

Spanningskwaliteit in Nederland

Resultaten 2018

Versie: 1.0

Kenmerk: RA-ME-MVL-180009852

Datum: 26 april 2019

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 2018

Versie	Toelichting	Datum
0.9 (concept)	Ter review aangeboden leden werkgroep Spanningskwaliteit	26-03-2019
1.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking ontvangen reacties	26-04-2019

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Mick van der Vliet & Hans Wolse		25-04-2018
Gecontroleerd door	Tom Bogaert		26-04-2019
Vrijgegeven door	Rik Luiten		26-04-2019

Samenvatting

Tabel S.1 geeft een samenvatting van de meetresultaten over 2018. De tabel toont per netvlak het aantal uitgevoerde weekmetingen en laat zien bij hoeveel van deze metingen een overschrijding is opgetreden. Deze overschrijdingen zijn gesorteerd naar spanningsverschijnsel. Het komt voor dat binnen eenzelfde weekmeting overschrijdingen bij meerdere verschijnselen plaatsvinden.

Tabel S.1: Weekmetingen en overschrijdingen per spanningsverschijnsel, 2018

Net	Aantal meet-locaties	Aantal week-metingen	Weekmetingen met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
				Langzame spannings-variatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spannings-variatie	Harm-nischen
LS	266	266	52	-	-	1	5e: 1 15e: 50* 21e: 1*
MS	268	268	2	-	-	-	5e: 1 11e: 1
HS 50-66 kV	4	192	-	-	-	-	-
HS 110-150 kV	73	3423	20	1	19	10	-
EHS	17	834	-	-	-	-	-

* Alle overschrijdingen van de 15^e en 21^e harmonischen vervallen als getoetst wordt op de voorliggende aanpassing van de Europese norm EN 50160.

De metingen in het LS-, MS- en 50-66 kV HS-net zijn aselekt geselecteerd door middel van een steekproeftrekking. De resultaten worden statistisch vertaald naar landelijke proporties. Over 2018 kan met een betrouwbaarheid van 95% voor alle continue spanningsverschijnselen worden gesteld dat:

- Tussen de 75% en 85% van de LS-klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- Tussen de 96% en 100% van de MS-klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- Tussen de 97% en 100% van de 50-66 kV HS-klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

In het (E)HS-net worden klantaansluitingen gedurende het hele jaar bemeten. Over 2018 kan voor alle continue spanningsverschijnselen worden gesteld dat:

- 99% van de 110-150 kV HS-metingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- 100% van de 220-380 kV EHS-metingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Met behulp van boxplots zijn trendanalyses over de afgelopen 10 jaar uitgevoerd. Hieruit komt naar voren dat over het algemeen geen duidelijke trends aanwezig zijn. Voornaamste uitzondering hierop vormt een stijging van het spanningsniveau in het LS-net. Deze wordt vermoedelijk veroorzaakt door een toename van decentrale opwekkers.

Binnen het project worden ook spanningsdips geregistreerd. Bij het MS-net wordt dit met een continu meetsysteem op 200 stationslocaties gedaan die steekproefsgewijs zijn geselecteerd. Binnen het (E)HS-net worden dips op ruim 100 klantaansluitingen geregistreerd. Tabel S.2 toont per net het gemiddeld aantal geregistreerde hinderlijke spanningsdips. Het 50-66 kV HS-net is niet opgenomen omdat hier in 2018 geen hinderlijke spanningsdips zijn geregistreerd.

Tabel S.2: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips, 2018

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: 0,13 HS 110-150 kV: 0,08	MS: 0,40 HS 110-150 kV: 0,30	MS: 0,56 HS 110-150 kV: 0,12 EHS: geen	
5 > u	EHS: 0,06	EHS: geen		

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	4
1. Inleiding	5
2. Laagspanningsnet	6
2.1 Meetresultaten	6
2.2 Trendanalyses	8
3. Middenspanningsnet	11
3.1 Meetresultaten	11
3.2 Trendanalyses	12
3.3 Spanningsdips	15
4. Hoogspanningsnet	17
4.1 Meetresultaten	17
4.1.1 50-66 kV	17
4.1.2 110-150 kV	18
4.1.3 Trendanalyses	19
4.2 Spanningsdips	22
5. Extra hoogspanningsnet	24
5.1 Meetresultaten	24
5.2 Trendanalyses	25
5.3 Spanningsdips	28
Bijlagen	29
Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2009 – 2018	30
Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen	31
Colofon	41

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 doormiddel 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 netvlak in op de landelijke spanningskwaliteit in 2018. 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 | $\leq 1 \text{ kV}$ | |
| • Middenspanning (MS): | nominale spanning | $> 1 \text{ kV}$ | en $< 35 \text{ kV}$ |
| • Hoogspanning (HS): | nominale spanning | $\geq 35 \text{ kV}$ | en $\leq 150 \text{ kV}$ |
| • Extra Hoogspanning (EHS): | nominale spanning | $> 150 \text{ kV}$ | en $\leq 380 \text{ kV}$ |

Binnen het PQM-project vinden in zowel het LS- als MS-netvlak tenminste 250 weekmetingen plaats. Spanningsdips in het MS-netvlak worden geregistreerd op 200 stationslocaties met een continu meetsysteem. In het (E)HS-netvlak wordt er gebruik gemaakt van een continu meetsysteem dat de spanningskwaliteit bewaakt van ruim 90 klantaansluitingen.

Dit rapport is de rapportage zoals bedoeld in 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. Aanvullend wordt voor het MS en (E)HS-netvlak gerapporteerd over spanningsdips.

De volgende hoofdstukken richten zich op de presentatie van de meetresultaten en trends per netvlak. 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 verkrijgbaar via de website www.UwSpanningskwaliteit.nl. Op deze site worden ook de meetresultaten van alle individuele metingen die binnen dit project zijn uitgevoerd beschikbaar gesteld.

2. Laagspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de metingen die in het LS-net zijn uitgevoerd. Bij toetsing van de metingen zijn de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie en harmonische vervorming. Er zijn twee paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten en in de tweede wordt met behulp van boxplots de meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd.

2.1 Meetresultaten

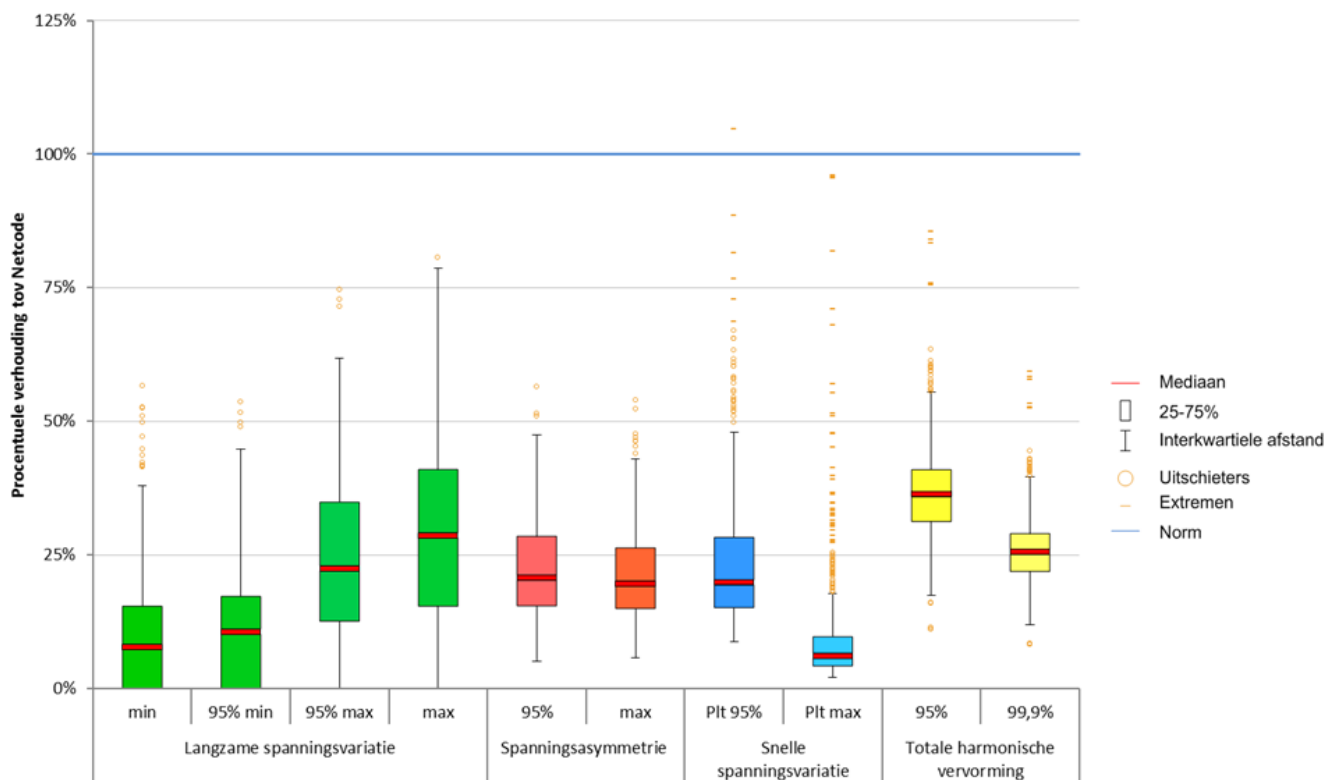
In 2018 zijn 266 weekmetingen uitgevoerd in het LS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen, zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in de maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege defecte meetapparatuur of ziekte van een meetspecialist. In 2018 zijn 95% van de metingen in de juiste maand gestart.

Tabel 2.1 geeft een overzicht weer van het aantal metingen en verschijnselen met overschrijdingen. Het is voorgekomen dat binnen een weekmeting overschrijdingen bij meerdere verschijnselen hebben plaatsgevonden. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2018 in het LS-net tussen de 75% en 85% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 2.1: Metingen en overschrijdingen LS, 2018

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen			
		Snelle spanningsvariatie	5 ^e harmonische	15 ^e harmonische	21 ^e harmonische
266	52	1	1	50	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 grenswaarde van de norm.



Figuur 2.1: Continue verschijnselen LS, 2018

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 binnen de subpopulatie 'matig stedelijk' heeft plaatsgevonden.

Tabel 2.2: Meetresultaten versus stedelijkheid LS, 2018

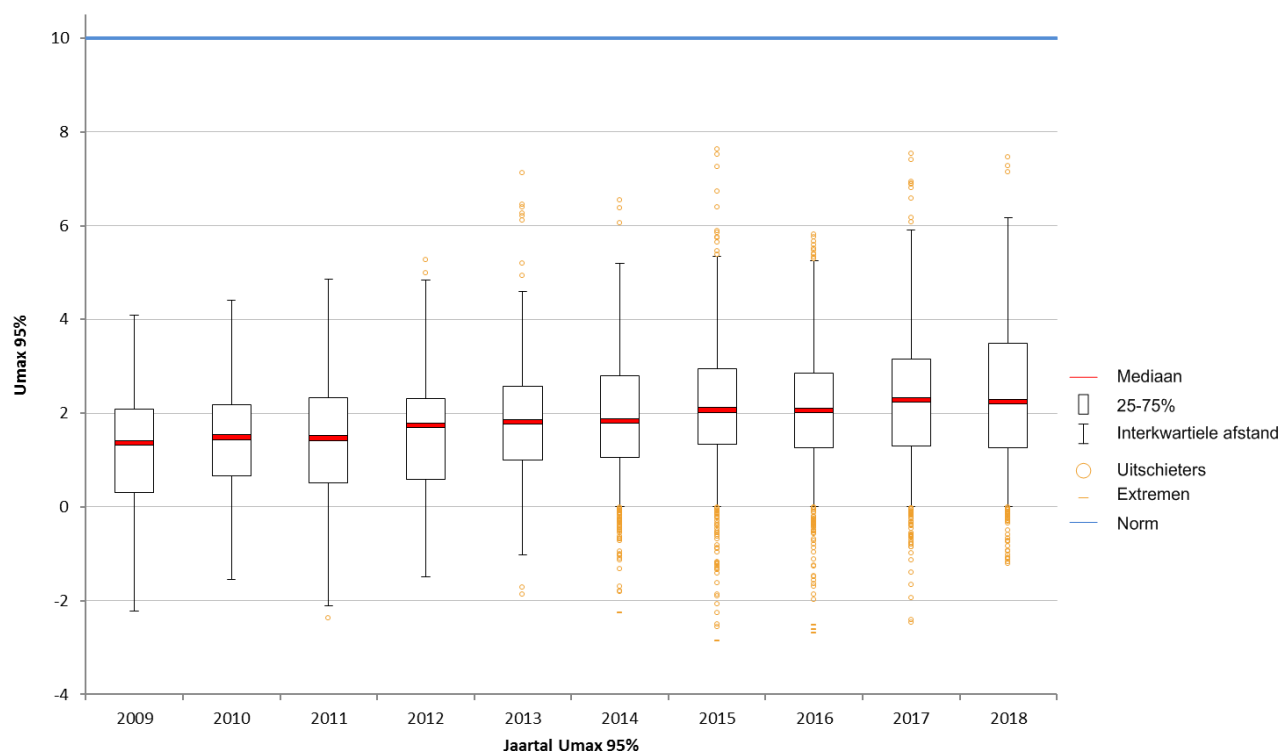
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
			Langzame spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonischen (incl. THD)
Zeer sterk	62	11	-	-	-	11
Sterk	64	11	-	-	-	11
Matig	53	13	-	-	1	13
Weinig	44	6	-	-	-	6
Niet	43	11	-	-	-	11
Totaal	266	52	-	-	1	52

2.2 Trendanalyses

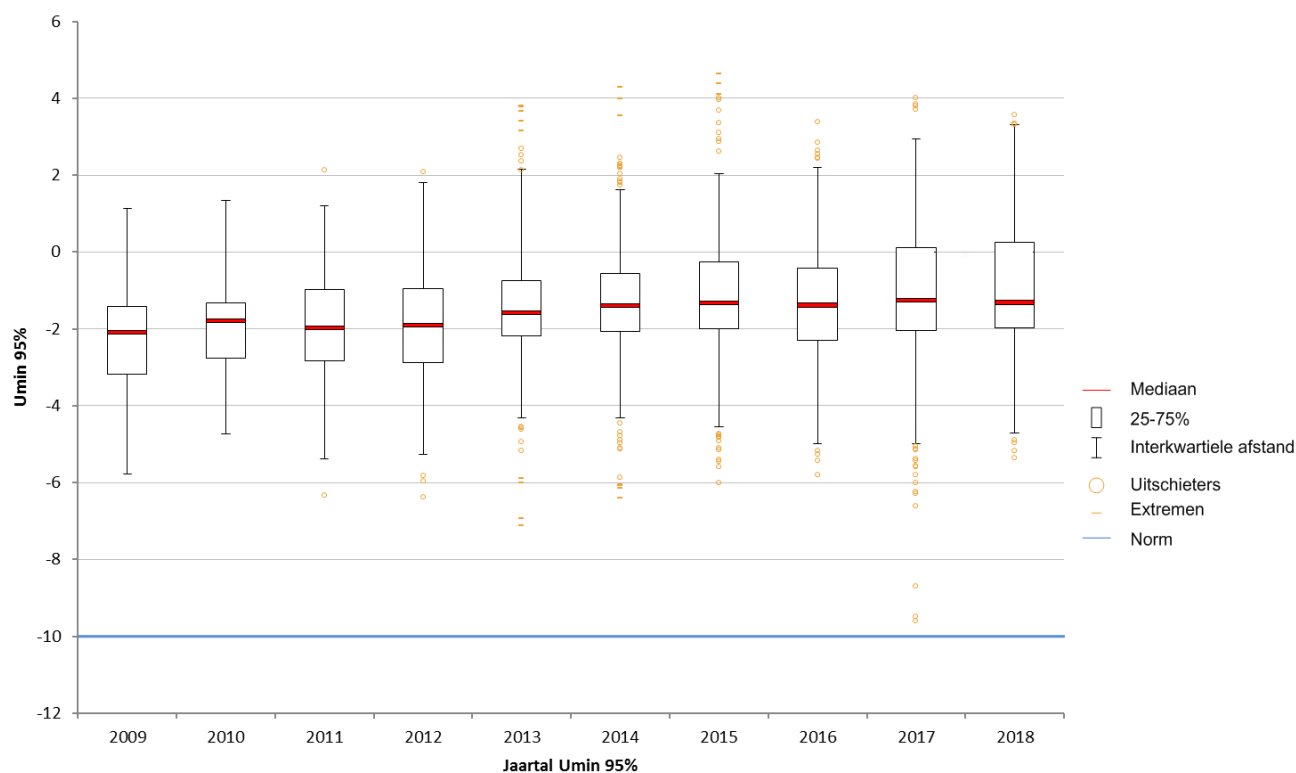
In deze paragraaf wordt de LS-meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan) en wordt gebruikt voor bepaling van een eventuele trend. Voor de analyse wordt bij alle verschijnselen 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. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. In het afgelopen decennium betreft de voornaamste wijziging binnen het LS-net een vergroting van de minimum steekproef van 50 naar 250 metingen. Opgemerkt wordt verder dat vanaf 2011 uitschieters en extremen zijn toegevoegd aan de trendanalyses. Voorheen werden deze achterwege gelaten.

Figuur 2.2 en figuur 2.3 tonen de trendanalyses van langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}). Uit beide figuren blijkt dat de meetresultaten alle jaren ruim voldoen aan de grenswaarde uit de norm. De mediaan laat sinds 2011 een licht stijgende trend zien die kan worden toegeschreven aan de toename van decentrale opwekkers in het LS-net. De netbeheerders houden deze trend nauwlettend in de gaten.

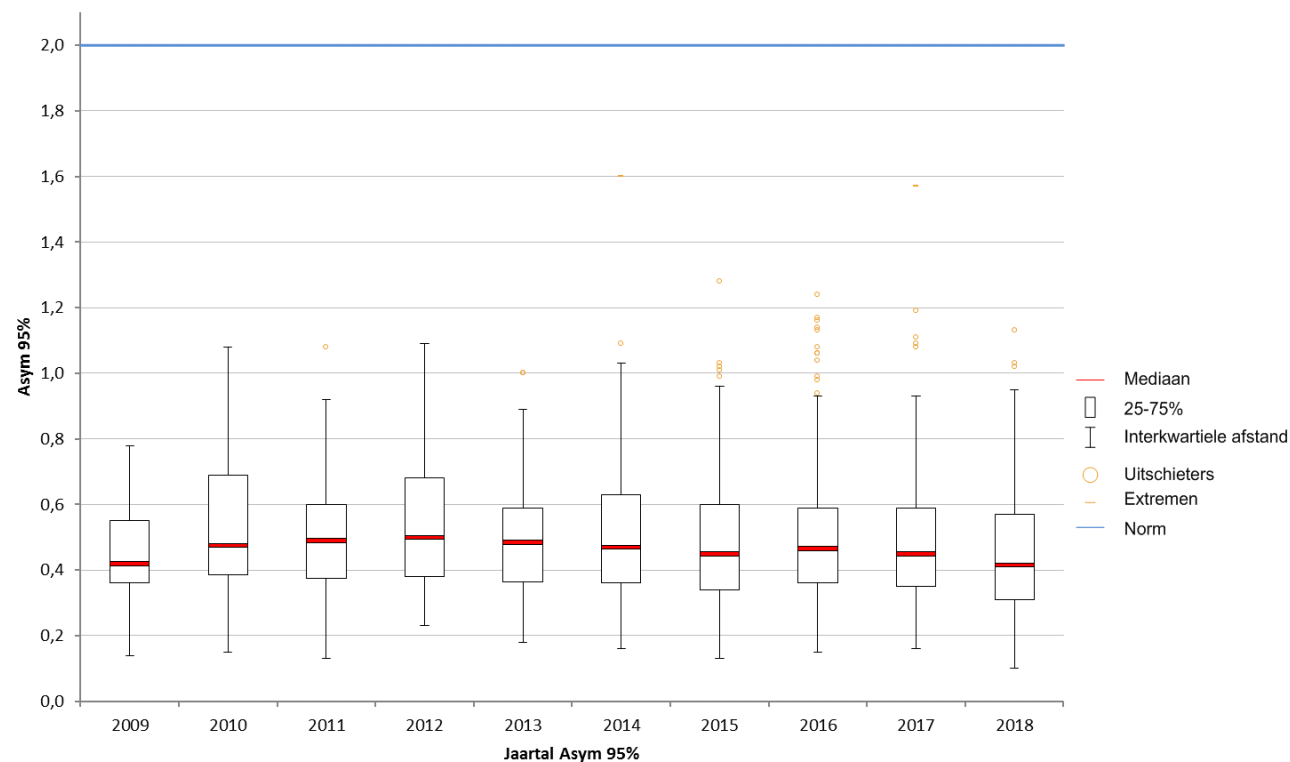


Figuur 2.2: Langzame spanningsvariatie U_{max} LS, 2009-2018



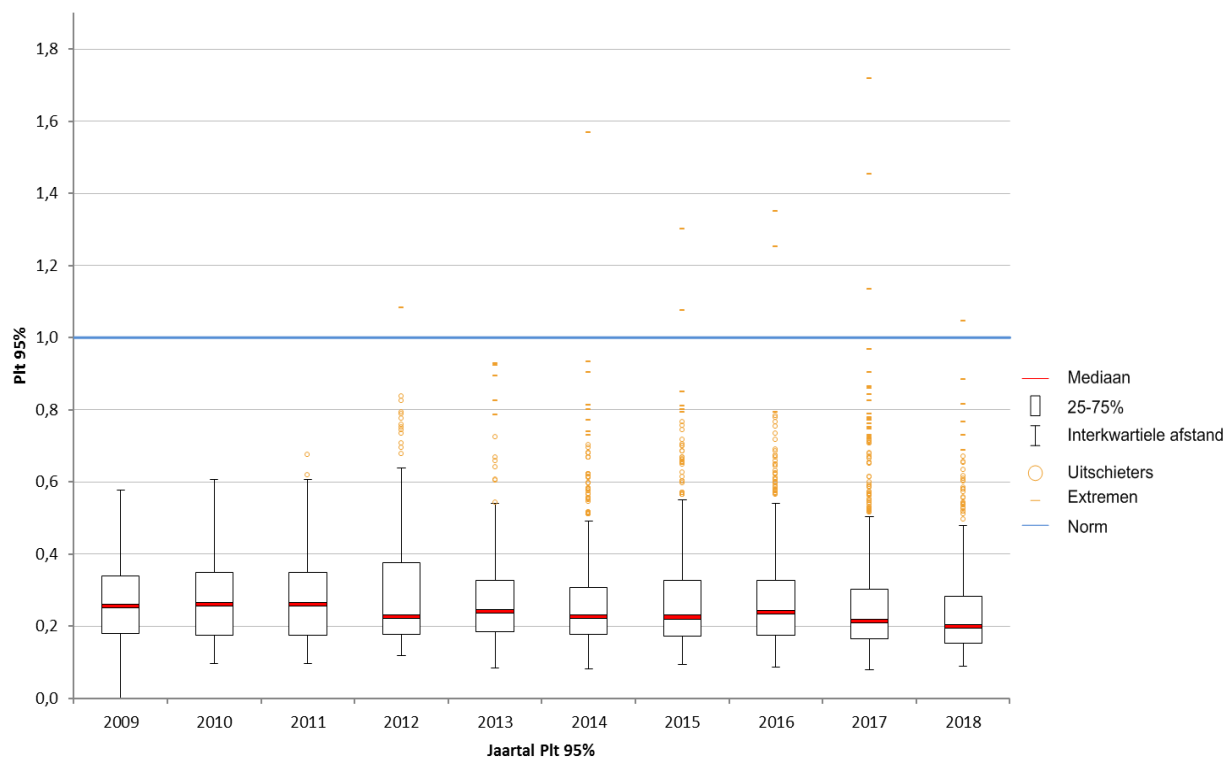
Figuur 2.3: Langzame spanningsvariatie $U_{min} LS$, 2009-2018

Figuur 2.4 laat de trendanalyse van spanningsasymmetrie zien. Uit het figuur blijkt dat de resultaten onder de grenswaarde uit de norm vallen. De mediaan fluctueert tussen 0,4 en 0,5%.



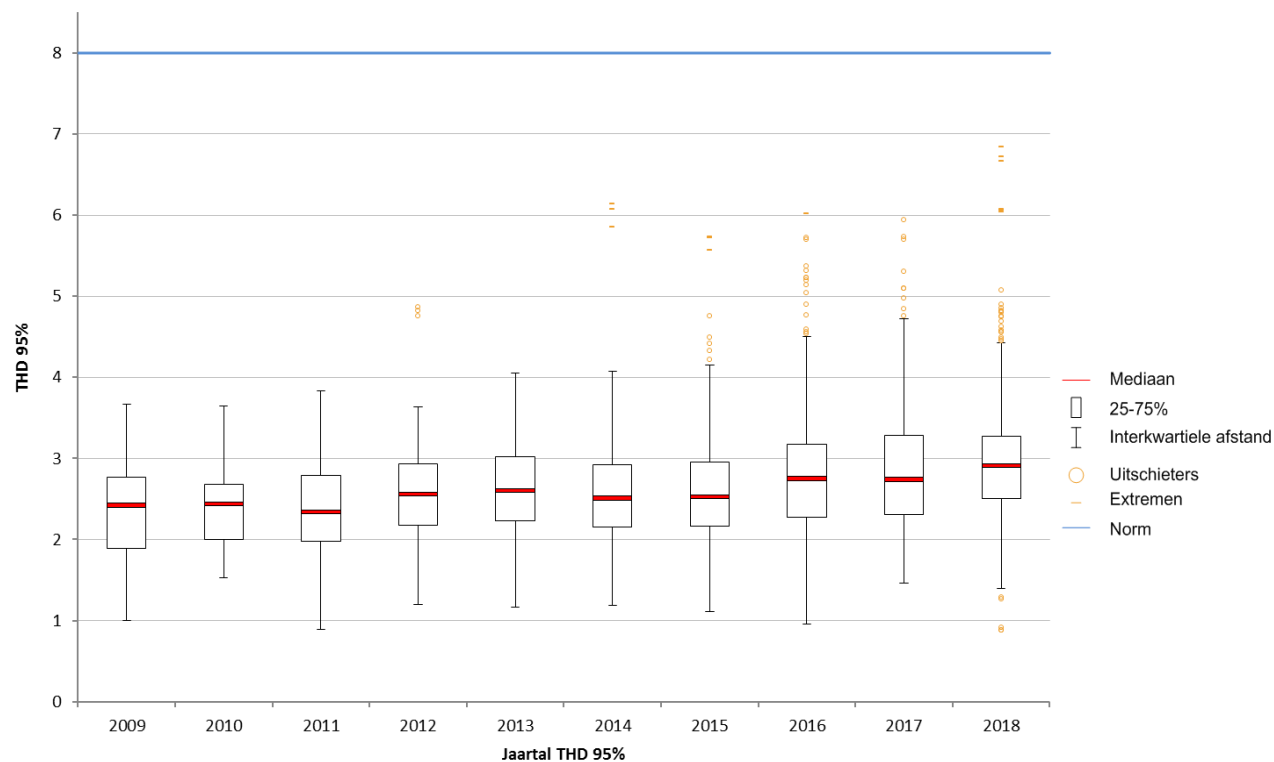
Figuur 2.4: Spanningsasymmetrie LS , 2009-2018

Figuur 2.5 is de trendanalyse van snelle spanningsvariatie weergegeven. Zichtbaar is dat een aantal extremen boven de norm (blauwe lijn) liggen. Er is geen trend aanwijsbaar. De mediaan fluctueert afgelopen tien jaar tussen 0,21 en 0,26.



Figuur 2.5: Snelle spanningsvariatie Plt LS, 2009-2018

Figuur 2.6 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit het figuur blijkt dat de resultaten van de afgelopen jaren voldoen aan de grenswaarde uit de norm. De mediaan schommelt tussen 2,3 en 2,9%.



Figuur 2.6: THD LS, 2009-2018

3. Middenspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de metingen die in het MS-net zijn uitgevoerd. Bij toetsing van de metingen zijn de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips. Er zijn drie paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten. In de tweede wordt met behulp van boxplots de meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over de geregistreerde spanningsdips gerapporteerd.

3.1 Meetresultaten

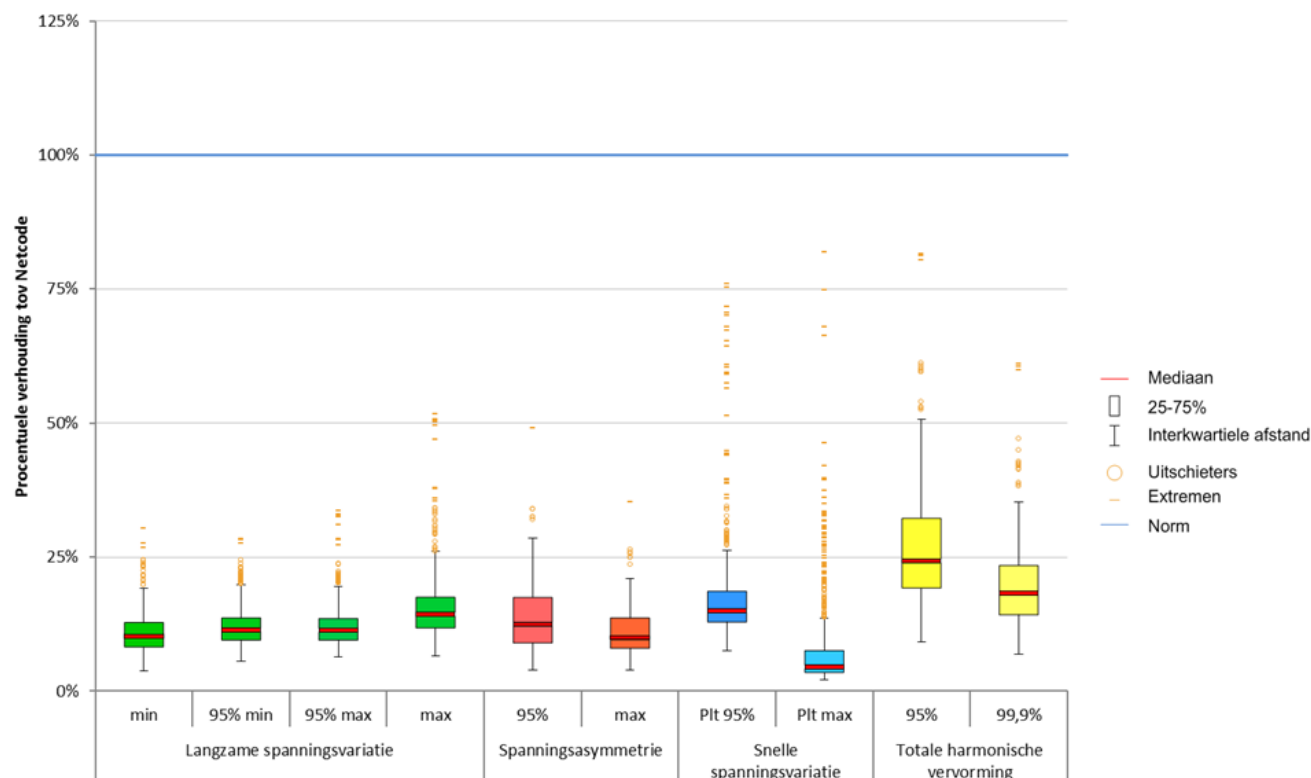
In 2018 zijn 268 weekmetingen uitgevoerd in het MS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen, zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in deze maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege onverhoopt defecte meetapparatuur of ziekte van een meetspecialist. In 2018 zijn 95% van de metingen in de juiste maand gestart.

Tabel 3.1 geeft een overzicht weer van het aantal metingen en verschijnselen met overschrijdingen. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2018 in het MS-net tussen de 96% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 3.1: Metingen en overschrijdingen MS, 2018

Weekmetingen	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen	
		5 ^e harmonische	11 ^e harmonische
268	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. Indien waarden hierbuiten vallen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. Het figuur laat zien dat de meetwaarden onder de norm liggen.



Figuur 3.1: Continue verschijnselen MS, 2018

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 binnen de subpopulatie 'niet stedelijk' hebben plaatsgevonden.

Tabel 3.2: Metingen versus stedelijkheid MS, 2018

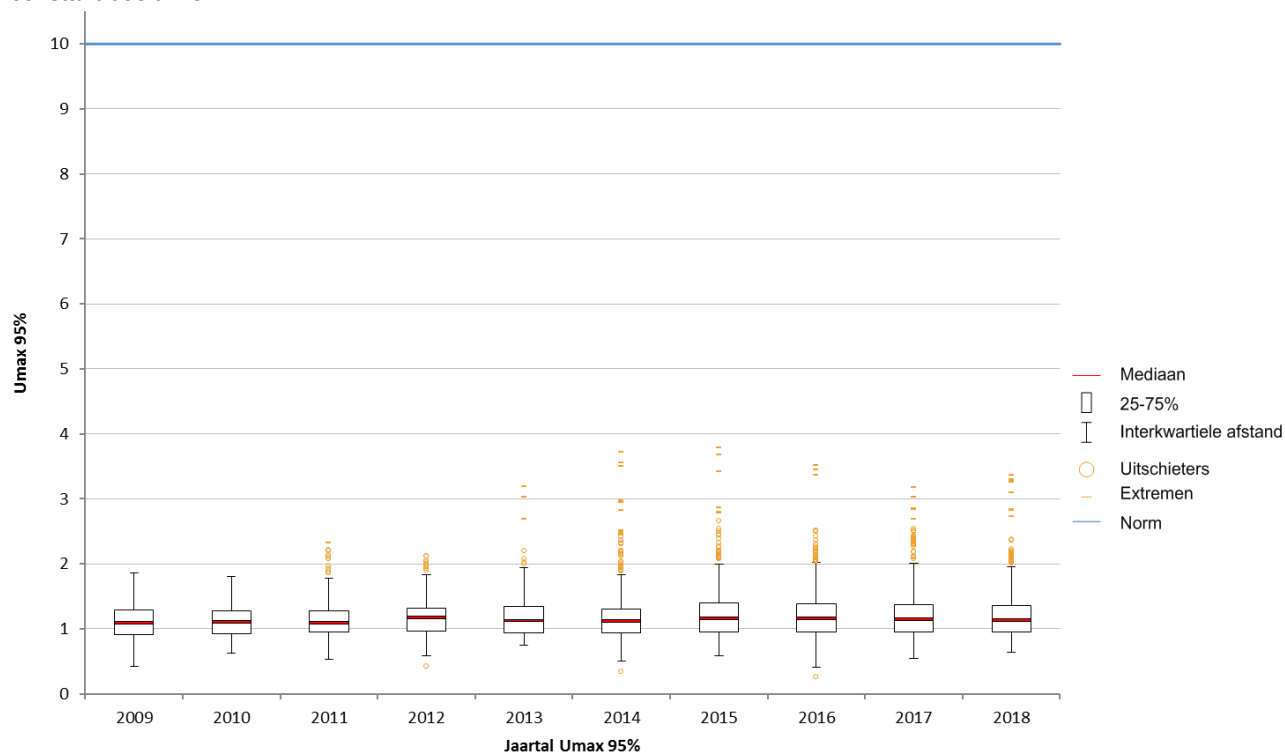
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Aantal met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
			Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie	Harmonischen (incl. THD)
Zeer sterk	35	-	-	-	-	-
Sterk	37	-	-	-	-	-
Matig	38	-	-	-	-	-
Weinig	63	-	-	-	-	-
Niet	95	2	-	-	-	2
Totaal	268	2	-	-	-	2

3.2 Trendanalyses

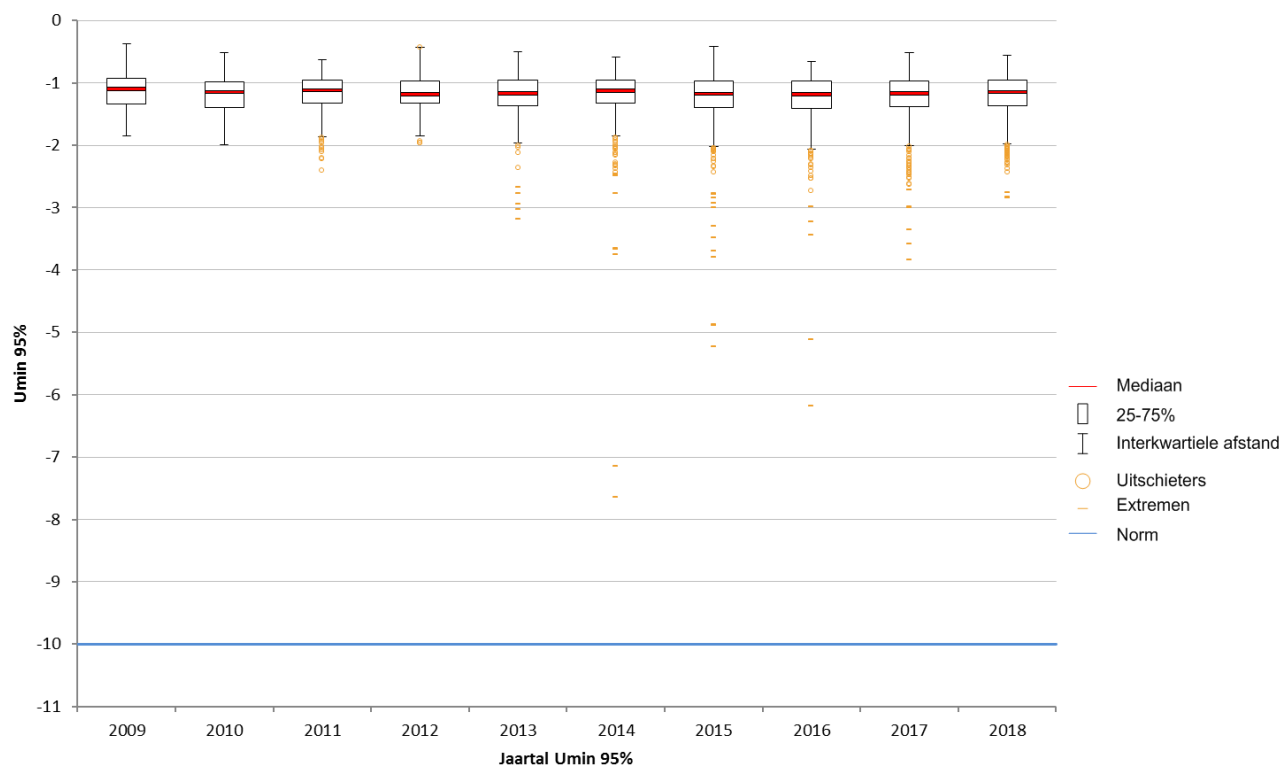
In deze paragraaf wordt de MS-meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. Van diverse verschijnselen is per jaar een boxplot samengesteld. De streep in het midden van de boxplots is de centrummaat (mediaan) en wordt gebruikt voor bepaling van een eventuele trend. Voor de analyse wordt bij alle verschijnselen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

Figuur 3.2 en figuur 3.3 tonen de trendanalyses van langzame spanningsvariatie (Umax en Umin). Uit beide figuren blijkt dat de meetresultaten ruim voldoen aan de grenswaarde uit de norm. Op basis van de mediaan laten de figuren een constant beeld zien.

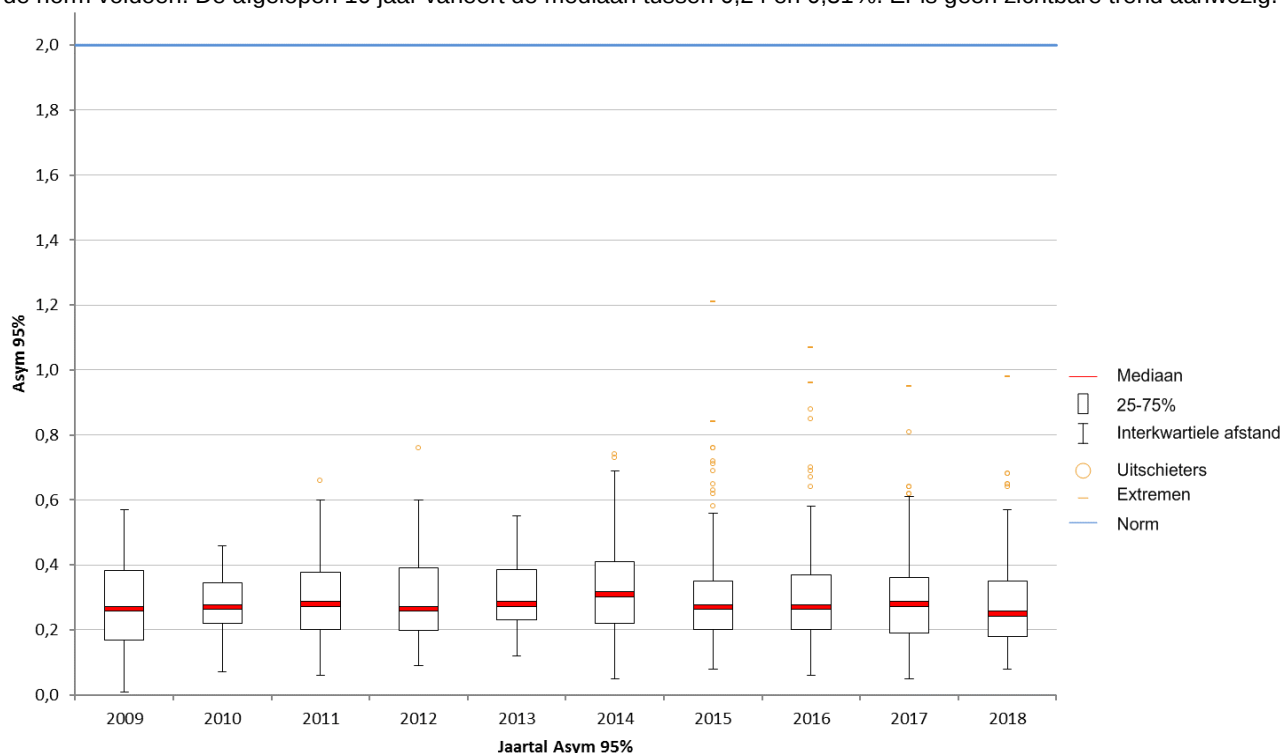


Figuur 3.2: Langzame spanningsvariatie Umax MS, 2009-2018



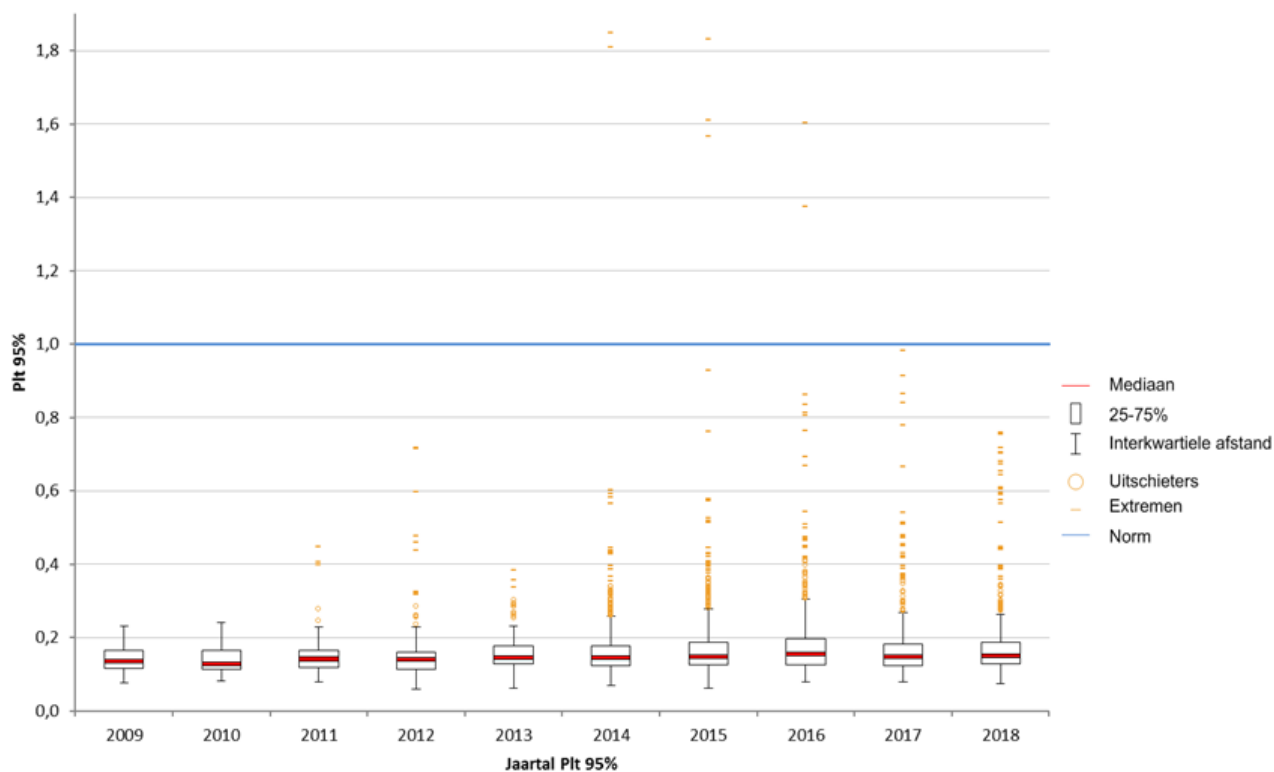
Figuur 3.3: Langzame spanningsvariatie Umin MS, 2009-2018

Figuur 3.4 toont de trendanalyse van spanningsasymmetrie. De figuur laat zien dat de meetwaarden doorgaans ruim aan de norm voldoen. De afgelopen 10 jaar varieert de mediaan tussen 0,24 en 0,31%. Er is geen zichtbare trend aanwezig.



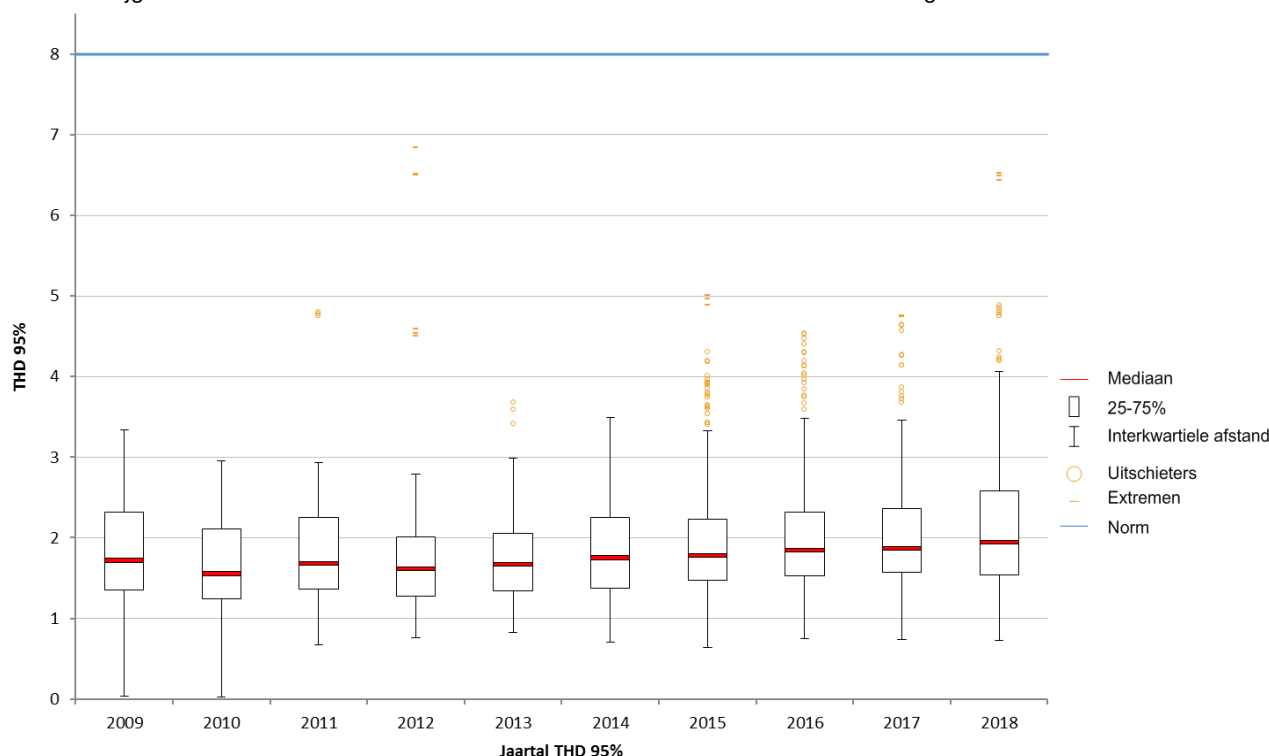
Figuur 3.4: Spanningsasymmetrie MS, 2009-2018

Figuur 3.5 bevat de trendanalyse van snelle spanningsvariatie (Plt). Uit het figuur blijkt dat de zogenaamde extremen in verschillende jaren boven de norm uitkomen. Dit betreft overschrijdingen. Een trend is bij dit verschijnsel niet zichtbaar. De afgelopen 10 jaar schommelt de mediaan tussen 0,12 en 0,16%.



Figuur 3.5: Snelle spanningsvariatie Plt MS, 2009-2018

Figuur 3.6 laat de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) zien. Uit het figuur blijkt dat de resultaten van de afgelopen tien jaar voldoen aan de norm. De mediaan varieert tussen 1,5% en 1,9%. De mediaan laat sinds 2012 een licht stijgende trend zien. De netbeheerders houden deze trend nauwlettend in de gaten.



Figuur 3.6: THD MS, 2009-2018

3.3 Spanningsdips

In het MS-net worden spanningsdips geregistreerd met een continu meetsysteem op 200 stationslocaties. Deze locaties zijn steekproefsgewijs geselecteerd en aselekt getrokken. De meters hebben in totaal 216 hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Voor de presentatie hiervan wordt gebruik gemaakt van de categorisatie uit tabel 3.3.

Tabel 3.3: Categorisatie van diptabel

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Cat. A		Cat. C	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40	Cat. B2			
40 > u ≥ 5		Cat. B1		
5 > u				

Categorie A betreft niet-hinderlijke spanningsdips en de categorieën B1, B2 en C vormen tezamen de hinderlijke spanningsdips. Spanningsdips in categorie A hebben over het algemeen weinig impact op de klantinstallatie. De klant kan eenvoudig zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen. De netbeheerders rapporteren binnen dit project over de hinderlijke dips. Hiervan zijn er in 2018 gemiddeld 1,08 per meting geregistreerd (optelsom B1, B2 en C).

In tabel 3.4 wordt het aantal spanningsdips per hinderlijke categorie weergegeven.

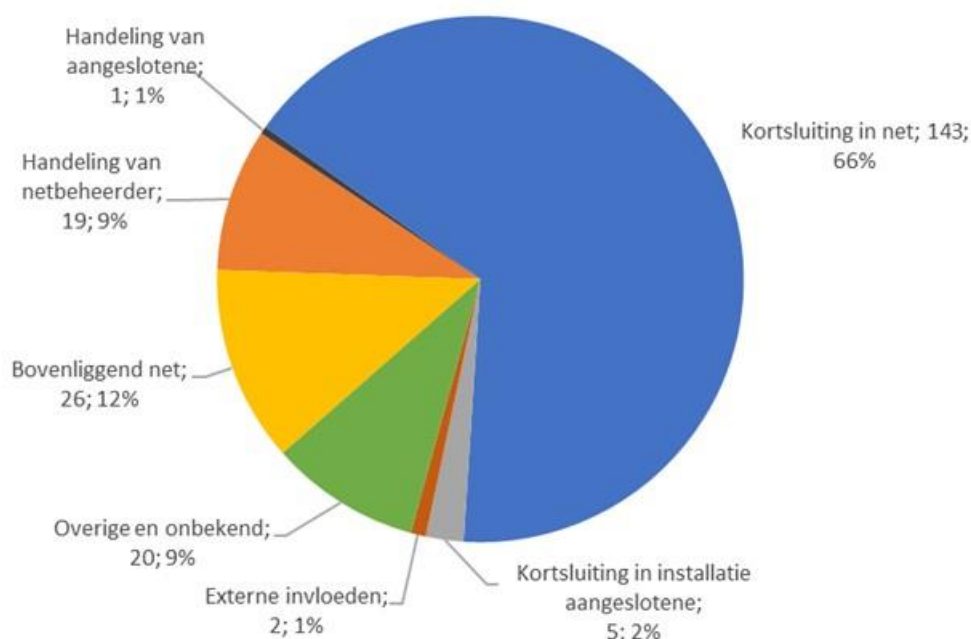
Tabel 3.4: Aantal hinderlijke spanningsdips MS, 2018

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Niet-hinderlijk		Gemiddeld: 0,56 Totaal: 111	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Gemiddeld: 0,13 Totaal: 26	Gemiddeld: 0,40 Totaal: 79		
5 > u				

In figuur 3.7 zijn de oorzaken van de geregistreerde 216 spanningsdips weergegeven. Uit de figuur blijkt dat een ruime meerderheid hiervan (66%) wordt veroorzaakt door een 'kortsluiting in het net'. Circa 12% is verder afkomstig uit het 'bovenliggend net'. Oorzaken van de rest van de spanningsdips zijn met name 'handeling van een netbeheerder' en 'overige en onbekend' (beide 9%).

Het komt regelmatig voor dat meerdere spanningsdips veroorzaakt zijn door een enkele gebeurtenis. Voor 2018 geldt in dit kader met grote waarschijnlijkheid dat:

- 25 van de dips met als oorzaak 'bovenliggend net' herleidbaar zijn naar 4 gebeurtenissen;
- 13 van de dips met als oorzaak 'kortsluiting in net' herleidbaar zijn naar 4 gebeurtenissen;
- 4 van de dips met als oorzaak 'handeling van netbeheerder' herleidbaar zijn naar 1 gebeurtenis;
- 4 van de dips met als oorzaak 'overige en onbekend' herleidbaar zijn naar 1 gebeurtenis;
- 2 van de dips met als oorzaak 'kortsluiting in installatie aangeslotene' herleidbaar zijn naar 1 gebeurtenis.



Figuur 3.7: Oorzaken hinderlijke spanningsdips MS, 2018

4. Hoogspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de spanningskwaliteitsmetingen die in het HS-net zijn uitgevoerd. Bij toetsing van de metingen zijn de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips. Er zijn drie paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten over 2018. In de tweede wordt met behulp van boxplots de meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over hinderlijke spanningsdips gerapporteerd.

