdeling van de toetswaarden. De 'box' zelf betreft de middelste 50% van de waarden. Het streepje in de box is de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden en zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Als waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De overschrijdingen uit tabel 4.3 zijn zichtbaar in de uitschieters en extremen die boven de norm (blauwe lijn) liggen.



Figuur 4.3: Continue verschijnselen 110-150 kV HS, 2021

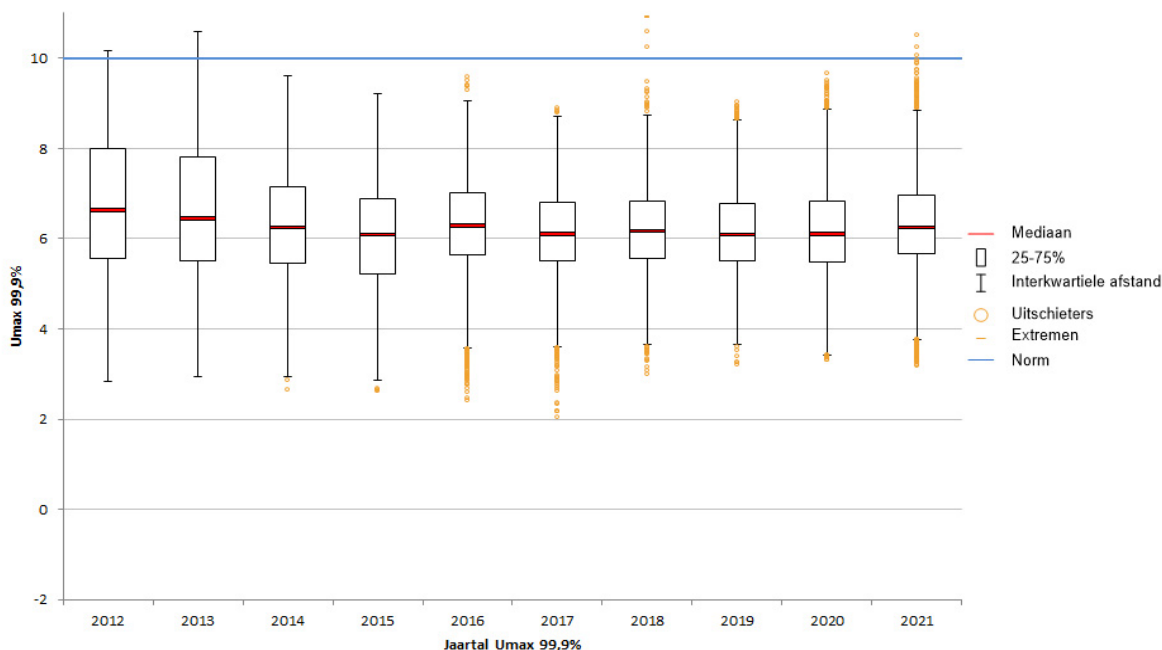
4.2 Trendanalyses

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

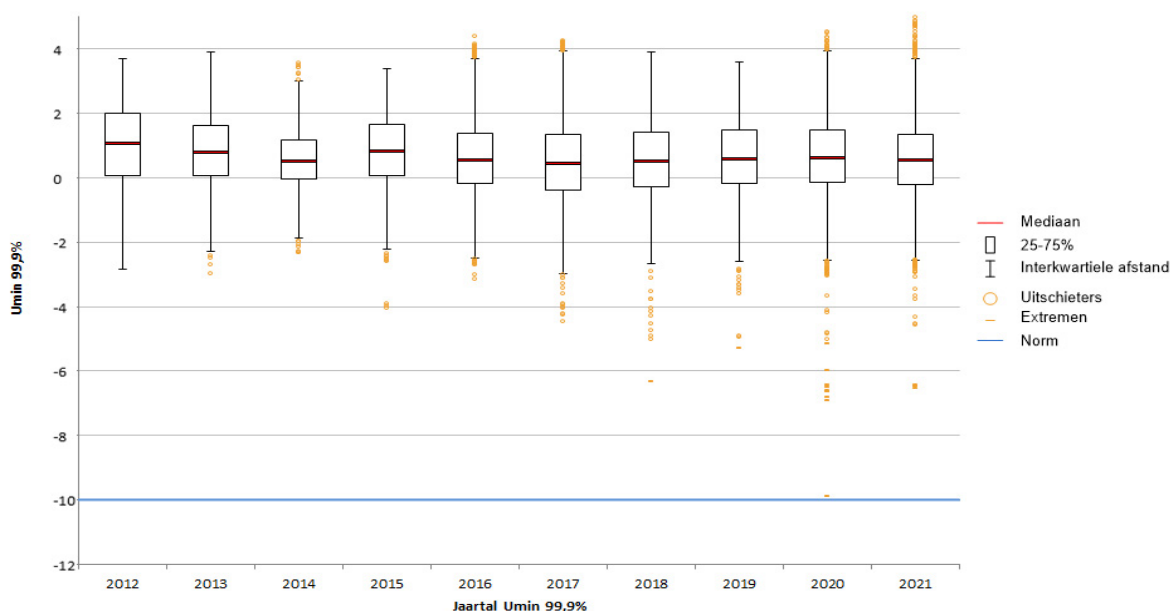
In de loop der jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief van de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het 110-150 kV net in de afgelopen 10 jaar zijn:

- 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 uitkomen. Zie bijvoorbeeld 2013, 2018 en 2021. De norm van ' U_{max} ' is het gecontracteerde spanningsniveau plus 10% voor 99,9% van de tijd. Op basis van de mediaan laten beide figuren tussen 2012 en 2015 een daling, maar daarna een constant beeld.

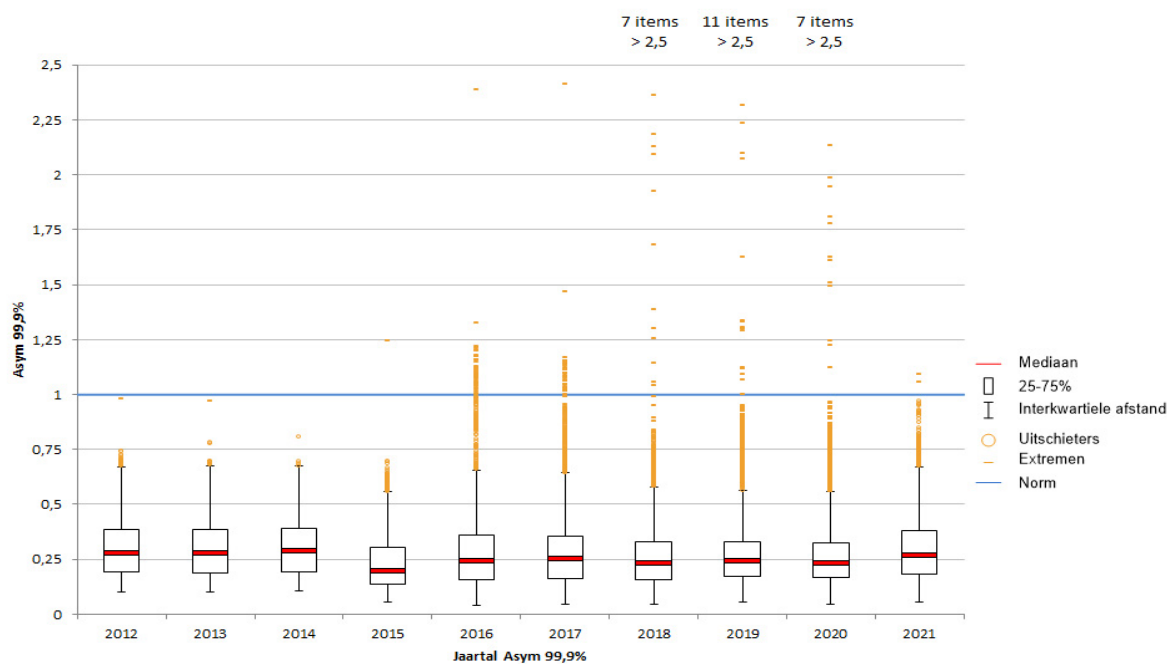


Figuur 4.4: Langzame spanningsvariatie U_{max} 110-150 kV net, 2012-2021



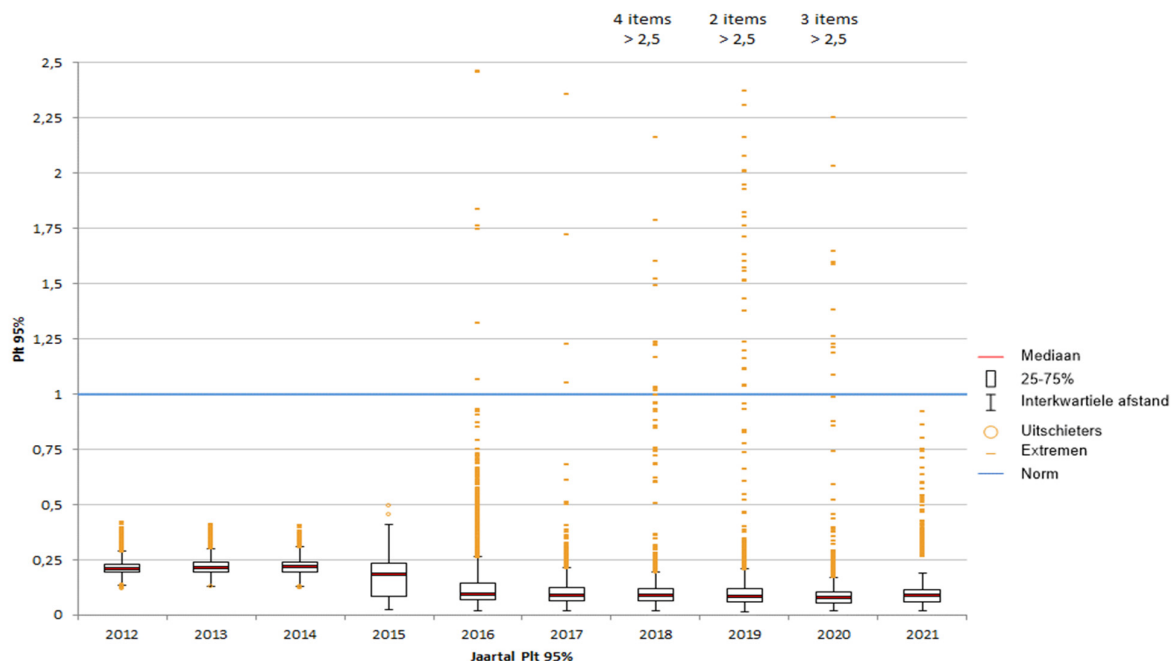
Figuur 4.5: Langzame spanningsvariatie Umin 110-150 kV net, 2012-2021

Figuur 4.6 bevat de trendanalyse van spanningsasymmetrie. De figuur laat een afname van het aantal overschrijdingen zien voor de voorgaande 3 jaren. Onderzoek heeft uitgewezen dat een groot deel van de extremen en uitschieters in de afgelopen jaren afkomstig zijn van één meetlocatie Waalhaven te Rotterdam. De meter op deze locatie is vervangen en daarmee is het grootste deel van de extremen en uitschieters verdwenen.



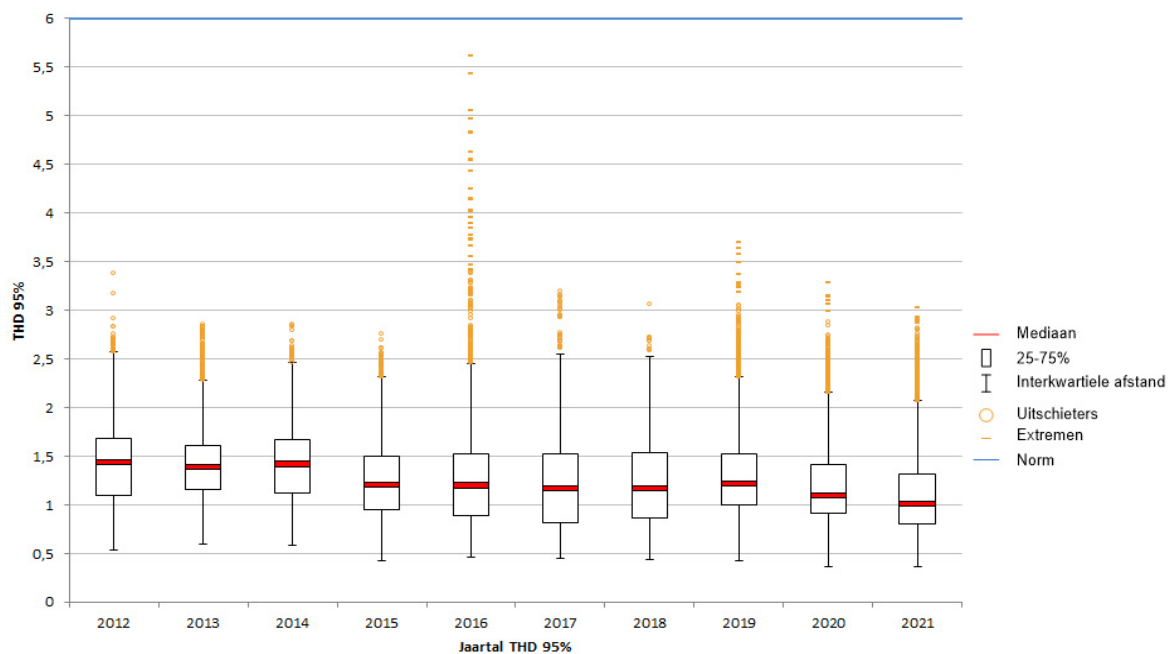
Figuur 4.6: Spanningsasymmetrie 110-150 kV net, 2012-2021

In figuur 4.7 is de trendanalyse van de snelle spanningsvariatie (Plt) weergegeven. De helft van de meetwaarden bevindt zich in 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 (Waalhaven) zie ook de opmerking bij de vorige figuur.



Figuur 4.7: Snelle spanningsvariatie Plt 110-150 kV net, 2012-2021

Figuur 4.8 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. De mediaan laat sinds 2019 lichte daling zien. De netbeheerders houden deze trend nadrukkelijk in de gaten.



Figuur 4.8: THD 110-150 kV net, 2012-2021

4.3 Spanningsdips

4.3.1 50-66 kV

In het 50-66kV net voldoen 18 meters aan de vereiste beschikbaarheid van minimaal 50% voor de registratie van de spanningsdips over 2021. 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 0,167 dips per meter.

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, 2021

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: 0,11 Totaal: 2			
80 > u ≥ 70						
70 > u ≥ 40						
40 > u ≥ 5	Categorie B1 Gemiddeld: 0,05 Totaal: 1	Categorie B2 Gemiddeld: 0 Totaal: 0				
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.

Tabel 4.5: Aantal hinderlijke spanningsdips 50-66 kV net, 2017-2021

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: 0,7		
80 > u ≥ 70					
70 > u ≥ 40					
40 > u ≥ 5	Categorie B1 Gemiddeld: 0,03 Totaal: 0,7	Categorie B2 Gemiddeld: 0,04 Totaal: 0,7			
5 > u					

4.3.2 Net op Zee 66 kV

In het Net op Zee net voldoen alle 8 meters aan de vereiste beschikbaarheid voor de registratie van de spanningsdips. Er zijn geen hinderlijke dips geregistreerd door deze meters. In *tabel 4.6* worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven.

Tabel 4.6: Spanningsdips Net op Zee 66 kV, 2021

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 Totaal: 0			
80 > u ≥ 70						
70 > u ≥ 40						
40 > u ≥ 5	Categorie B1 Gemiddeld: 0 Totaal: 0	Categorie B2 Gemiddeld: 0 Totaal: 0				
5 > u						

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. Gezien het feit dat 2021 het eerste jaar is dat er spanningsdips worden gerapporteerd en er geen hinderlijke dips zijn opgetreden, heeft het geen meerwaarde om de tabel van het 5-jaar gemiddelde op te stellen.

4.3.3 110-150 kV

In het 110-150 kV net voldoen 87 meters aan de vereiste beschikbaarheid voor de registratie van de spanningsdips over het jaar 2021. In het achtergronddocument is aangegeven welke meters dit zijn. In dit rapport wordt over deze meters gerapporteerd. Er zijn 2 events geweest, die op de diverse locaties in totaal tot 18 registraties van een hinderlijke spanningsdip hebben geleid. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,21 dips per meter (gemeten over het totaal aantal meters).

In *tabel 4.7* worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven.

Tabel 4.7: Spanningsdips 110-150 kV net, 2021

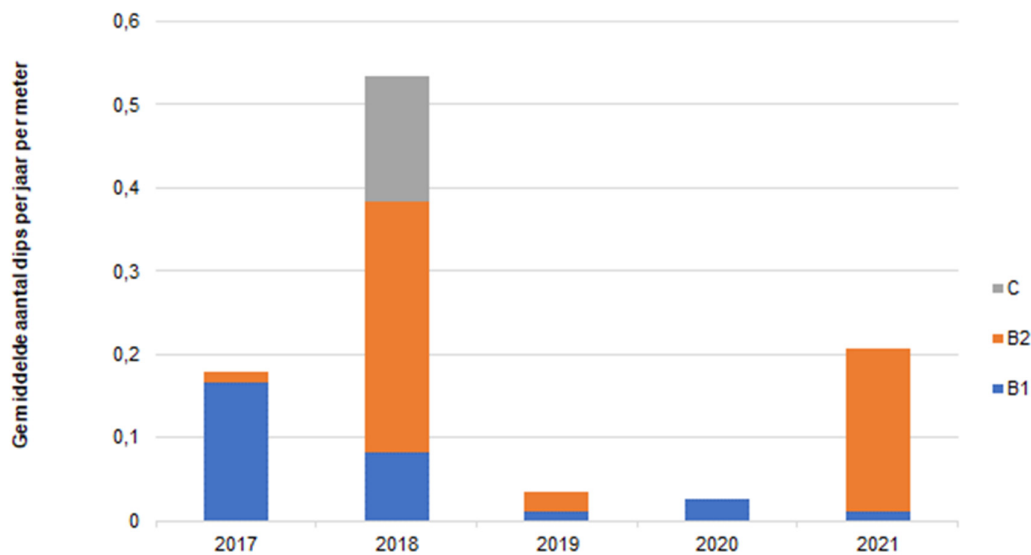
Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk		<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,01 Totaal: 1	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,20 Totaal: 17		
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, 2017-2021

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: 0,04 Totaal: 4,1	Categorie B2 Gemiddeld: 0,08 Totaal: 7,7			Categorie C Gemiddeld: 0,02 Totaal: 1,8
5 > u					

Figuur 4.9 bevat een grafische weergave van het aantal hinderlijke spanningsdips in de afgelopen vijf jaar in het 110-150kV-net. Het aantal dips is per categorie weergegeven. De figuur maakt duidelijk dat het aantal per jaar sterk schommelt. Vanwege het beperkte aantal metingen is een soortgelijke figuur in voorgaande paragraaf niet voor het 50-66 kV net samengesteld.



Figuur 4.9: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips 110-150kV HS, 2017-2021

Het aantal hinderlijke spanningsdips in 2021 verschilt ten opzichte van 2020. Dit is te wijten aan twee events. Eén kortsluiting op 19 december 2021 in het noorden van het land als gevolg van het inschakelen van een geaard veld. Het andere unieke event werd veroorzaakt door een schakelfout in de installatie van de klant. Hierdoor is één hinderlijke dip ontstaan op 150kV-station Anna Paulowna. Ook de niet-hinderlijke spanningsdips worden geregistreerd en waar nodig geanalyseerd. Uit deze analyse geeft een consistent beeld en dat de meters correct functioneren.

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 2021. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

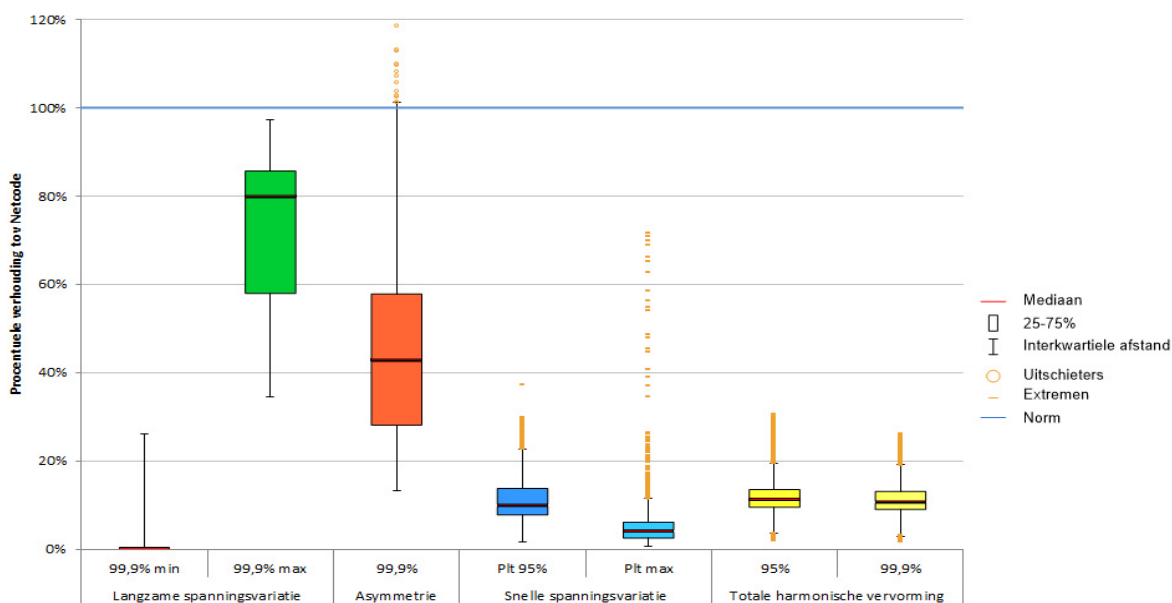
5.1 Meetresultaten

Over de spanningskwaliteit in het EHS-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 16 meters. In sommige gevallen geldt dat een kantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat een meter de kwaliteit op meerdere locaties monitort. Het achtergronddocument bevat een overzicht van alle meters in het EHS meetsysteem. De meters hebben in 2021 688 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij 15 van deze weekmetingen is een overschrijding geconstateerd op spanningsasymmetrie bij 1 meter, zie ook *tabel 5.1*.

Tabel 5.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen EHS, 2021

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel
			Spanningsasymmetrie
Weekmetingen	688	15	15
Meters	16	1	1

Figuur 5.1 maakt de meetresultaten voor de continue verschijnselen grafisch inzichtelijk. De boxplots tonen de verdeling van de toetswaarden. De 'box' zelf betreft de middelste 50% van de waarden. Het streepje in de box is de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden en zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Als waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De overschrijdingen uit *tabel 5.1* zijn zichtbaar in de meetwaarden die boven de norm (blauwe lijn) liggen.



Figuur 5.1: Continue verschijnselen EHS, 2021

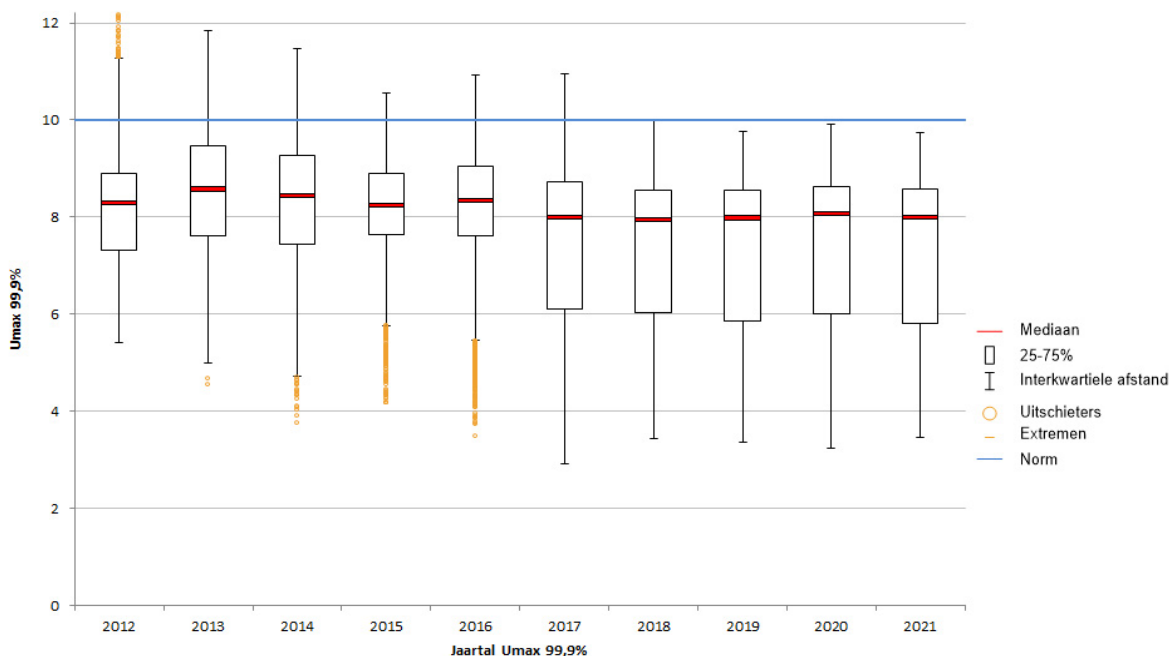
5.2 Trendanalyses

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 is de 95% toetswaarden toegepast.

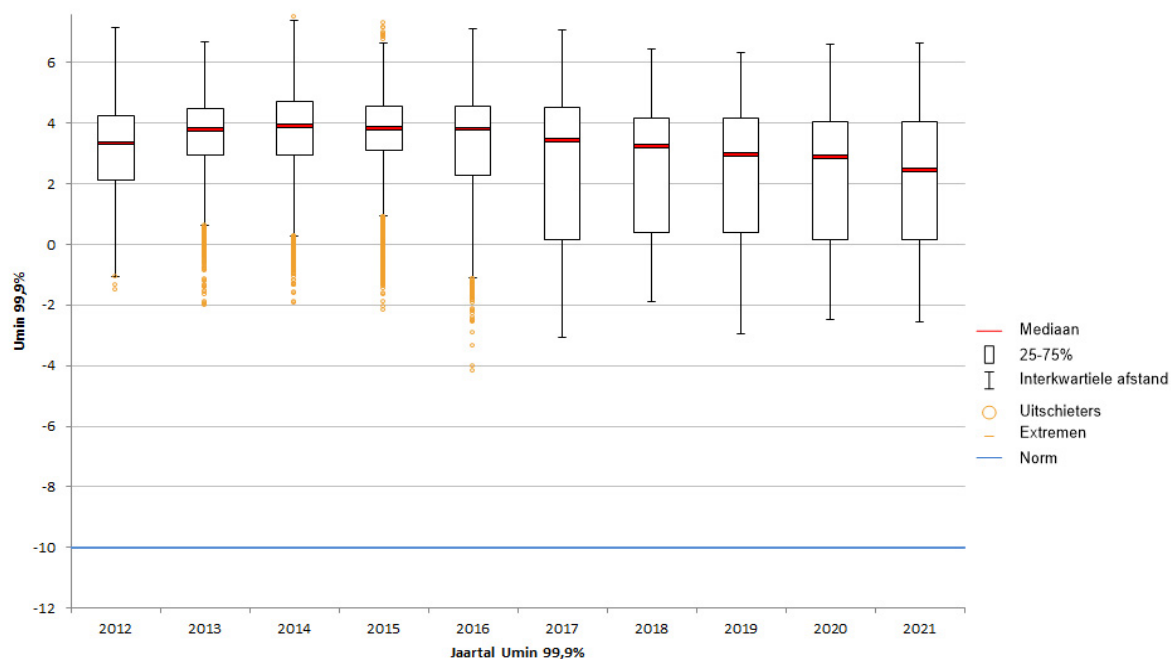
In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het EHS-net in afgelopen tien jaar zijn:

- 2014: overdracht van het meetsysteem naar een onafhankelijk bureau;
- 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 uitkomen. De norm van 'U_{max}' is het gecontracteerde spanningsniveau plus 10% voor 99,9% van de tijd. De mediaan van 'U_{max}' is de laatste jaren vrij constant, terwijl die van de 'U_{min}' dalend is.

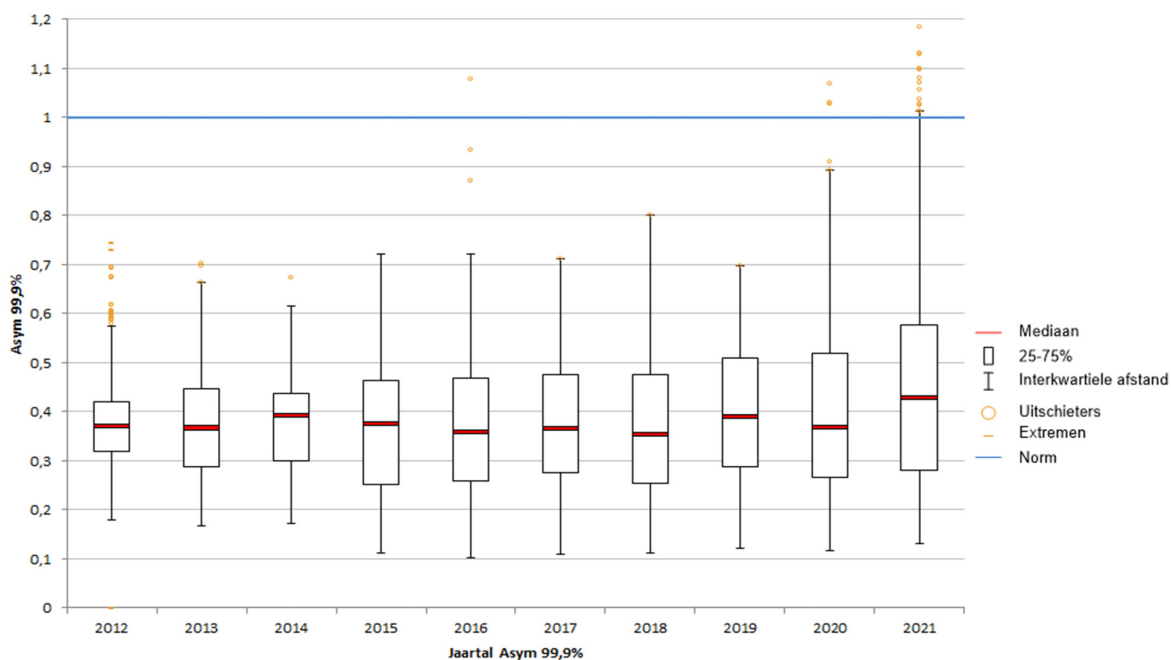


Figuur 5.2: Langzame spanningsvariatie U_{max} EHS, 2012-2021



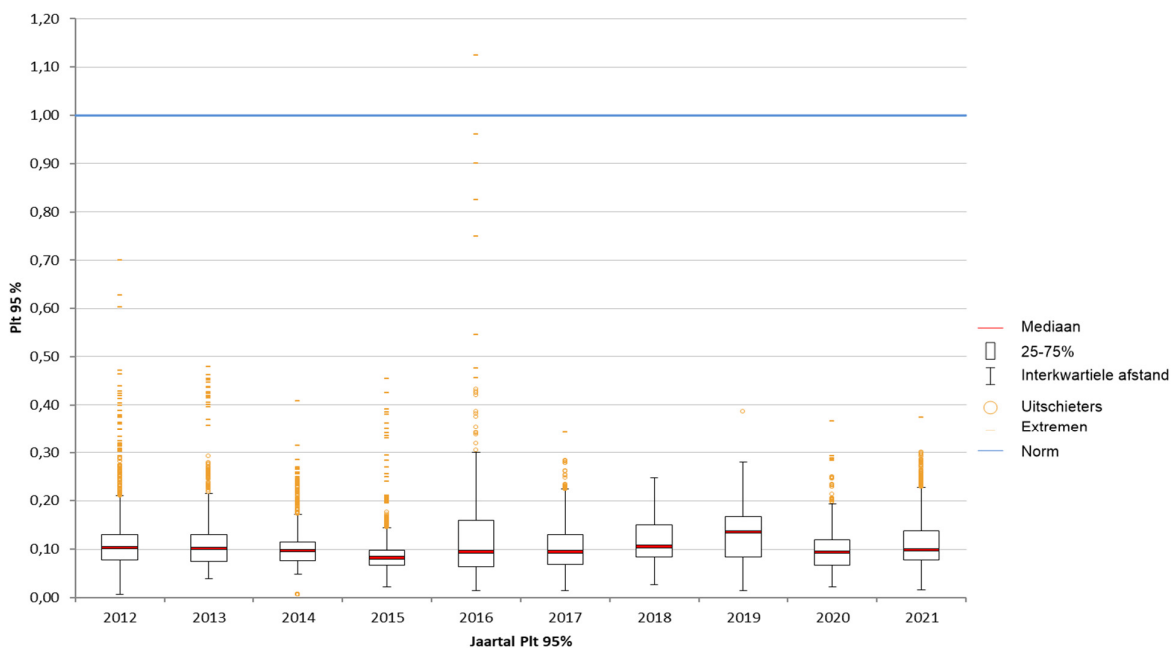
Figuur 5.3: Langzame spanningsvariatie Umin EHS, 2012-2021

Figuur 5.4 laat de trendanalyse van spanningsasymmetrie zien. De overschrijdingen zijn zichtbaar in de uitschieters die boven de norm (blauwe lijn) liggen. De mediaan fluctueert minimaal.



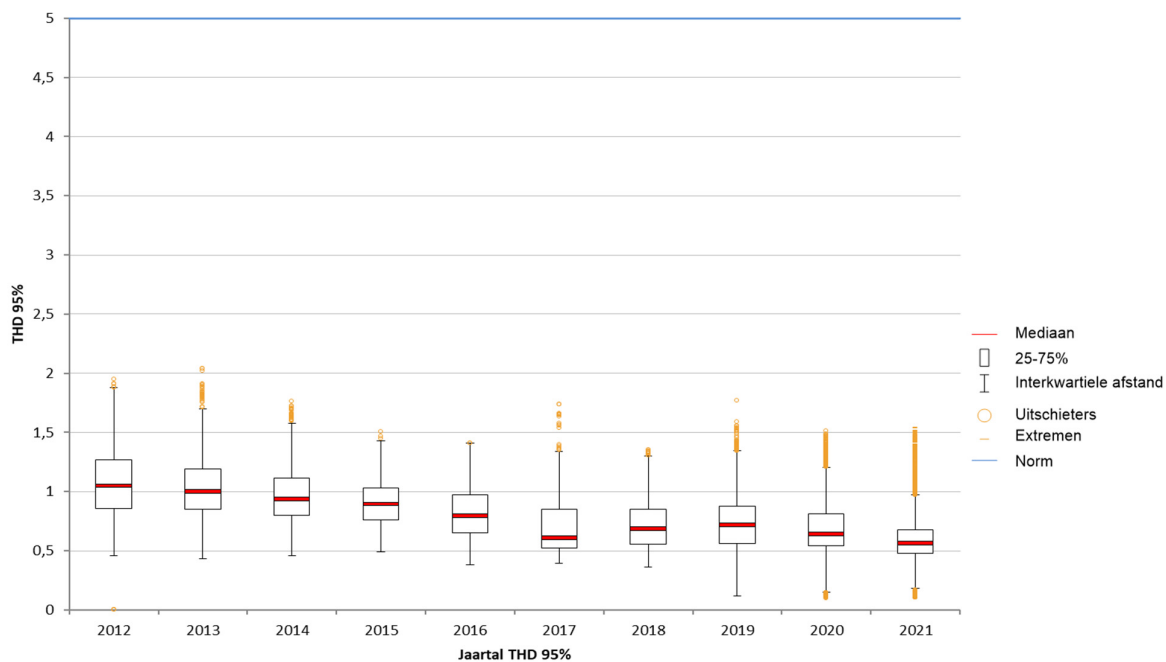
Figuur 5.4: Spanningsasymmetrie EHS, 2012-2021

Figuur 5.5 bevat de trendanalyse van het verschijnsel snelle spanningsvariatie (Plt). Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm en de mediaan schommelt rond de 0,1%. Er is geen eenduidige trend waarneembaar.



Figuur 5.5: Snelle spanningsvariatie Plt EHS, 2012-2021

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 van 2013 tot en met 2017.



Figuur 5.6: THD EHS, 2012-2021

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. Ze hebben gezamenlijk 9 hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,6 dips per meter. Het aantal hinderlijke spanningsdips in 2021 verschilt behoorlijk ten opzichte van het 5-jarig gemiddelde. Dit komt door één incident op 19 december 2021 in een 220 kV-station in het noorden van het land waarbij een kortsluiting is ontstaan als gevolg van het inschakelen op een geaard veld door een defecte aarder.

In *tabel 5.2* worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven.

Tabel 5.2: Spanningsdips EHS, 2021

Restspanning U (%)	Duur t (ms)					
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000		
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk		<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0			
80 > u ≥ 70						
70 > u ≥ 40						
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,6 Totaal: 9				
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.

Tabel 5.3: Spanningsdips EHS, 2017-2021

Restspanning U (%)	Duur t (ms)					
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000		
90 > u ≥ 80	Categorie A: niet-hinderlijk		<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0			
80 > u ≥ 70						
70 > u ≥ 40						
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,01 Totaal: 0,2	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,12 Totaal: 1,9				
5 > u						

Bijlagen

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2012-2021

33

Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen

34

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2012 – 2021

Tabel A.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen per net, 2012 – 2021

Jaar	Netvlak	Aantal bruikbare weekmetingen	Aantal weekmetingen met overschrijding			
			Langzame spannings-variatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spannings-variatie	Harmonischen (incl. THD)
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	-	-
2020	EHS	688	-	15	-	-
	LS	241	-	-	1	1
	MS	258	-	-	-	1
	HS 50-66 kV	863	-	-	1	-
	HS 110-150 kV	3.655	-	19	9	-
2019	EHS	697	-	3	-	-
	LS	268	-	-	3	-*
	MS	260	-	-	-	-
	HS 50-66 kV	589	-	-	-	-
	HS 110-150 kV	3707	-	22	16	-
2018	EHS	863	-	-	-	-
	LS	266	-	1	-	52
	MS	268	-	-	-	2
	HS 50-66 kV	192	-	-	-	-
	HS 110-150 kV	3423	1	10	19	-
2017	EHS	834	-	-	-	-
	LS	264	-	-	2	45
	MS	265	-	-	-	-
	HS 50-66 kV	176	-	-	-	3
	HS 110-150 kV	3567	-	53	4	-
2016	EHS	888	68	-	-	-
	LS	263	-	-	2	60
	MS	264	-	1	2	1
	HS	3439	-	53	5	24
2015	EHS	1010	121	1	1	-
	LS	266	-	-	2	58
	MS	269	-	-	2	-
	HS	1265	-	1	-	-
2014	EHS	650	35	-	18	-
	LS	244	-	-	3	41
	MS	246	1	1	1	2
	HS	883	-	-	-	-
2013	EHS	614	80	-	11	-
	LS	60	-	-	-	13
	MS	56	-	-	-	-
	HS	964	-	-	-	-
2012	EHS	708	149	-	6	-
	LS	57	-	-	1	7
	MS	60	-	-	1	1
	HS	966	-	-	-	-
	EHS	516	25	-	4	-

* 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	Spanningsasymmetrie: 2 overschrijdingen			
	Meetperiode: 25-01-2021 – 01-02-2021	Locatie: Deventer, Overijssel		
	Grenswaarden Asymmetrie 95%: 2 Asymmetrie 100%: 3	Stedelijkheid: sterk stedelijk		
	Hoogste meetwaarde: 3,02	Klantaansluiting: huishoudelijk/ industrie		
Wat gebeurde er? Bij een huishoudelijke laagspanningsklant in Deventer, een plaats in de provincie Overijssel, vindt meerdere keren een overschrijding op het gebied van spanningsasymmetrie plaats. De meetwaarden per fase varieerden van 2,16 tot en met 3,02.				
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer in een driefasen systeem de effectieve waarden van de fasespanningen en/of de fasehoeken niet aan elkaar gelijk zijn oftewel in onbalans zijn. Door asymmetrie kunnen apparaten verstoord en in uitzonderlijke gevallen beschadigd raken. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. Navraag bij klanten in de omgeving leert dat zij geen hinder van de overschrijding hebben ondervonden. Verder blijken er geen spanningsklachten in de regio bekend te zijn. Uit een hermeting blijkt dat de overschrijding tijdelijk was, zie ook alinea hieronder.				
Wat was de oorzaak? Het onderzoek leert dat er een patroon in de overschrijding zit. Deze vindt namelijk herhaaldelijk plaats tussen 16:00 uur en 22:00 uur 's avonds. Er is geen eenduidige oorzaak voor de overschrijding gevonden. Er is een hermeting uitgevoerd en hieruit blijkt het patroon nog aanwezig te zijn, maar ditmaal onder de grenswaarde te liggen. Voor de 95% en 100% asymmetrie bedragen de waarden 1,69 resp. 2,45.				
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Er zijn geen maatregelen genomen, mede omdat de klant geen hinder heeft ondervonden en de overschrijding tijdelijk van aard is geweest.				

LS	Harmonische 9 ^e : 1 overschrijding		
	Meetperiode: 22-12-2021 – 29-12-2021	Locatie: Hoogezand, Groningen	
	Grenswaarden H9 95%: 1,5	Stedelijkheid: sterk stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,64	Klantaansluiting: huishoudelijk	

Wat gebeurde er?

Bij een laagspanningsmeting in Hoogezand vindt meerdere keren een overschrijding bij alle fasen op het gebied van de 9^e harmonische plaats. De meetwaarden per fase varieerden van 1,56 tot en met 1,64.

**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.

Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden. Verder blijken er geen spanningsklachten bij klanten in de regio bekend te zijn.

**Wat was de oorzaak?**

De meting is uitgevoerd in een flat, vermoedelijk ligt de oorzaak bij de liftaandrijving of de portiekverlichting. Er is een hermeting uitgevoerd waarbij dezelfde overschrijding is opgetreden.

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

De klant heeft geen hinder van de overschrijding ondervonden, maar omdat de overschrijding ook bij de hermeting heeft plaatsgevonden, voert de netbeheerder een nader onderzoek uit in desbetreffend netdeel. Als uit dit onderzoek blijkt dat in bredere zin overschrijdingen plaatsvinden, worden passende maatregelen getroffen.



LS Harmonische 22 ^e , 23 ^e , 25 ^e : 3 overschrijdingen			
	Meetperiode: 04-01-2021 – 11-01-2021	Locatie: Ede, Gelderland	
	Grenswaarden H22 99,9%: 0,75 H23 99,9%: 2,25 H25 99,9%: 2,25	Stedelijkheid: sterk stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 7,17	Klantaansluiting: huishoudelijk	

Wat gebeurde er?

Bij een laagspanningsmeting in Ede vindt meerdere keren een overschrijding bij alle fasen op het gebied van de 22^e, 23^e en 25^e harmonische plaats. De meetwaarden per fase varieerden van 4,43 tot en met 7,17.

**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.

Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden. Verder blijken er geen spanningsklachten bij klanten in de regio bekend te zijn.

**Wat was de oorzaak?**

Intern onderzoek leert dat de netbeheerder tijdens de meetweek bezig was met diverse werkzaamheden. Zo werd er een netverzwaring in de buurt aangelegd. Door deze werkzaamheden was de netsituatie anders (geschakeld) dan normaal. Er is een hermeting uitgevoerd nadat de werkzaamheden zijn afgerond en de netsituatie weer normaal was. Hieruit bleek dat er geen overschrijding meer aanwezig was.

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

Er zijn geen maatregelen genomen, omdat de klant geen hinder heeft ondervonden en een hermeting aan heeft getoond dat de overschrijding tijdelijk was.



LS Snelle spanningsvariatie: 1 overschrijding			
	Meetperiode: 20-01-2021 – 27-01-2021	Locatie: Tull en Het Waal, Utrecht	
	Grenswaarde Plt 95%: 1	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,03	Klantaansluiting: huishoudelijk	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het laagspanningsnet in Tull en 't Waal, een plaats in de provincie Utrecht, is een overschrijding op het gebied van snelle spanningsvariatie (Plt) geconstateerd in één van de fasen.

**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 leidt in principe niet tot schade aan apparatuur, maar kan wel voor irritatie bij klanten zorgen, bijvoorbeeld tijdens het lezen. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

Navraag bij de klant leert dat zij wel hinder van de overschrijding heeft ondervonden, m.n. als flikkering van verlichting.

**Wat was de oorzaak?**

Intern onderzoek leert dat er een patroon in de overschrijding zit. Deze vindt namelijk altijd plaats tussen 10:00u en 16:00u. De vermoedelijke oorzaak van de overschrijding is een lang LS-net in combinatie met een mogelijke stoorbron in de omgeving.

Bij de hermeting is dezelfde overschrijding opgetreden. Daarmee lijkt het erop dat de overschrijding niet van tijdelijke aard is.

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

Een nader onderzoek om de stoorbron te achterhalen is opgestart. Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek wordt bepaald welke maatregelen getroffen kunnen worden.



LS Harmonische: 3 overschrijdingen			
	Meetperiode: 08-09-2021 - 15-09-2021	Locatie: Koestraat, Rotterdam	
	Grenswaarden H7_95% : 5 H9_99,9% : 2,25 H9_95% : 1,5	Stedelijkheid: Zeer Sterk stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: H7_95% : 6,41 H9_99,9% : 2,70 H9_95% : 2,61	Klantaansluiting: huishoudelijk	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het laagspanningsnet in Rotterdam zijn bij alle fasen overschrijdingen geconstateerd op het gebied van de 7^e en 9^e harmonische. De meetwaarden per fase varieerden van 2,61 tot en met 6,41

**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.

Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden. Verder blijken er geen spanningsklachten bij klanten in de regio bekend te zijn.

**Wat was de oorzaak?**

Uit nader onderzoek is geen eenduidige oorzaak naar voren gekomen.

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

De netbeheerder blijft desbetreffend regio op afstand monitoren en maakt hierbij onder andere gebruik van slimme meters.



MS	Harmonische 5 ^e : 1 overschrijding		
	Meetperiode: 14-01-2021 – 21-01-2021	Locatie: Sloten, Friesland	
	Grenswaarde H5 95%: 6	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 6,82	Klantaansluiting: agrarisch/industrie	

Wat gebeurde er?

Bij een industrieel middenspanningsklant in Sloten, een plaats in de provincie Friesland, vindt meerdere keren een overschrijding in alle fasen op het gebied van de 5^e harmonische plaats. De meetwaarden per fase varieerden van 6,78 tot en met 6,82.

**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.

Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden. Verder zijn er geen spanningsklachten in de regio bekend bij de netbeheerder.

**Wat was de oorzaak?**

Intern onderzoek leert dat er een patroon in de overschrijding zit. Deze vindt namelijk altijd plaats in de nacht. Om precies te zijn tussen 22:00 uur 's avonds en 07:00 uur 's ochtends. Aangezien het een industrieel klantaansluiting betreft, wordt de overschrijding waarschijnlijk veroorzaakt door de vermogenslektronica en frequentie gestuurde motoren die in de fabriek voorkomen.

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

Uit een hermeting blijkt dat de overschrijding niet van tijdelijke aard is en dus nog steeds aanwezig. Een onderzoek is uitgevoerd om de bron te achterhalen. Uit dit onderzoek blijkt dat de verstoring veroorzaakt wordt veroorzaakt door een andere klant (gemaal). Een sterke verband tussen stroom profiel van dit gemaal met deze harmonische spanning is gevonden. Liander is nu bezig met de klant (het gemaal) bespreken en te zoeken naar oplossingen.



MS Snelle spanningsvariatie Plt: 1 overschrijding			
	Meetperiode: 09-06-2021 – 16-06-2021	Locatie: Drachten, Friesland	
	Grenswaarde Plt 95%: 1,00	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,004	Klantaansluiting: industrie	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het middenspanningsnet is een overschrijding op het gebied van snelle spanningsvariatie (Plt) bij een van de fasen geconstateerd. Deze overschrijding heeft op werkdagen tussen 09:00 uur en 16:00 uur plaatsgevonden.

**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 leidt in principe niet tot schade aan apparatuur, maar kan wel voor irritatie bij klanten zorgen, bijvoorbeeld tijdens het lezen. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden. Verder zijn er bij de netbeheerder geen klachten uit de omgeving bekend.

**Wat was de oorzaak?**

Het onderzoek leert dat er een patroon in de overschrijding zit. Deze vindt namelijk steeds op werkdagen plaats en dus niet in het weekend. De vermoedelijke oorzaak van de overschrijding betreft het productieproces van de klant.

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

Uit een hermeting blijkt dat de overschrijding niet van tijdelijke aard is en dus nog steeds aanwezig. De netbeheerder heeft in samenwerking met de klant een onderzoek opgestart om de oorzaak te achterhalen. Dit onderzoek leert dat er een sterk verband is tussen het inschakelen van grote belastingen (o.a. motoren) en snelle spanningsvariatie (PLT). Liander brengt samen met de klant mogelijke oplossingen in beeld.



(E)HS Snelle spanningsvariatie: overschrijdingen			
	Meetperiode: week 41, 45, 47 en 50	Locatie: diverse PQ meters Borssele Beta platform	
	Grenswaarde gedurende van de 95% tijd : 1 Maximale waarde : 5	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde 95% HS319 : 3,96 HS320 : 2,47 HS329 : 2,78 Hoogste meetwaarde Max.: HS319 : 10,96 HS320 : 7,57 HS329 : 8,12	Klantaansluiting: Net op Zee windpark(HS)	
Wat gebeurde er? Diverse PQ meters op de Net op Zee platforms van Borssele hebben gedurende het najaar overschrijdingen gemeten van de snelle spanningsvariatie (PLT). Navraag bij de aangesloten klant leert dat ze geen hinder hebben ondervonden. Ook van andere aangesloten klanten zijn geen klachten ontvangen.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? Snelle spanningsvariatie (PLT) kan leiden tot zogenaamde 'flikker'. Flikker is een verschijnsel dat kan leiden tot zichtbare snelle veranderingen van de intensiteit van elektrische verlichting. Flikker leidt 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. In het geval van deze overschrijding leert navraag bij de klant dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden.			
Wat was de oorzaak? Samen met de aangeslotene onderzoekt TenneT de situatie. Het onderzoek loopt nog op dit moment, echter uit eerste voorlopig resultaten volgt dat de overschrijdingen gelijkenissen vertonen met elkaar en dat een mogelijk oorzaak van deze overschrijdingen gezocht moet worden in de spanningsregelingen van de aangesloten elektriciteitsproductie-eenheden.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? De regelingen van het windpark worden in detail tegen het licht gehouden om tot een robuuste oplossing te komen.			

HS	Langzame spanningsvariatie: overschrijdingen		
	Meetperiode: 2021	Locatie: Winsum, Ranum (HS065)	
	Grenswaarde 110% gedurende 99,9% van de week	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 110,5%	Klantaansluiting: windpark	
Wat gebeurde er? Op 110 kV station Winsum Ranum wordt met een continue meting de spanningskwaliteit bewaakt. De PQ meter heeft in 2021 in 2 weken een overschrijding geconstateerd van de langzame spanningsvariatie. De grenswaarde van dit verschijnsel is 10% gedurende 99,9% van de week. - De limietwaarde is in week 26 gedurende 50 minuten overschreden. De 99,9% waarde lag ca. 0,5% boven de grenswaarde; - De limietwaarde is in week 44 gedurende 30 minuten overschreden. De 99,9% waarde lag 0,05% boven de grenswaarde.			
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. Oorzaak is van de hoogste overschrijding is 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 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 50 en 51	Locatie: Bargermeer (HS048)	
	Grenswaarde 1% gedurende 99,9% van de tijd	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,1% in week 50, 1,06% in week 51	Klantaansluiting: Grootverbruiker	
Wat gebeurde er? De meter in Bargermeer heeft overschrijdingen geregistreerd van spanningsasymmetrie. De overschrijdingen vonden plaats in week 50 en 51.			
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? Nader onderzoek naar de overschrijding in Bargermeer heeft het volgende opgeleverd: - In dit gedeelte van het 110kV net worden de lijnverbindingen grotendeels in een combiverbinding (combimast) met het 380kV net uitgevoerd; - Door op een aantal posities de onderlinge fasegeleiders te veranderen, wordt de wederzijdse beïnvloeding van het 110kV circuit en het 380kV circuit in normaal bedrijf beperkt; - De overschrijding is ontstaan toen een 110kV gedeelte van het gecombineerde circuit, ten behoeve van onderhoud, tijdelijk uit bedrijf is gegaan; - Het is aannemelijk dat de asymmetrie ontstaan is door de beïnvloeding van het 380kV circuit.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Niet van toepassing. De onderhoudssituatie is voorbij.			

(E)HS Spanningsasymmetrie: overschrijdingen			
	Meetperiode: 2021	Locatie: diverse PQ meters, Zeeland	
	Grenswaarde 1% gedurende 99,9% van de tijd	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: HS303 : 1,30 HS304 : 1,30 HS311 : 1,34 HS312 : 1,48 HS319 : 1,23 HS320 : 1,38 HS328 : 1,32 HS329 : 1,33 EHS001 : 1,23	Klantaansluiting: Windpark(HS), centrale (EHS)	
Wat gebeurde er? Diverse PQ meters op de Net op Zee platforms van Borssele en één PQ meter op het aangrenzende 380kV 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 ontstaan is door de beïnvloeding uit het 380kV net.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? TenneT bestudeert diverse maatregelen en is hierover ook in contact met de betrokken Net op Zee aangeslotenen. 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.			

Colofon

Project	Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2021
Projectnummer	PQM 2022
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Krado B.V.
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Hans Wolse
Auteurs	Jayson de Bruin en Tom Bogaert
Kenmerk	KR-2022-03002 / Versie 1.0
Datum	15 april 2022
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Laurens Baas Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl