

Spanningskwaliteit in Nederland

Resultaten 2020

Versie: 1.0

Kenmerk: C24-DBO-KA-2100011

Datum: 23 april 2021

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


Movares

Autorisatieblad

Spanningskwaliteit in Nederland Resultaten 2020

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden aan leden werkgroep Spanningskwaliteit	30 maart 2021
1.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking ontvangen reacties	23 april 2021

	Naam	Akkoord
Opgesteld door	Shonima Dewkali	✓
Gecontroleerd door	Hans Wolse	✓
Vrijgegeven door	Dennis van der Born	✓

Samenvatting

Tabel S.1 geeft een samenvatting van de meetresultaten over 2020. 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 de bijlage van dit rapport worden alle overschrijdingen nader toegelicht. Met betrekking tot de overschrijdingen in het 110-150 kV-net wordt opgemerkt dat deze allemaal op één meetlocatie hebben plaatsgevonden.

Tabel S.0.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen, 2020

Net	Aantal meters	Aantal weekmetingen	Weekmetingen met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
				Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmenissen
LS	241	241	2	-	-	1	5 ^e :1
MS	258	258	1	-	-	-	6 ^e :1
HS 35-72 kV	22	863	1	-	-	1	-
HS 110-150 kV	92	3.655	19	-	19	9	-
EHS	16	697	3	-	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 2020 kan met een betrouwbaarheid van 95% voor alle continue spanningsverschijnselen worden gesteld dat:

- Tussen de 97,0% en 99,8% van de LS-klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- Tussen de 97,8% en 99,9% 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. Om deze reden wordt voor deze netten geen statistische uitspraak gedaan. Op basis van de resultaten wordt gesteld dat:

- 99,9% van de 35-72 kV HS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 99,5% van de 110-150 kV HS-weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 99,6% 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 en aselekt getrokken. Binnen het HS- en EHS-net worden spanningsdips bij 136 klantaansluitingen bemeaten. Tabel S.2 toont per net het gemiddeld aantal geregistreerde hinderlijke spanningsdips.

Tabel S.0.2: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips, 2020

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Niet hinderlijk			
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	MS: 0,11 HS 35-72 kV: 0,07 HS 110-150 kV: 0,03 EHS: 0	MS: 0,31 HS 35-72 kV: 0 HS 110-150 kV: 0 EHS: 0	MS: 0,35 HS 35-72 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 35-72 kV	18
4.1.2 110-150 kV	19
4.1.3 Trendanalyses	20
4.2 Spanningsdips	23
4.2.1 35-72 kV	23
4.2.2 110-150 kV	23
5. Extra hoogspanningsnet	25
5.1 Meetresultaten	25
5.2 Trendanalyses	26
5.3 Spanningsdips	30
Bijlagen	31
Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2010 – 2019	32
Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen	34
Colofon	40

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 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 2020. 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. Vanwege de coronacrisis is het niet gelukt om aan deze eis te voldoen voor het LS-net. Spanningsdips in het MS-net worden geregistreerd op bijna 200 stationslocaties met een continu meetsysteem. Vanwege de wijziging in de 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 136 klantaansluitingen.

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

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 toegepaste meetsystemen, statistische opzet, geldende kwaliteitscriteria en gehanteerde 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 2020. In de tweede wordt meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd.

2.1 Meetresultaten

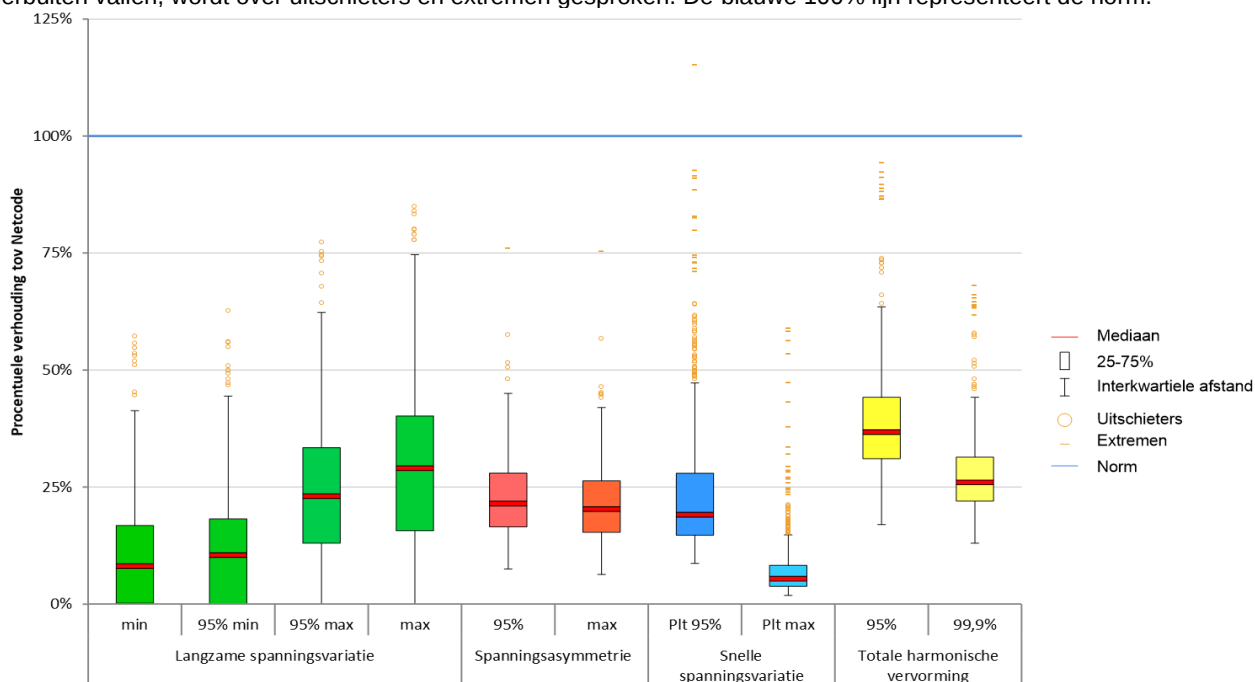
In 2020 zijn 241 weekmetingen uitgevoerd in het LS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen, zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in de beoogde maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege defecte meetapparatuur of ziekte van een meetspecialist. In 2020 startte ruim 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 2020 bij twee weekmetingen een overschrijding is geconstateerd bij de verschijnselen snelle spanningsvariatie en 5^e harmonische. Bij de andere verschijnselen voldeden alle meetwaarden aan de norm. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2020 in het LS-net tussen de 97,0% en 99,8% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 2.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen LS, 2020

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen	
		Snelle spanningsvariatie	Individuele harmonische, 5 ^e
241	2	1	1

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. Indien waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De blauwe 100% lijn representeert de norm.



Figuur 2.1: Continue verschijnselen LS, 2020

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 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 en de overschrijding van de 5^e harmonische binnen de subpopulatie 'weinig stedelijk'.

Tabel 2.2: Meetresultaten versus stedelijkheid LS, 2020

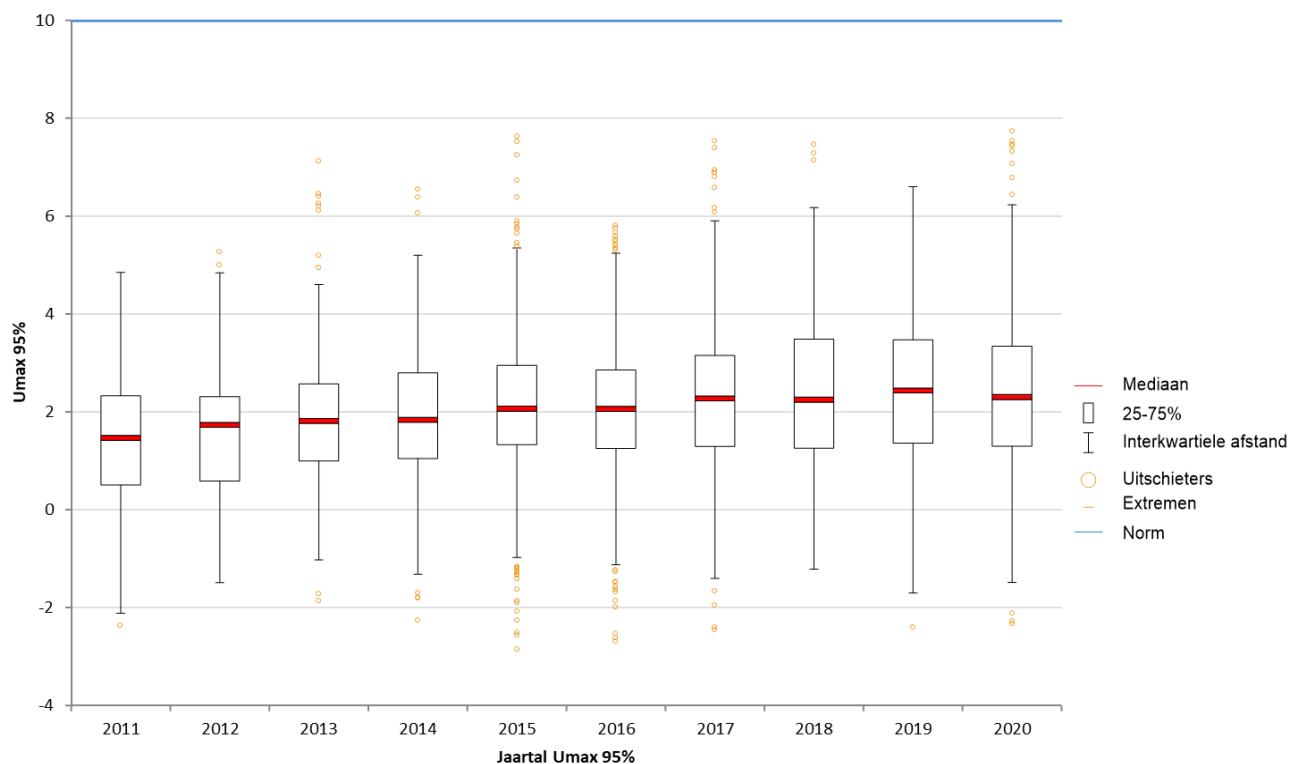
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen	
			Snelle spanningsvariatie	5 ^e harmonische
Zeer sterk	56	-	-	-
Sterk	70	-	-	-
Matig	40	-	-	-
Weinig	34	1	-	1
Niet	41	1	1	-
<i>Totaal</i>	<i>241</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

2.2 Trendanalyses

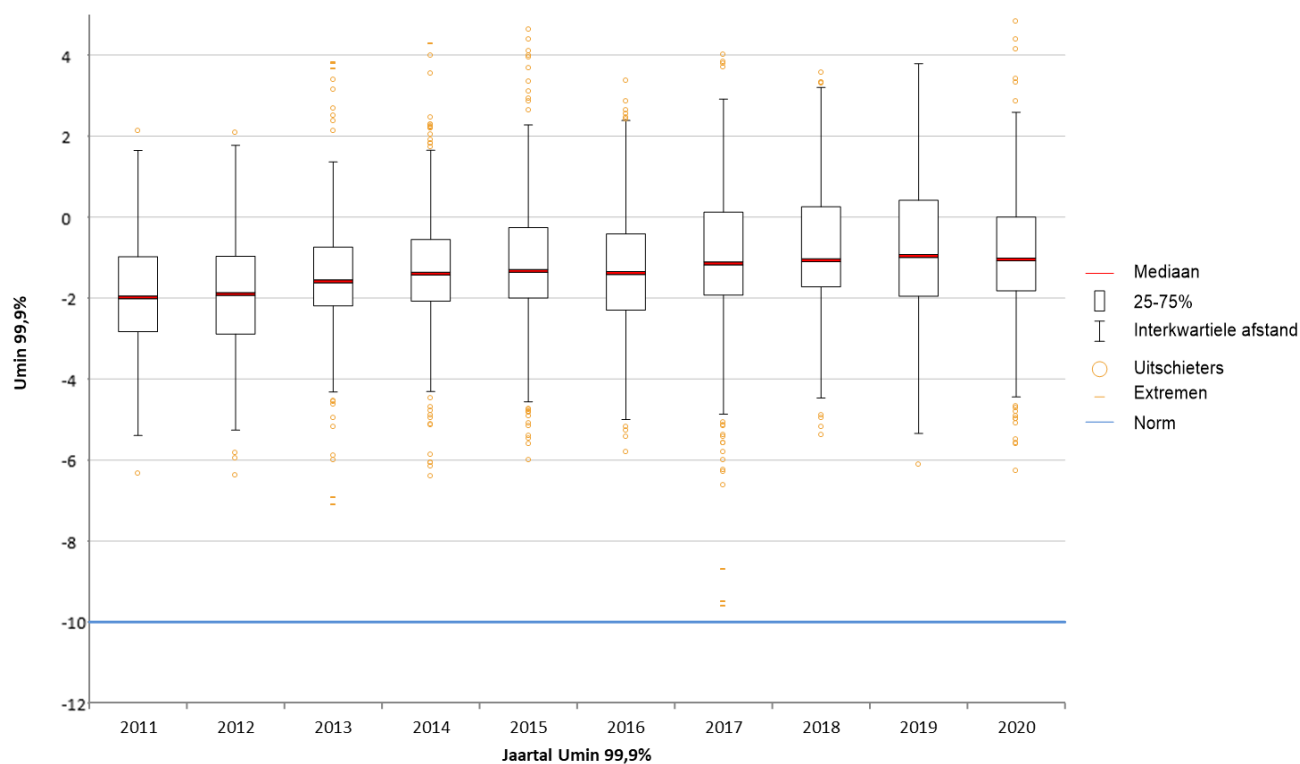
In deze paragraaf wordt de LS-meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan). Deze kan goed worden gebruikt voor bepaling van een eventuele trend. Voor de analyse wordt 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. Verder geldt dat vanaf 2011 uitschieters en extremen zijn toegevoegd aan de trendanalyses. Voorheen werden deze achterwege gelaten.

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 2011 tot 2020 een licht stijgende trend zien. In 2020 is weer een lichte daling waarneembaar t.o.v. 2019. De netbeheerders houden deze trend nauwlettend in de gaten.

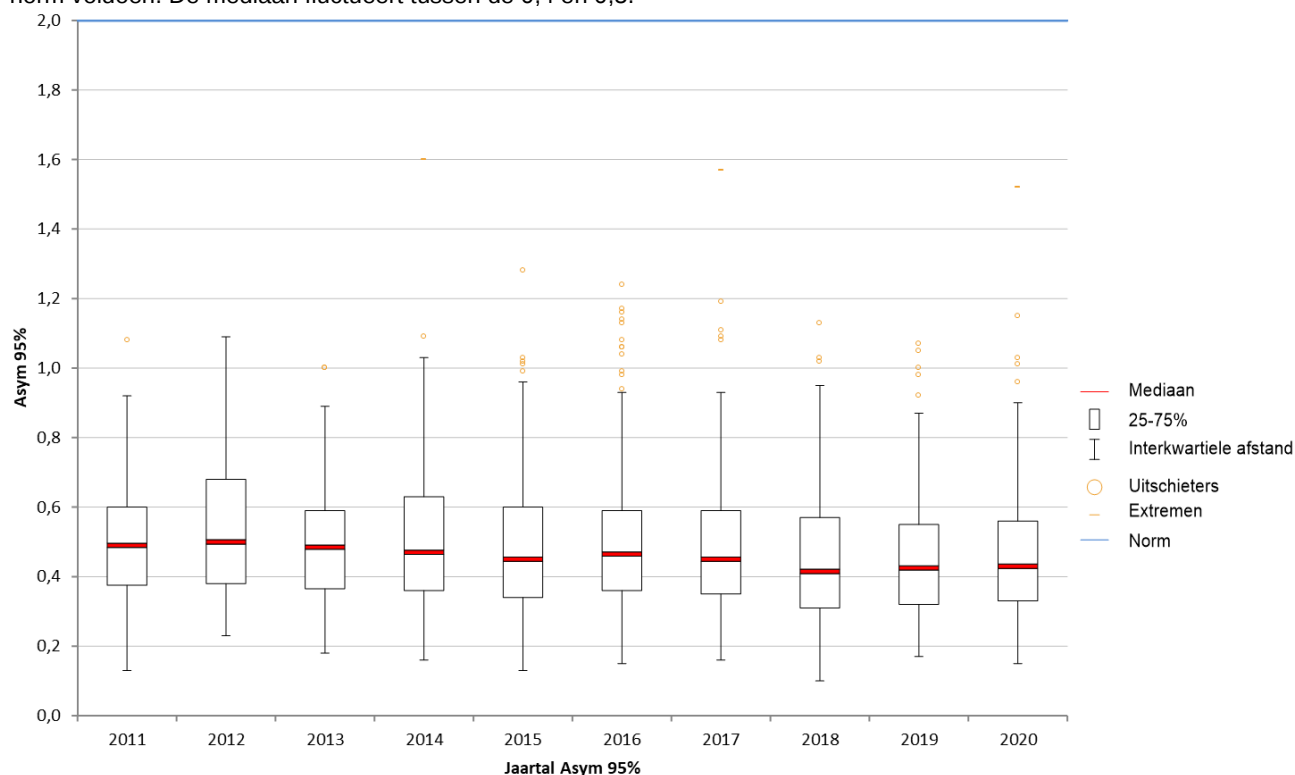


Figuur 2.2: Langzame spanningsvariatie Umax LS, 2011-2020



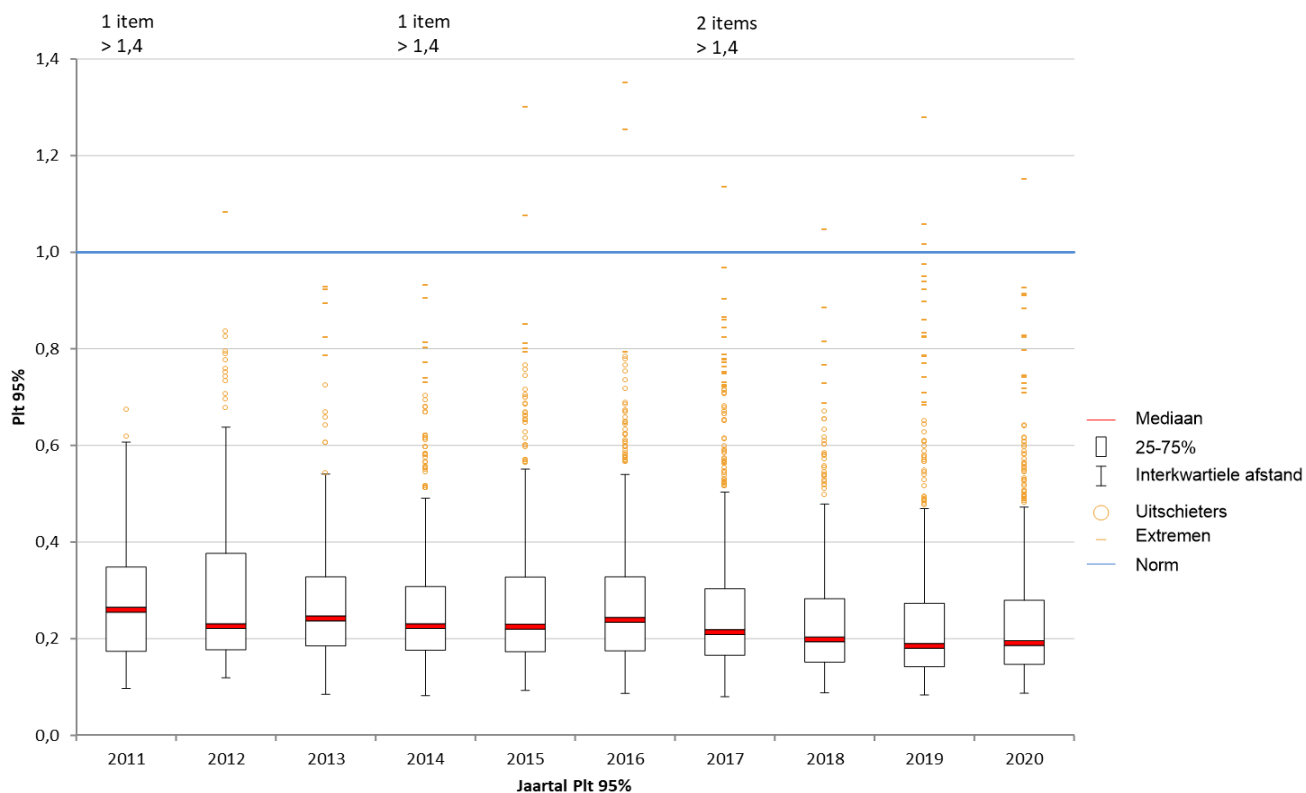
Figuur 2.3: Langzame spanningsvariatie Umin LS, 2011-2020

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



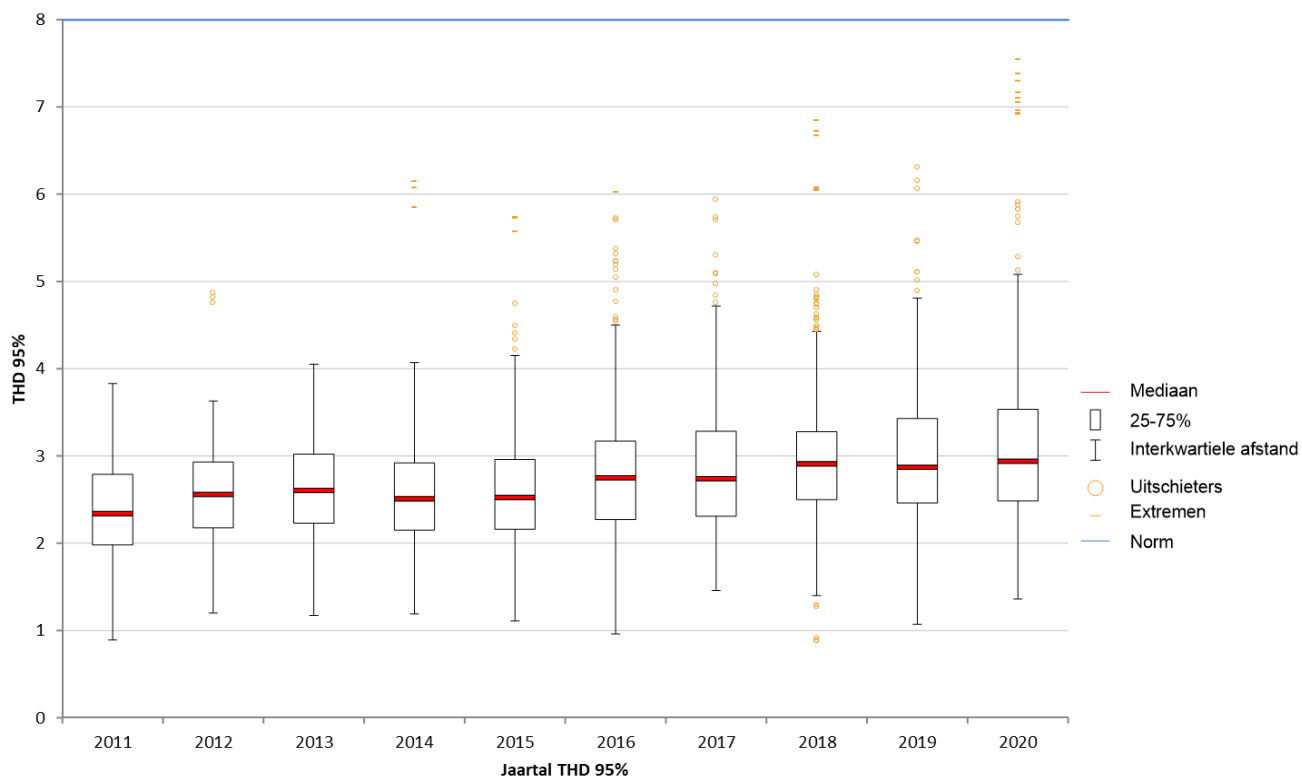
Figuur 2.4: Spanningsasymmetrie LS, 2011-2020

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 sinds 2016 een licht dalende trend zichtbaar.



Figuur 2.5: Snelle spanningsvariatie Plt LS, 2011-2020

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, 2011-2020

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 2020. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

3.1 Meetresultaten

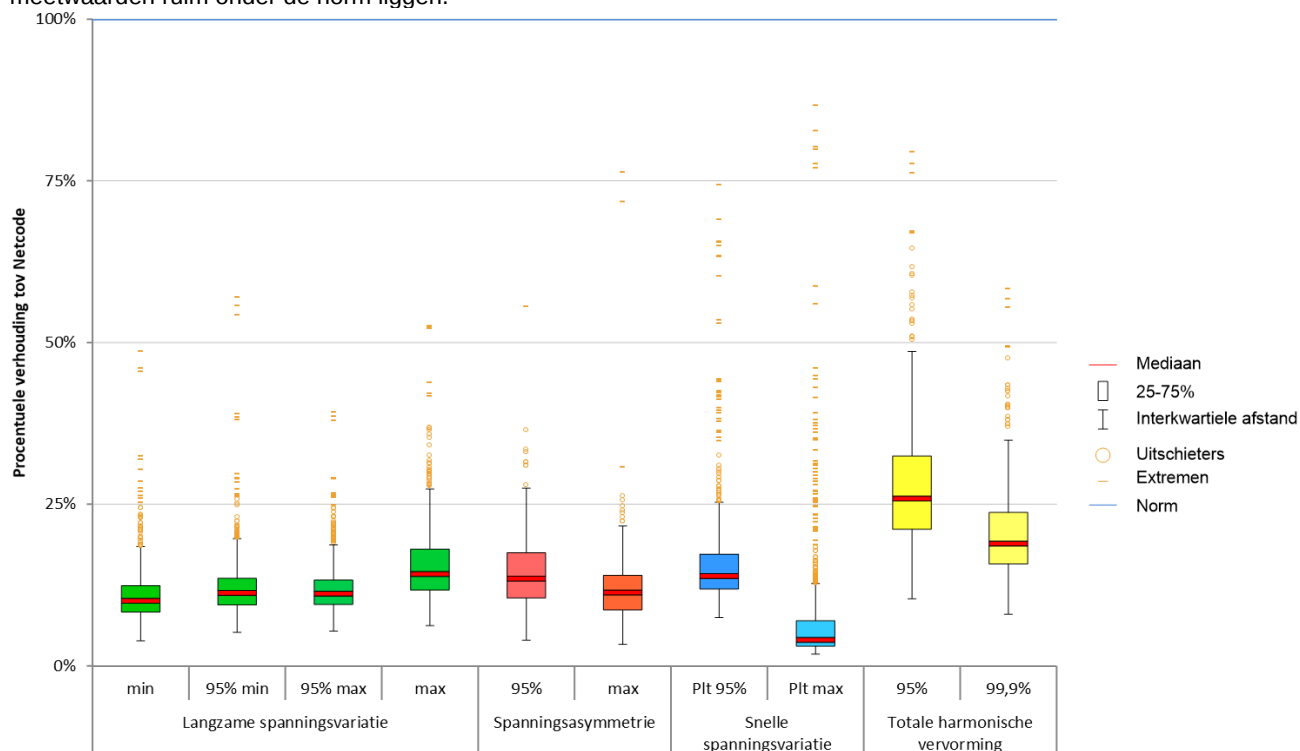
In 2020 zijn 258 weekmetingen uitgevoerd in het MS-net. Bij een van deze weekmetingen is een overschrijding geconstateerd bij de continue spanningsverschijnselen, zie ook *tabel 3.1*. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen, zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. 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 2020 startte ruim 94% van de metingen in de juiste maand.

Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2020 in het MS-net tussen de 97,8% en 99,9% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 3.3.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen MS, 2020

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen
		Individuele harmonische, 6 ^e
258	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. Indien 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, 2020

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 overschrijding van de 6^e harmonische binnen de subpopulatie 'matig stedelijk' heeft plaatsgevonden.

Tabel 3.2: Metingen versus stedelijkheid MS, 2020

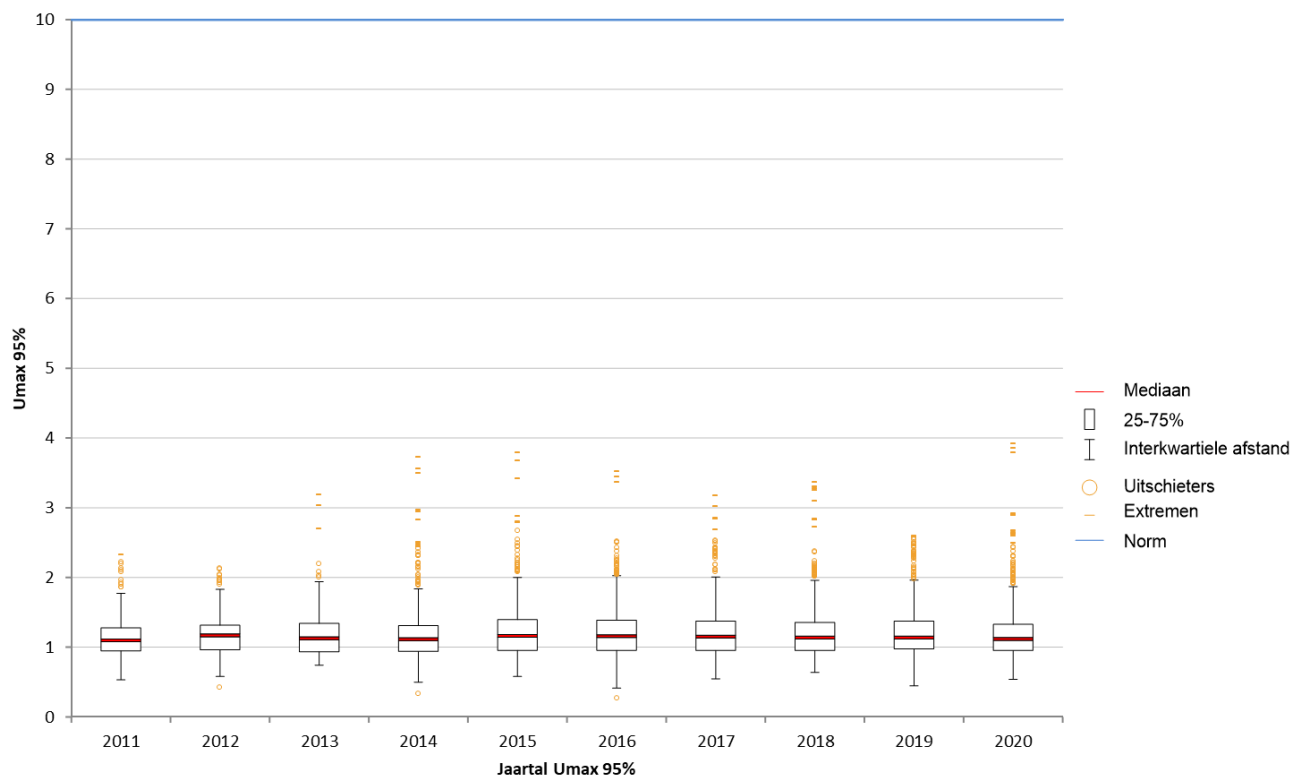
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijselen met overschrijdingen
			Individuele harmonische, 6 ^e
Zeer sterk	24	-	-
Sterk	24	-	-
Matig	75	1	1
Weinig	43	-	-
Niet	92	-	-
<i>Totaal</i>	<i>258</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

3.2 Trendanalyses

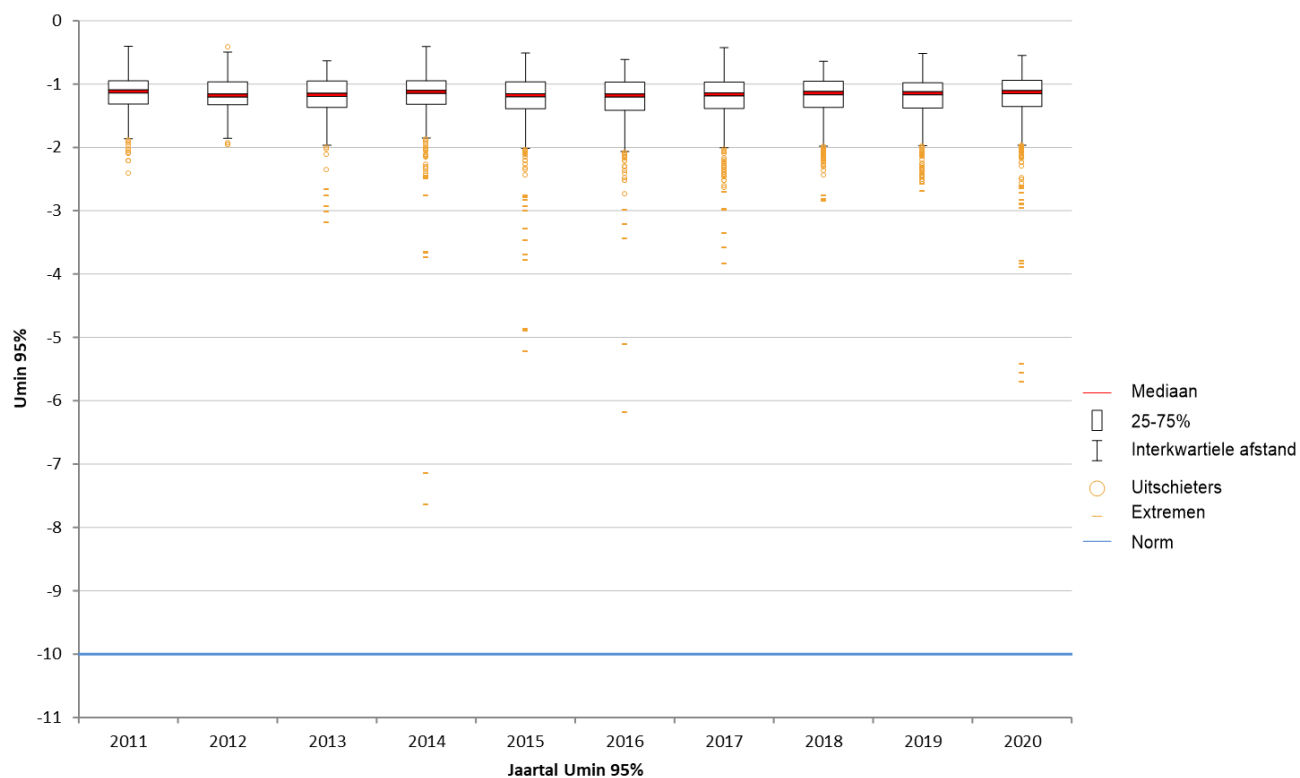
In deze paragraaf wordt de MS-meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan). Deze kan goed worden gebruikt voor bepaling van een eventuele trend. Voor de analyse wordt 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. Verder geldt dat vanaf 2011 uitschieters en extremen zijn toegevoegd aan de trendanalyses. Voorheen werden deze achterwege gelaten.

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. In beide figuren voldoen alle meetwaarden aan de norm.

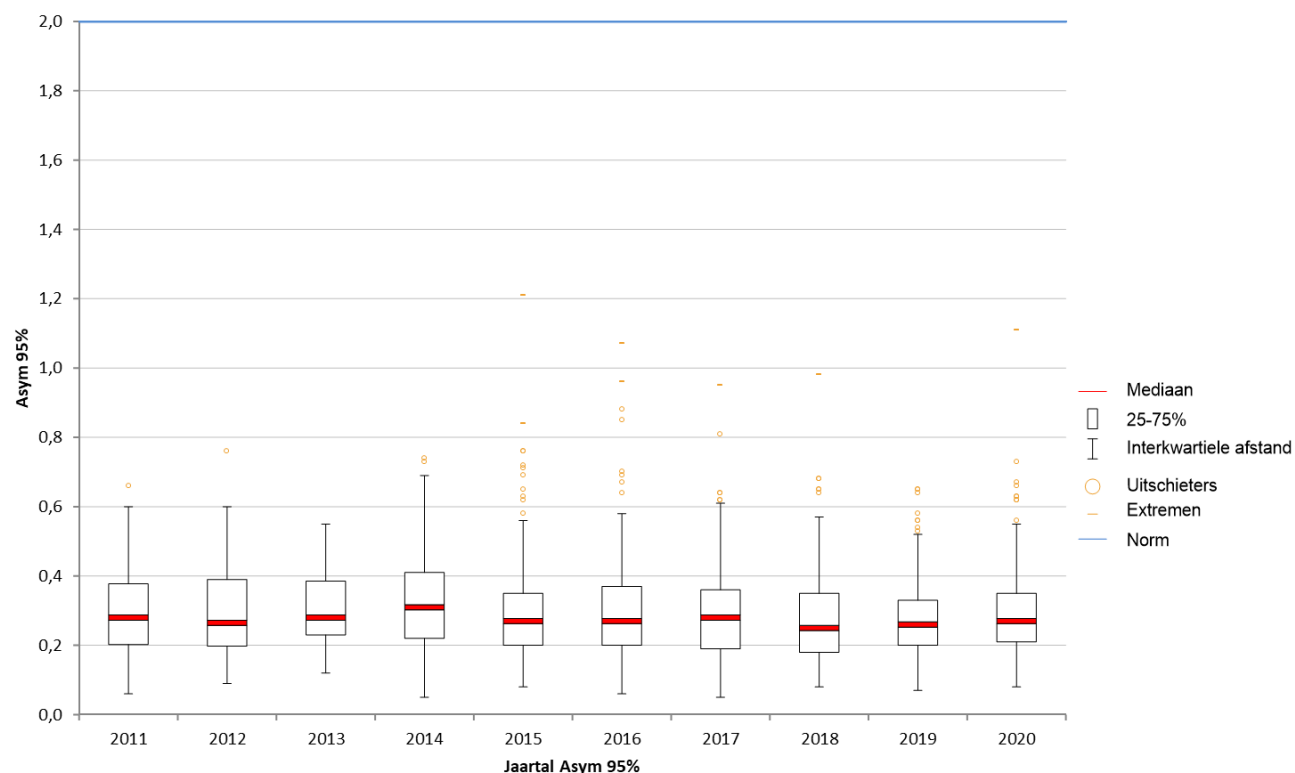


Figuur 3.2: Langzame spanningsvariatie Umax MS, 2011-2020



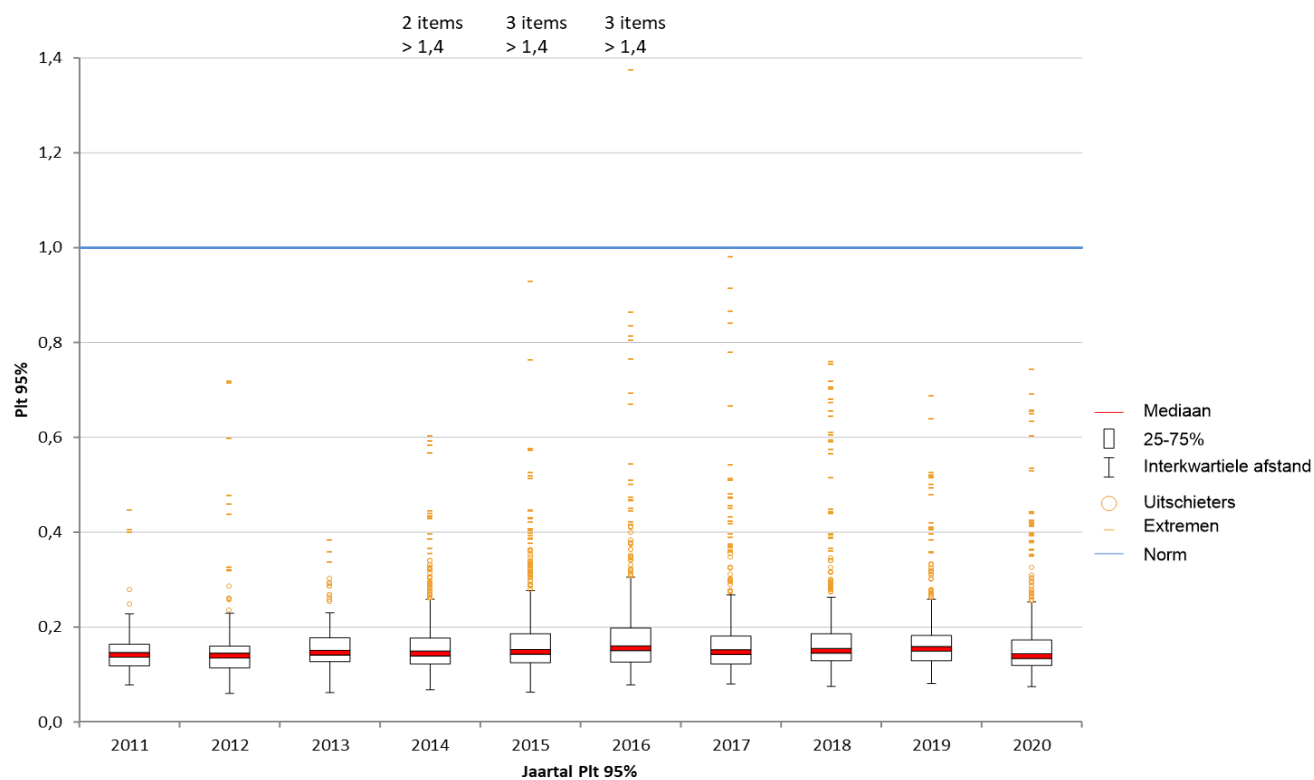
Figuur 3.3: Langzame spanningsvariatie Umin MS, 2011-2020

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



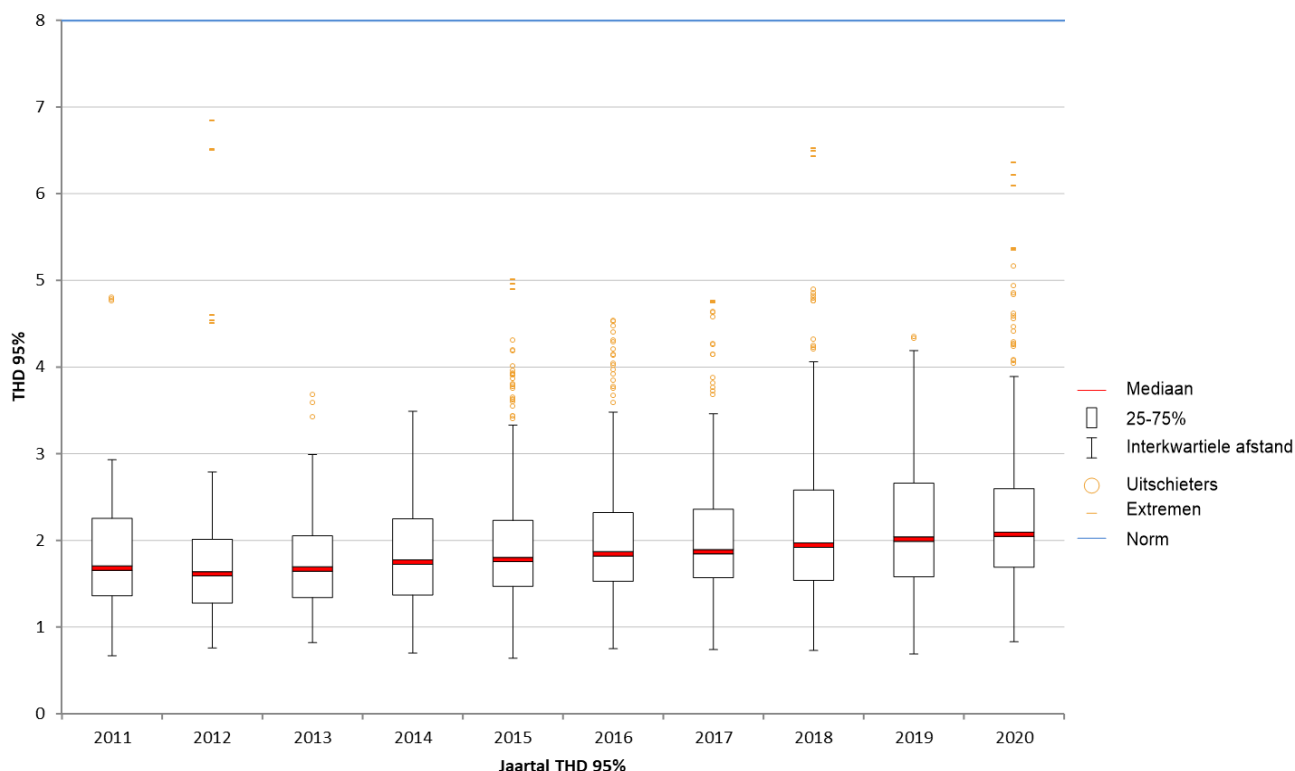
Figuur 3.4: Spanningsasymmetrie MS, 2011-2020

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 gemiddeld een constant beeld zien.



Figuur 3.5: Snelle spanningsvariatie (Plt) MS, 2011-2020

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. De netbeheerders houden deze trend nauwlettend in de gaten.



Figuur 3.6: THD MS, 2011-2020

3.3 Spanningsdips

In het MS-net zijn in 2020 op 193 meetlocaties spanningsdips geregistreerd gedurende het hele jaar. De locaties zijn steekproefsgewijs geselecteerd en aselekt getrokken. In 2020 zijn op alle meetlocaties in totaal 149 hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,77 dips per locatie. Het aantal hinderlijke dips per week komt neer op 0,014.

De 258 weekmetingen zijn op het verschijnsel spanningsdips geanalyseerd. Bij 3 weekmetingen zijn 3 hinderlijke dips geregistreerd. Dit komt neer op 0,012 dips per week.

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. De klant kan zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen.

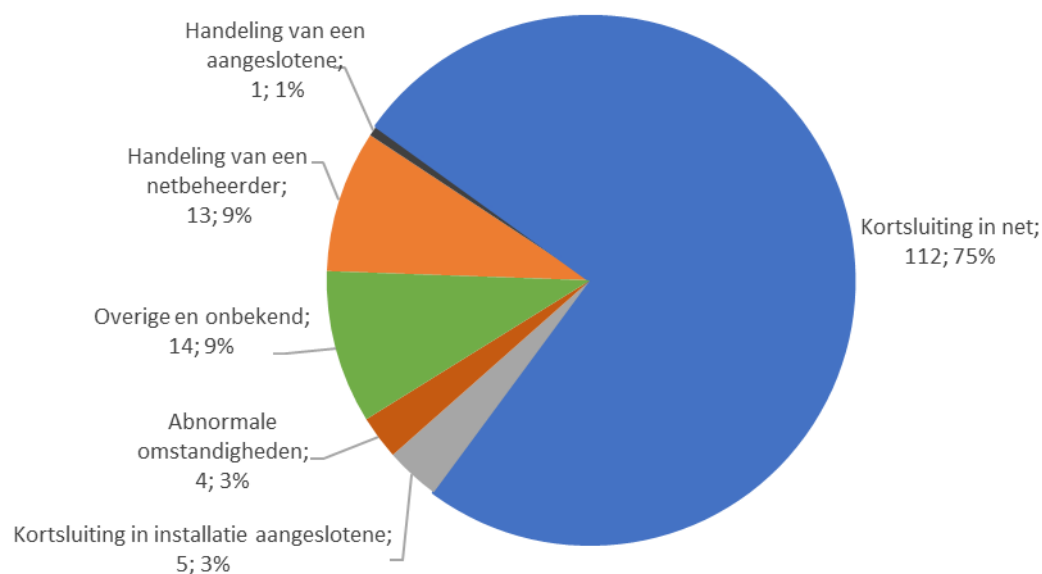
Tabel 3.3: Aantal hinderlijke spanningsdips MS, 2020

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: 0,11 Totaal: 22	Categorie B2 Gemiddeld: 0,31 Totaal: 59	Categorie C Gemiddeld: 0,35 Totaal: 68	
$5 > u$				

In *figuur 3.7* zijn de oorzaken van de geregistreerde 149 spanningsdips weergegeven. Uit de figuur blijkt dat een ruime meerderheid hiervan (75%) wordt veroorzaakt door een 'kortsluiting in het net'. Circa 9% is verder afkomstig uit 'Overige en onbekend'. Oorzaken van de rest van de spanningsdips zijn met name 'Handeling van een netbeheerder', 'Kortsluiting in de installatie van een aangeslotene' en 'Abnormale omstandigheden' 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 geregistreerde dips in 2020 geldt dat:

- De 112 dips met als oorzaak 'kortsluiting in net' herleidbaar zijn naar 107 gebeurtenissen.
- De 14 dips met als oorzaak 'overige en onbekend' herleidbaar zijn naar 10 gebeurtenissen.



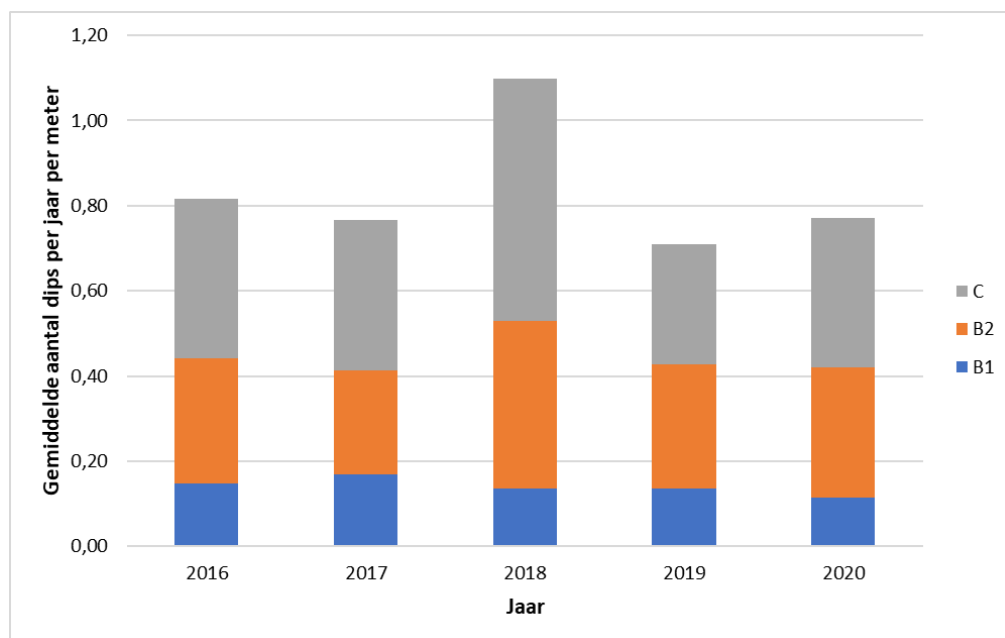
Figuur 3.7: Oorzaken hinderlijke spanningsdips MS, 2020

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, 2016-2020

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: 0,38 Totaal: 75,3	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,14 Totaal: 26,9	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0,29 Totaal: 58,7		

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, 2016-2020

4. Hoogspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de metingen die in het HS-net zijn uitgevoerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het 35-72 kV en 110-150 kV net. 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 2020. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

4.1 Meetresultaten

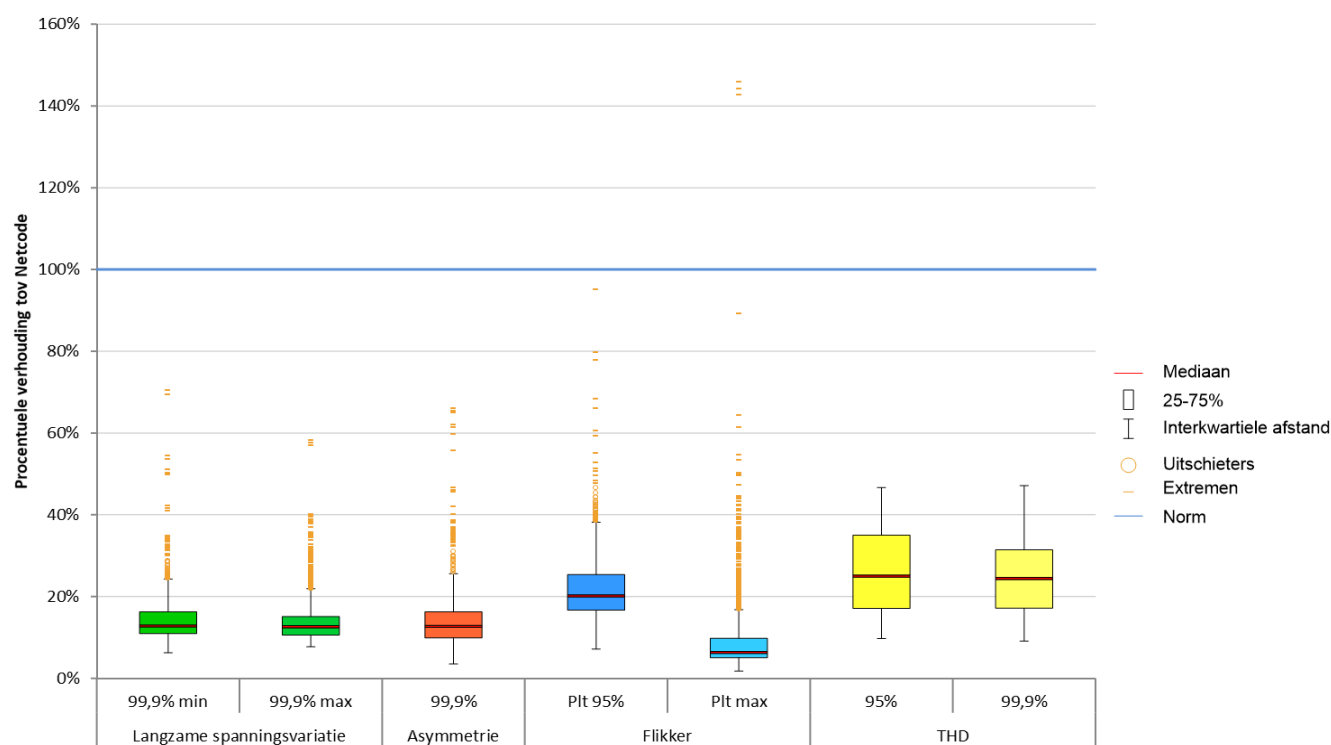
4.1.1 35-72 kV

Over de spanningskwaliteit in het 35-72 kV HS-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 2020 863 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij een van deze weekmetingen is een overschrijding geconstateerd, zie *tabel 4.1*.

Tabel 4.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen 35-72 kV HS, 2020

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel
			Snelle spanningsvariatie
Weekmetingen	863	1	1
Meters	22		

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. Indien waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De figuur laat zien dat in alle 3 de fasen van de aansluiting een overschrijding van het verschijnsel snelle spanningsvariatie is opgetreden. De overige meetwaarden, ook de uitschieters en extremen, voldoen aan de norm (de blauwe lijn) voldoen. In de bijlage wordt de overschrijding nader toegelicht.



Figuur 4.1: Continue verschijnselen 35-72 kV HS, 2020

4.1.2 110-150 kV

Over de spanningskwaliteit in het 110-150 kV HS-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 89 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 HS meetsysteem. De meters hebben in 2020 3655 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij 19 van deze weekmetingen is tenminste één overschrijding geconstateerd. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht.

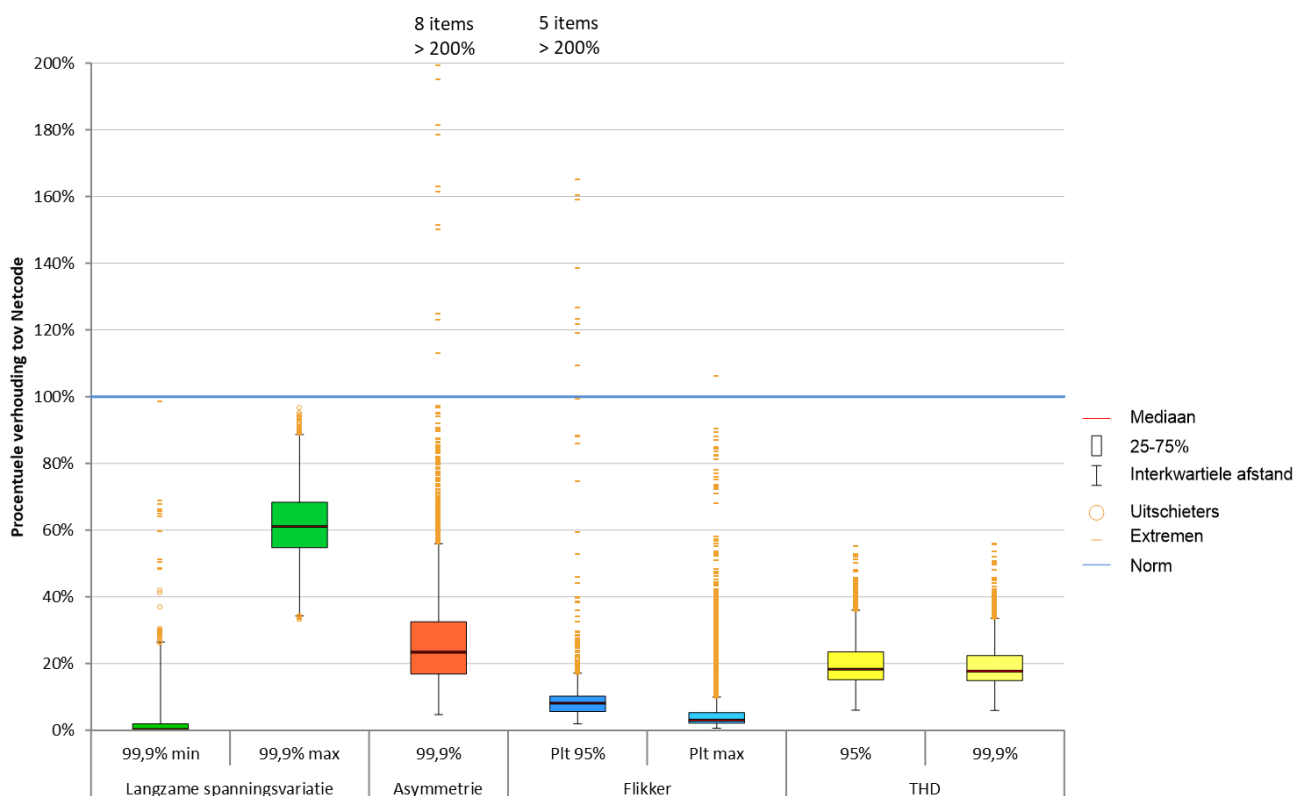
Tabel 4.2 bevat een samenvatting van het aantal metingen en overschrijdingen. Het komt voor dat binnen een weekmeting overschrijdingen van meerdere verschijnselen hebben plaatsgevonden. Opgemerkt wordt dat de overschrijdingen één meetlocatie betreft, namelijk Waalhaven in het 110-150 kV HS-net. De overschrijdingen op deze locatie worden zeer waarschijnlijk veroorzaakt door een fout in het meetcircuit. Dit wordt momenteel nader onderzocht, zie voor meer informatie de toelichting in bijlage B.

Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2020 in het 110-150 kV HS-net 99,5% van de weekmetingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.2: Metingen en overschrijdingen 110-150 kV HS, 2020

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel	
			Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie
Weekmetingen	3.655	19	19	9
Meters	92	2	2	1

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. Indien waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De overschrijdingen uit tabel 4.1 zijn zichtbaar in de uitschieters die boven de norm (blauwe lijn) liggen.



Figuur 4.2: Continue verschijnselen 110-150 kV HS, 2020

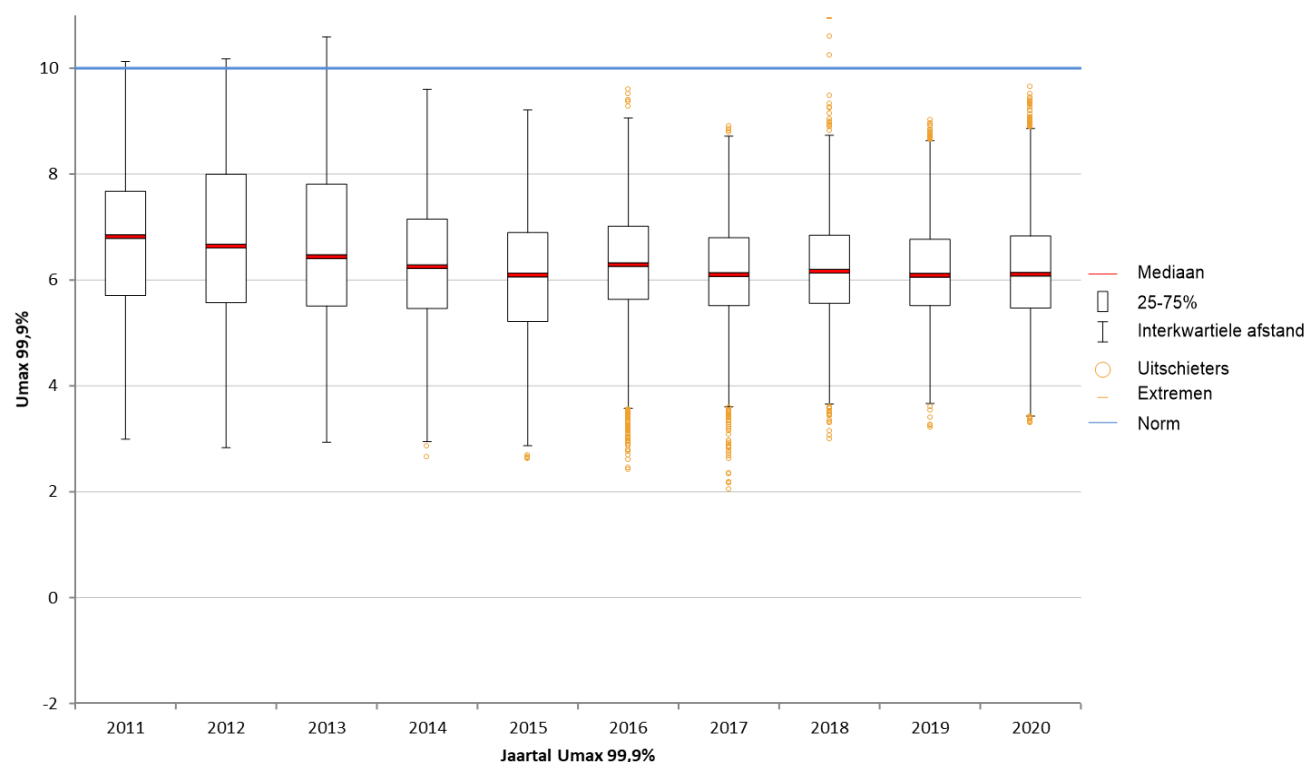
4.1.3 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de meetdata van het 110-150 kV HS-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 35-72 kV net wordt sinds 2019 op meerdere meetlocaties gemeten. Van voorgaande jaren is slechts een beperkte meterpopulatie beschikbaar. Om deze reden is er voor dit net geen trendanalyse uitgevoerd.

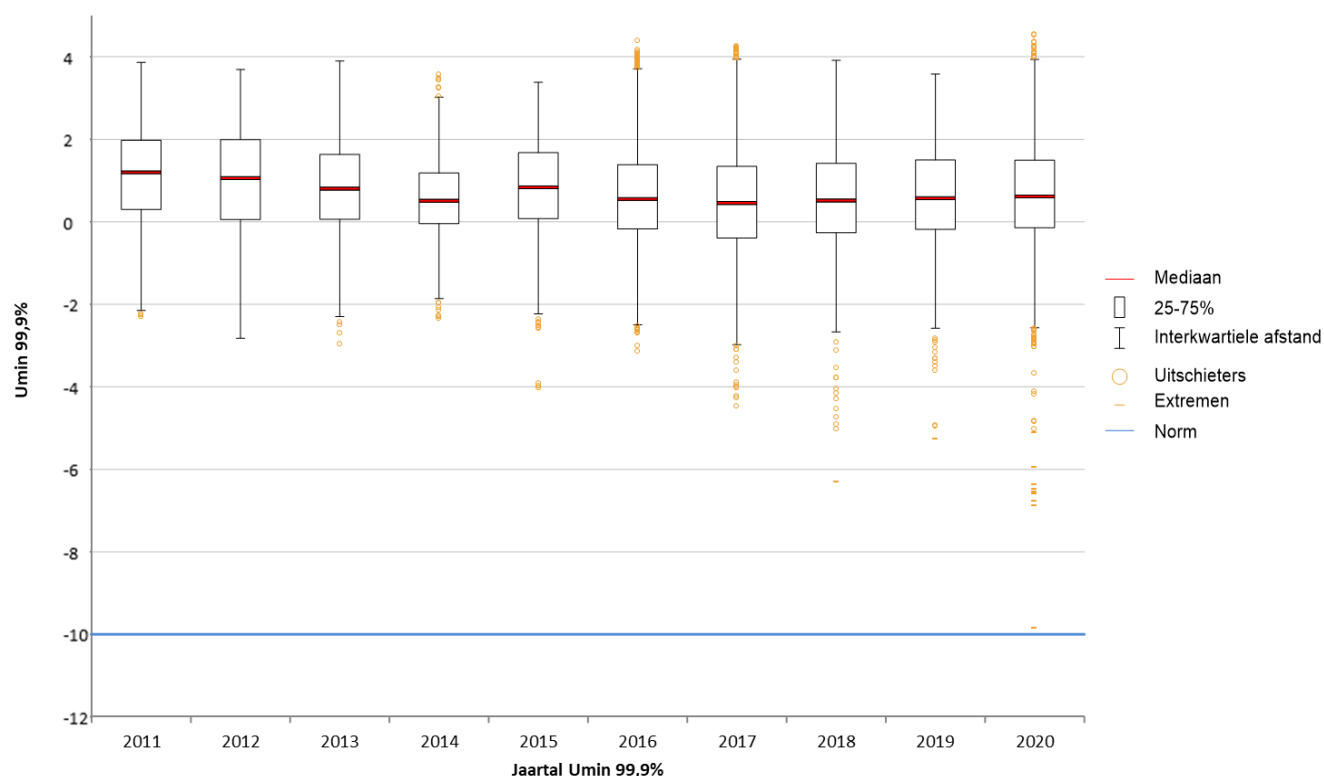
In de loop der jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief van de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het 110-150 kV HS-net zijn:

- 2011: toevoeging van uitschieters en extremen aan de trendanalyse;
- 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 4.3 en 4.4 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 en 2018. 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 in de eerste jaren een daling, maar daarna een constant beeld zien.

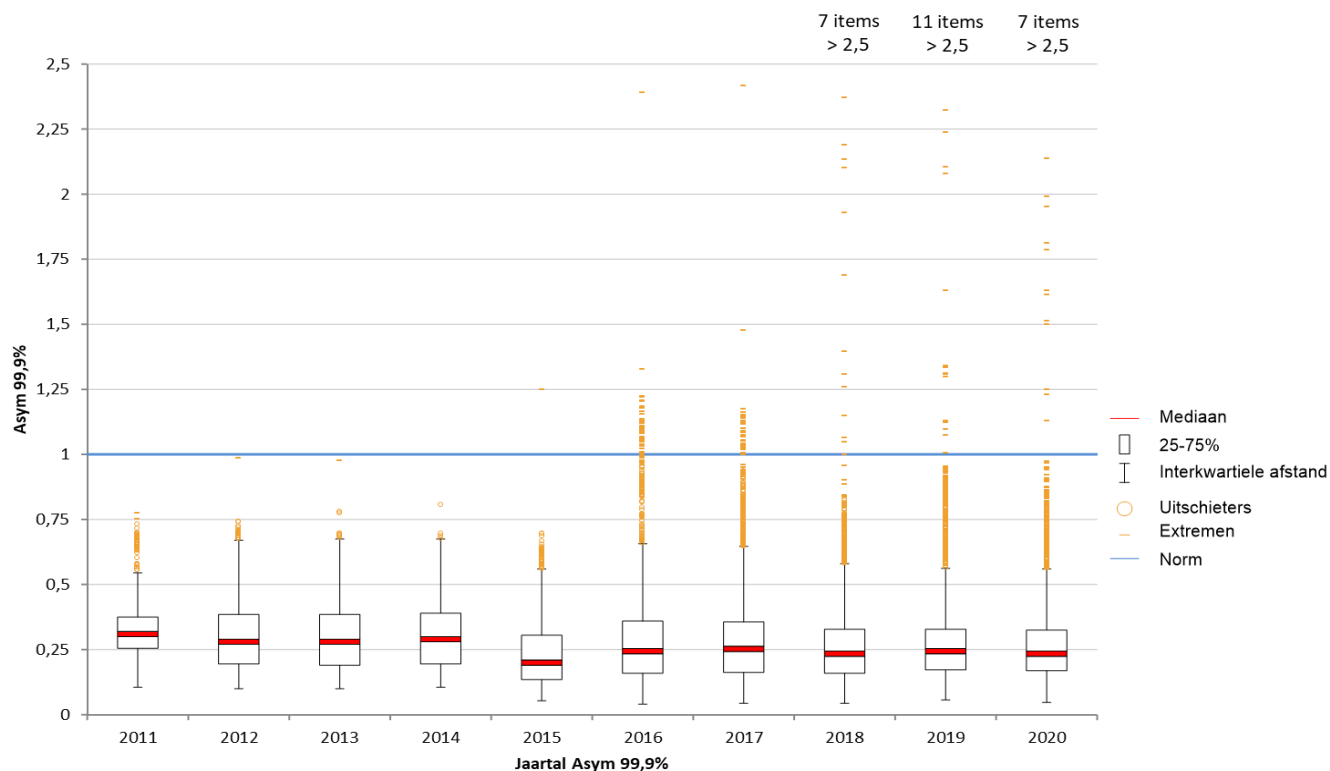


Figuur 4.3: Langzame spanningsvariatie U_{max} 110-150 kV HS, 2011-2020



Figuur 4.4: Langzame spanningsvariatie Umin 110-150 kV HS, 2011-2020

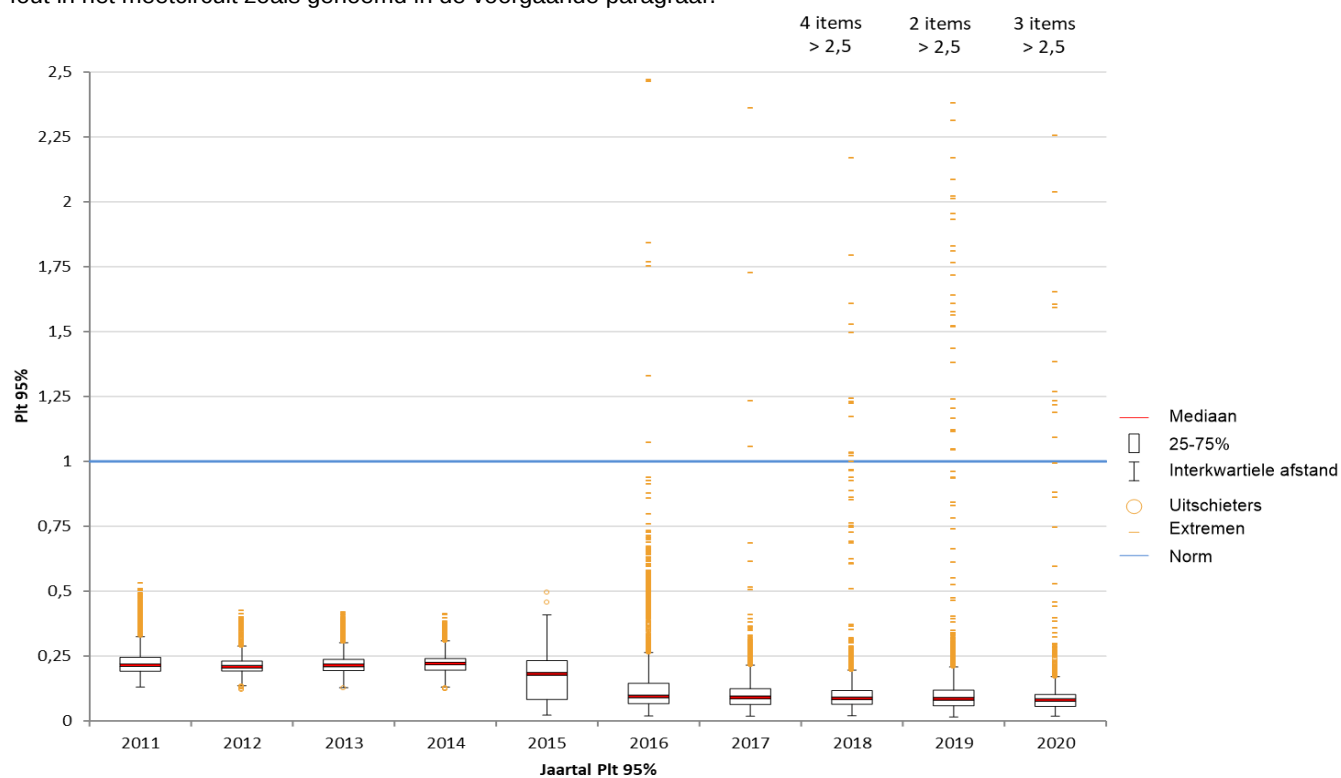
Figuur 4.5 bevat de trendanalyse van spanningsasymmetrie. De figuur laat een afname van het aantal overschrijdingen zien. Onderzoek heeft uitgewezen dat een groot deel van de extremen en uitschieters in de afgelopen jaren afkomstig zijn van één meetlocatie Waalhaven te Rotterdam. Zie de bijlage voor een nadere toelichting op de overschrijdingen.



Figuur 4.5: Spanningsasymmetrie 110-150 kV HS, 2011-2020

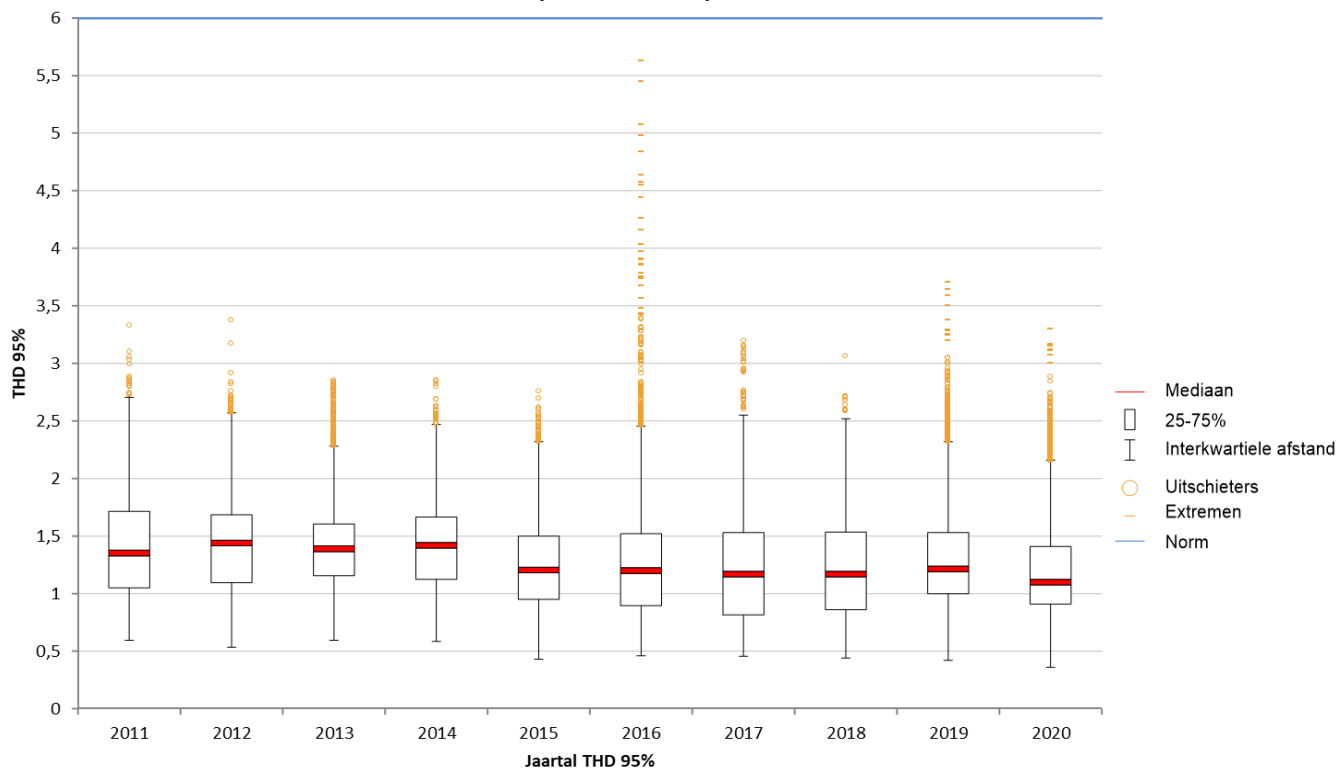
In figuur 4.6 is de trendanalyse van de snelle spanningsvariatie (Plt) weergegeven. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt onder de 0,25. In de afgelopen jaren zien we een daling van de mediaan naar 0,1.

De extremen treden voornamelijk op één meetlocatie (Waalhaven) op en worden zeer waarschijnlijk veroorzaakt door een fout in het meetcircuit zoals genoemd in de voorgaande paragraaf.



Figuur 4.6: Snelle spanningsvariatie Pt 110-150 kV HS, 2011-2020

Figuur 4.7 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. De mediaan laat de laatste jaren een redelijk constant beeld zien.



Figuur 4.7: THD HS, 2011-2020

4.2 Spanningsdips

4.2.1 35-72 kV

In het 35-72kV HS-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. Er is één hinderlijke spanningsdip geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,07 dips per meter. Deze hinderlijke spanningsdip is veroorzaakt door een handeling van een aangeslotene.

In tabel 4.3 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 4.3: Aantal hinderlijke spanningsdips 35-72 kV HS, 2020

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: 0,07 Totaal: 1	Categorie B2 Gemiddeld: 0 Totaal: 0	Categorie C Gemiddeld: 0 Totaal: 0	
$5 > u$				

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In tabel 4.4 is het 5-jaar gemiddelde van alle meters weergegeven.

Tabel 4.4: Aantal hinderlijke spanningsdips 35-72 kV HS, 2016-2020

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: 0,02 Totaal: 0,5	Categorie B2 Gemiddeld: 0,05 Totaal: 1,1	Categorie C Gemiddeld: 0 Totaal: 0	
$5 > u$				

4.2.2 110-150 kV

In het 110-150 kV HS-net voldoen 77 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 2 hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Dit komt neer op een gemiddelde van 0,03 dips per meter. Beide hinderlijke spanningsdips zijn veroorzaakt door een kortsluiting in het net.

In tabel 4.5 worden de hinderlijke spanningsdips verdeeld over drie subcategorieën weergegeven.

Tabel 4.5: Spanningsdips 110-150 kV HS, 2020

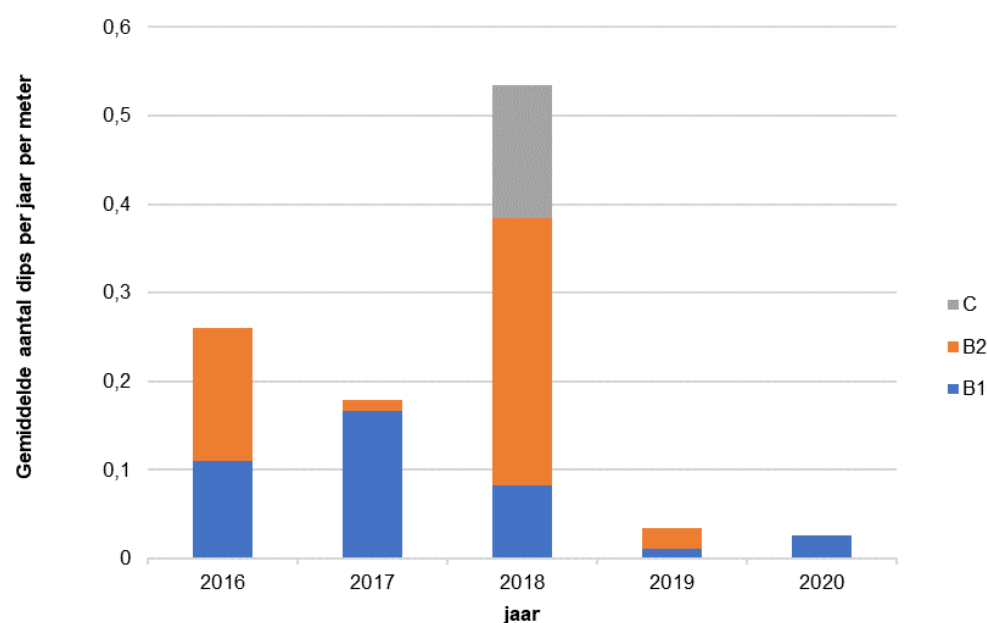
Restspanning	Duur t (ms)				
U (%)	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$	
$90 > u \geq 80$	Categorie A: niet-hinderlijk		<u>Categorie C</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0		
$80 > u \geq 70$					
$70 > u \geq 40$					
$40 > u \geq 5$	<u>Categorie B1</u> Gemiddeld: 0,03 Totaal: 2	<u>Categorie B2</u> Gemiddeld: 0 Totaal: 0			
$5 > u$					

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In tabel 4.6 is het 5-jaar gemiddelde van alle meters weergegeven.

Tabel 4.6: Spanningsdips 110-150 kV HS, 2016-2020

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: 0,02 Totaal: 2	
80 > u ≥ 70					
70 > u ≥ 40					
40 > u ≥ 5	Categorie B1 Gemiddeld: 0,05 Totaal: 4,7	Categorie B2 Gemiddeld: 0,08 Totaal: 7			
5 > u					

Figuur 4.8 bevat een grafische 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 per jaar sterk schommelt. Vanwege het beperkte aantal metingen voor 2020 is een soortgelijke figuur in voorgaande paragraaf niet voor het 35-72 kV HS-net samengesteld.



Figuur 4.8: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips 110-150kV HS, 2016-2020

Het aantal hinderlijke spanningsdips in 2020 is nagenoeg gelijk aan 2019, maar uitzonderlijk laag in vergelijking met de voorgaande jaren. Hinderlijke spanningsdips worden vaak veroorzaakt door storingen in het net. Uit de storingsregistratie

(Nestor) blijkt dat er in 2020 ook relatief weinig storingen in het (extra)hoogspanningsnet waren. Ook de niet-hinderlijke spanningsdips worden geregistreerd. Uit de analyse hiervan blijkt dat deze consistent zijn met de aantallen van andere jaren. Beide aspecten duiden erop 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 2020. In de tweede wordt meetdata over afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

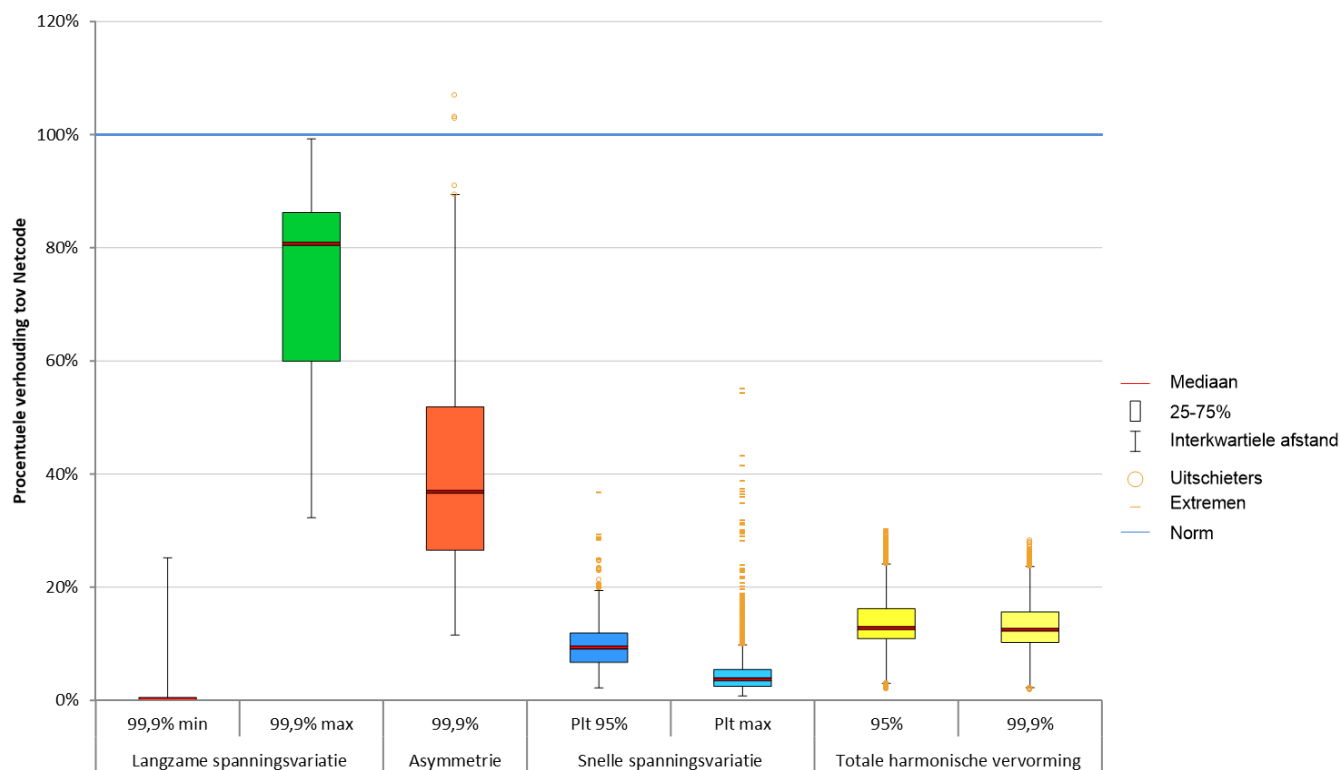
5.1 Meetresultaten

Over de spanningskwaliteit in het EHS-net wordt gerapporteerd aan de hand van de meetresultaten van 16 meters. In sommige gevallen geldt dat een klantaansluiting 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 2020 697 volledige weekmetingen geregistreerd. Bij 3 van deze weekmetingen is één overschrijding geconstateerd, zie ook *tabel 5.1*.

Tabel 5.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen EHS, 2020

	Aantal	Overschrijdingen	Overschrijdingen per verschijnsel
			Spanningsasymmetrie
Weekmetingen	697	3	3
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. Indien waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. De overschrijdingen uit *tabel 5.1* zijn zichtbaar in de uitschieters die boven de norm (blauwe lijn) liggen.



Figuur 5.1: Continue verschijnselen EHS, 2020

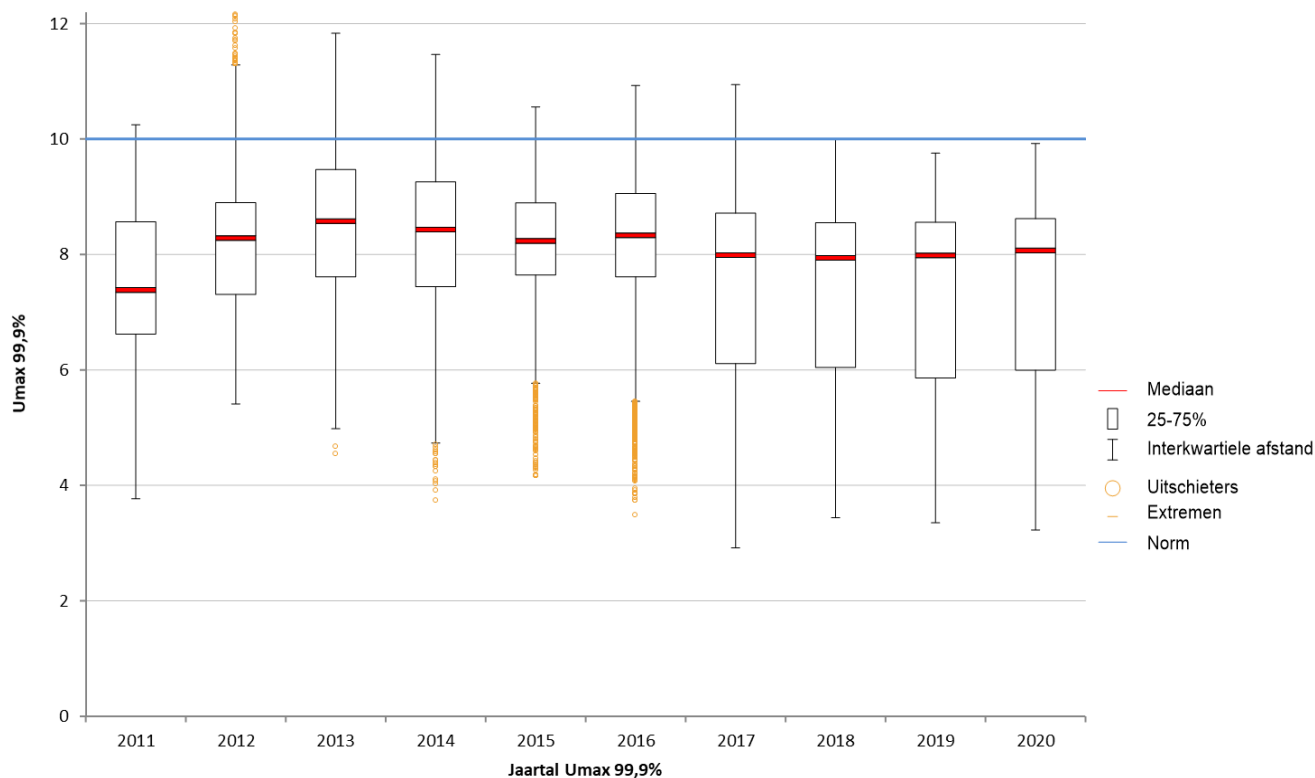
5.2 Trendanalyses

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.

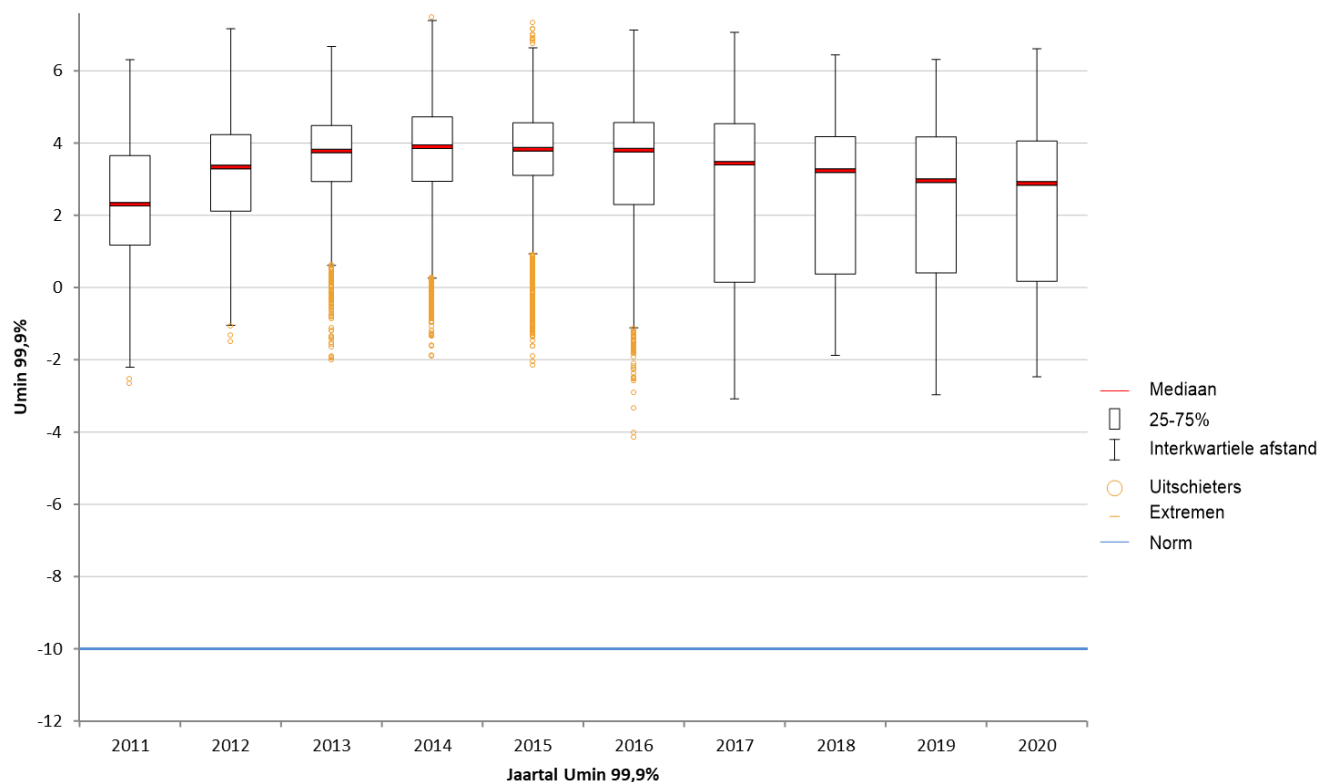
In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. De voornaamste wijzigingen binnen het EHS-net zijn:

- 2009: start monitoring en rapportage door de landelijke netbeheerder;
- 2011: toevoeging van uitschieters en extremen aan de trendanalyse;
- 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 projectmeters 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 de 'U_{min}' licht dalend is.

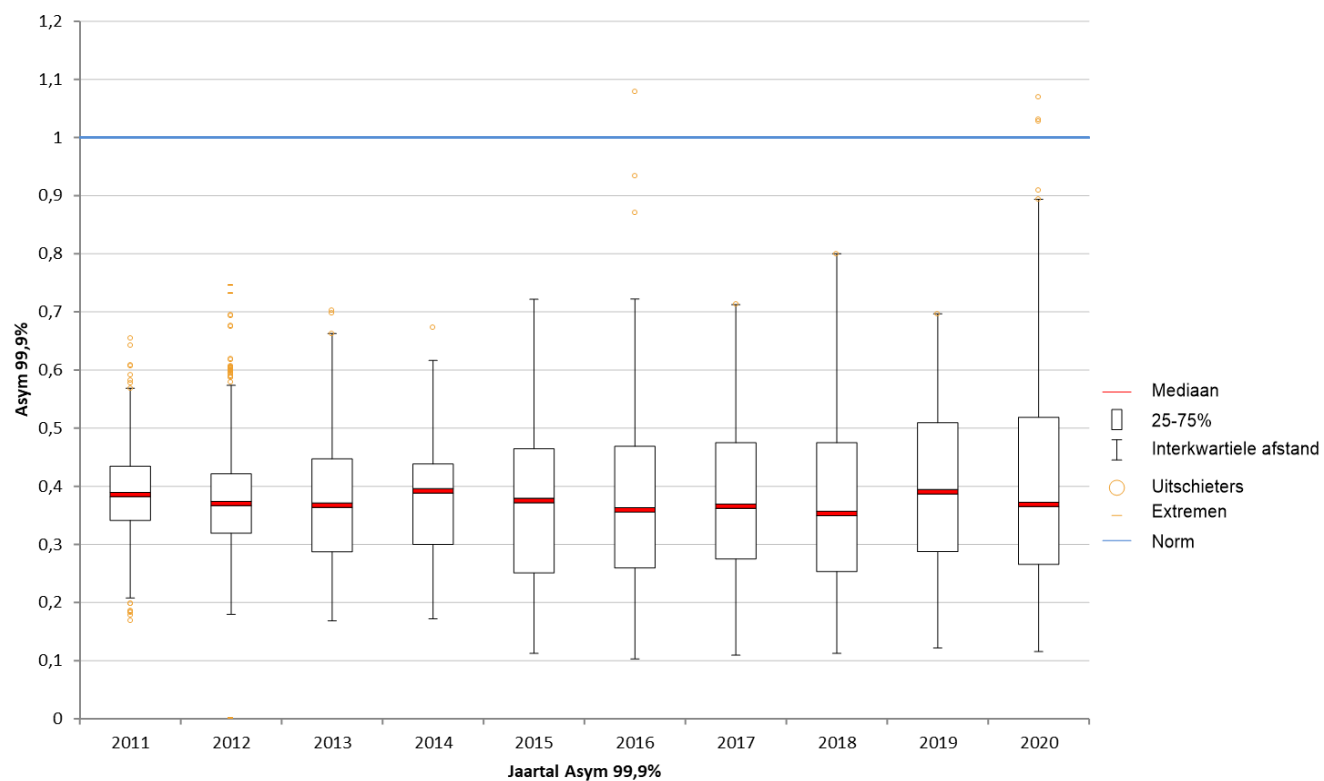


Figuur 5.2: Langzame spanningsvariatie U_{max} EHS, 2011-2020



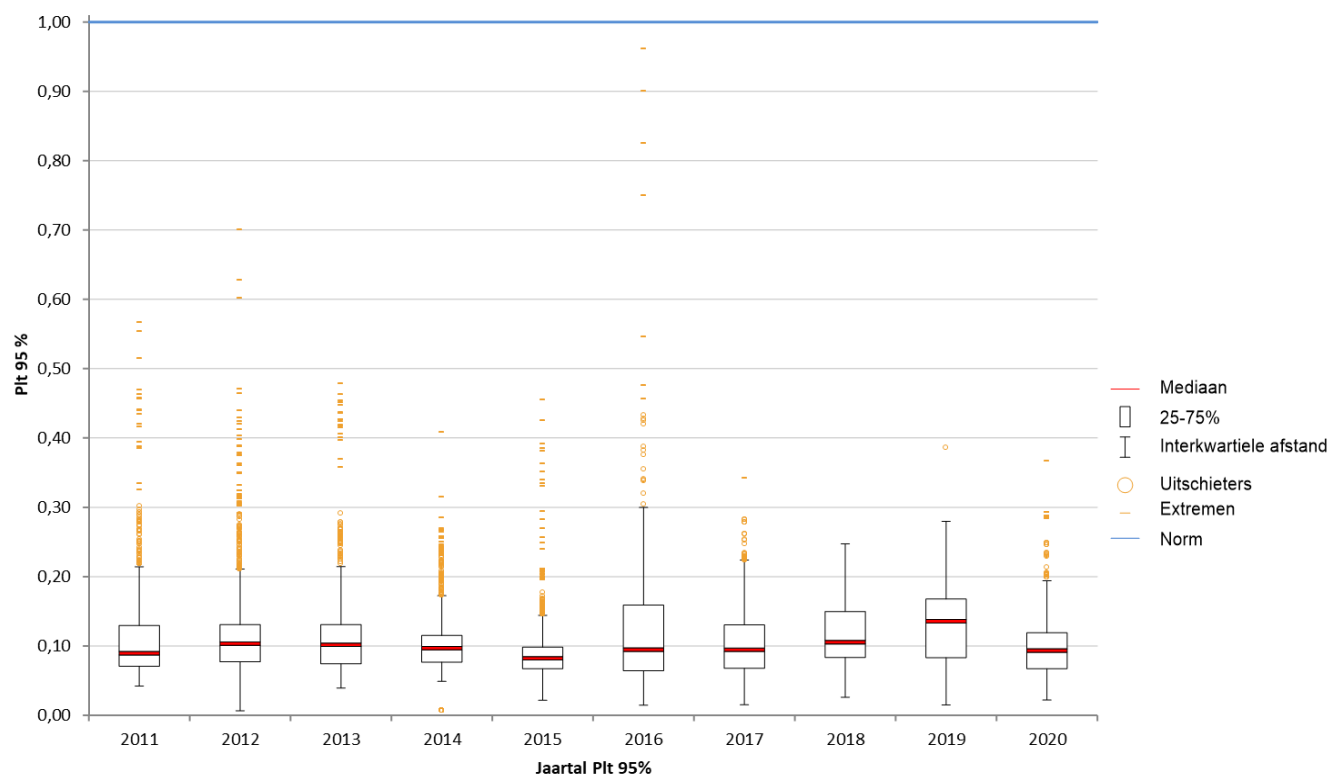
Figuur 5.3: Langzame spanningsvariatie U_{min} EHS, 2011-2020

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.



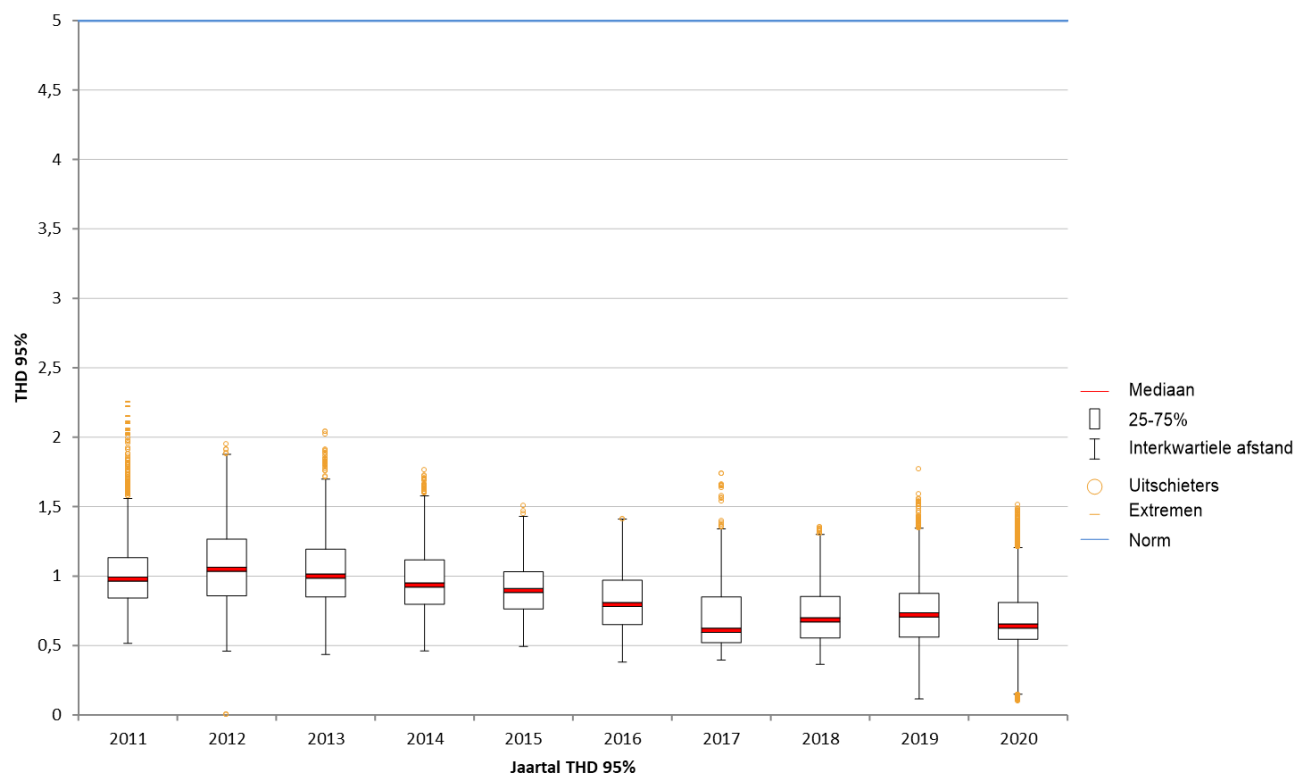
Figuur 5.4: Spanningsasymmetrie EHS, 2011-2020

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, 2011-2020

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, 2011-2020

5.3 Spanningsdips

In het EHS-net voldoen 16 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 2020 geldt dat geen van deze meters een hinderlijke spanningsdip heeft geregistreerd.

In de Netcode staat dat voor spanningsdips per aansluiting getoetst moet worden over 5 aaneengesloten kalenderjaren. In *tabel 4.5* is het 5-jaargemiddelde van alle meters weergegeven.

Tabel 5.2: Spanningsdips EHS, 2016-2020

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: 0,01 Totaal: 0.2	Categorie B2 Gemiddeld: 0 Totaal: 0		
5 > u				

Bijlagen

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2011-2020 **32**

Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen **34**

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2011 – 2020

Tabel A.1: Metingen en overschrijdingen continue verschijnselen per net, 2011 – 2020

Jaar	Netvlak	Aantal bruikbare weekmetingen	Aantal weekmetingen met overschrijding			
			Langzame spannings-variatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spannings-variatie	Harmonischen (incl. THD)
2020	LS	241	-	-	1	1
	MS	258	-	-	-	1
	HS 35-72 kV	863	-	-	1	-
	HS 110-150 kV	3.655	-	19	9	-
	EHS	697	-	3	-	-
2019	LS	268	-	-	3	..*
	MS	260	-	-	-	-
	HS 35-72 kV	589	-	-	-	-
	HS 110-150 kV	3707	-	22	16	-
	EHS	863	-	-	-	-
2018	LS	266	-	1	-	52
	MS	268	-	-	-	2
	HS 35-72 kV	192	-	-	-	-
	HS 110-150 kV	3423	1	10	19	-
	EHS	834	-	-	-	-
2017	LS	264	-	-	2	45
	MS	265	-	-	-	-
	HS 35-72 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	-
2014	LS	244	-	-	3	41
	MS	246	1	1	1	2
	HS	883	-	-	-	-
	EHS	614	80	-	11	-
2013	LS	60	-	-	-	13
	MS	56	-	-	-	-
	HS	964	-	-	-	-
	EHS	708	149	-	6	-
2012	LS	57	-	-	1	7
	MS	60	-	-	1	1
	HS	966	-	-	-	-
	EHS	516	25	-	4	-
2011	LS	59	-	-	-	7
	MS	58	-	-	-	-
	HS	941	-	-	-	-

* 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	Harmonische 5 ^e : 1 overschrijding		
	Meetperiode: 22-09-2020 - 29-09-2020	Locatie: Urk	
	Grenswaarde H5 95%: 6%	Stedelijkheid: weinig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 6,52%	Klantaansluiting: huishoudelijk	
Wat gebeurde er? Bij een huishoudelijke laagspanningsklant in Urk, een plaats in de provincie Flevoland, vindt meerdere keren een overschrijding bij alle fasen op het gebied van de 5 ^e harmonische plaats. De meetwaarden per fase varieerden van 6,07% tot en met 6,52%.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? De spanning is sinusvormig 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. Er is nader onderzoek uitgevoerd. Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden. Verder blijken er geen spanningsklachten in de regio bekend te zijn.			
Wat was de oorzaak? Het onderzoek leert dat er een patroon in de overschrijding zit. Deze vindt namelijk herhaaldelijk plaats tussen 0 en 4 uur 's nachts. 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.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijdingen 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	Snelle spanningsvariatie: 1 overschrijding		
	Meetperiode: 27-07-2020 - 03-08-2020	Locatie: Tienhoven	
	Grenswaarde Plt 95%: 1	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,15	Klantaansluiting: huishoudelijk	
Wat gebeurde er? Bij een huishoudelijke laagspanningsklant in Tienhoven, een dorp in de provincie Utrecht, is een overschrijding op het gebied van snelle spanningsvariatie (Plt) geconstateerd bij één van de fases. Deze overschrijding heeft gedurende de meetperiode meerdere keren 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 zorgen voor irritatie bij klanten, bijvoorbeeld tijdens het lezen. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. Er is nader onderzoek uitgevoerd. Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder van de overschrijding heeft ondervonden. Verder blijken er geen spanningsklachten in de regio bekend te zijn.			
Wat was de oorzaak? Deze meetlocatie zit op ruim 700 meter vanaf een transformatorstation. Nadere analyse van de meetgegevens leert dat de overschrijdingen meestal tussen 19 uur en 22 uur 's avonds plaatsvonden. Het sterke vermoeden is dat elektrisch koken de oorzaak is, maar dit is niet met een meting aangetoond. Er is een hermeting uitgevoerd en hieruit blijkt het patroon nog aanwezig te zijn, maar ditmaal onder de grenswaarde te liggen.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijdingen op te lossen? Er zijn geen maatregelen genomen, mede omdat de klant geen hinder heeft ondervonden en de overschrijding tijdelijk van aard is geweest.			

MS Harmonische 6 ^e : 1 overschrijding			
	Meetperiode: 09-06-2020 - 16-06-2020	Locatie: Almere	
	Grenswaarde H6 99,9%: 0,75%	Stedelijkheid: matig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 0,93%	Klantaansluiting: industrieel	
Wat gebeurde er? Bij een industriële middenspanningsklant in Almere vindt op vrijdagnacht bij één fase een eenmalige en kortstondige stijging van de 6 ^e harmonische plaats. Deze stijging resulteert in een overschrijding van de 99,9% grenswaarde.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? De spanning is sinusvormig 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. Er is geen apparatuur beschadigd en geen hinder door aanwezigen opgemerkt. Dit laatste ook omdat de overschrijding vrijdagnacht is opgetreden.			
Wat was de oorzaak? Op en rond het moment van de overschrijding zijn geen bijzondere activiteiten door de netbeheerders of klanten uitgevoerd die als (mogelijke) oorzaak kunnen worden aangewezen. Wel blijkt uit een gesprek met de klant dat hij veel werkt met frequentiegestuurde motoren. Het vermoeden is dat deze de oorzaak zijn geweest. Er is een hermeting uitgevoerd. Analyse van deze meting leert dat er ditmaal geen verhoging van de harmonischen – en dus ook geen overschrijding - is opgetreden.			
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.			

HS Snelle spanningsvariatie: 1 overschrijdingen			
	Meetperiode: heel 2020	Locatie: Duiven	
	Grenswaarde Plt max: 5	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 7,29	Klantaansluiting: WKK	
Wat gebeurde er? Op de meetlocatie Duiven is in één meetweek een overschrijding geregistreerd op het gebied van snelle spanningsvariatie (Plt). De overschrijding vond eenmalig plaats op 24 juli om 9u10. De grenswaarde van dit verschijnsel is 5% en de meetwaarde van de overschrijding was 7,29.			
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 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. Verder blijkt uit onderzoek dat er geen spanningsklachten in de regio bekend zijn.			
Wat was de oorzaak? De overschrijding door Plt is veroorzaakt door een schakelhandeling in het voedende station. Deze schakelhandeling heeft geen dip veroorzaakt.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Gezien het eenmalige optreden zijn er geen maatregelen genomen. Mocht er in de toekomst opnieuw een overschrijding bij deze locatie worden gemeten, dan zal in overleg met de klant onderzoek gedaan worden naar de oorzaak en oplossingen.			

HS Spanningsasymmetrie: 19 overschrijdingen			
	Meetperiode: heel 2020	Meetlocatie: Rotterdam Waalhaven (HS095/096)	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 8,27% (HS095) 1,63% (HS096)	Klantaansluiting: grootverbruiker	
HS Snelle spanningsvariatie: 9 overschrijdingen			
#	Meetperiode: heel 2020	Meetlocatie: Rotterdam Waalhaven (HS095)	
	Grenswaarde Plt max: 5 Plt 95%: 1	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde Plt max: 5,3 Plt 95%: 4	Klantaansluiting: grootverbruiker	
Wat gebeurde er? Op de meetlocatie in Rotterdam Waalhaven overschrijdingen geregistreerd op het gebied van spanningsasymmetrie. Daarnaast zijn overschrijdingen geregistreerd op het gebied van snelle spanningsvariatie.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. Snelle spanningsvariatie kan verder leiden tot zogenaamde 'flikker'. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen ingegaan. Er zijn bij de landelijke netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.			
Wat was de oorzaak? Nader onderzoek naar de overschrijdingen heeft eerder het volgende opgeleverd: - Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door problemen in het meetcircuit. - Op de betreffende locaties zijn verder geen bronnen bij de klanten geïdentificeerd.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? In 2020 is een plan van aanpak opgesteld voor nader onderzoek. Inmiddels is een van de geplande parallelmetingen gerealiseerd conform toezegging. Deze meet sinds Q4 2020. In deze periode zijn er geen overschrijdingen bij de andere PQ meters geweest, waardoor er nu nog geen conclusies getrokken kunnen worden. In praktijk traden de eerdere overschrijdingen met name op in Q2 en Q3.			

EHS Spanningsasymmetrie: 3 overschrijdingen			
	Meetperiode: heel 2020	Locatie: Borssele(EHS001)	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,07%	Klantaansluiting: (centrale)	
Wat gebeurde er? In Q4 zijn overschrijdingen van de asymmetrie limiet gemeten			
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen ingegaan. Er zijn geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.			
Wat was de oorzaak? De vermoedelijke oorzaak is een combinatie van een onderhoudssituatie in het onderliggende 150kV net en de toename van windenergie in Zeeland.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? De netbeheerder is met een studie gestart om de overschrijdingen te analyseren en in te toekomst op te lossen. Daarbij wordt ook gekeken naar toekomstige netontwikkelingen in het gebied.			

Colofon

Project	Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2020
Projectnummer	MN001946
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Movares Nederland B.V.
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Dennis van der Born
Auteurs	Shonima Dewkali, Hans Wolse
Kenmerk	C24-DBO-KA-2100011/ Versie 1.0
Datum	23 april 2021
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Jenny Huttinga (woordvoerder) Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl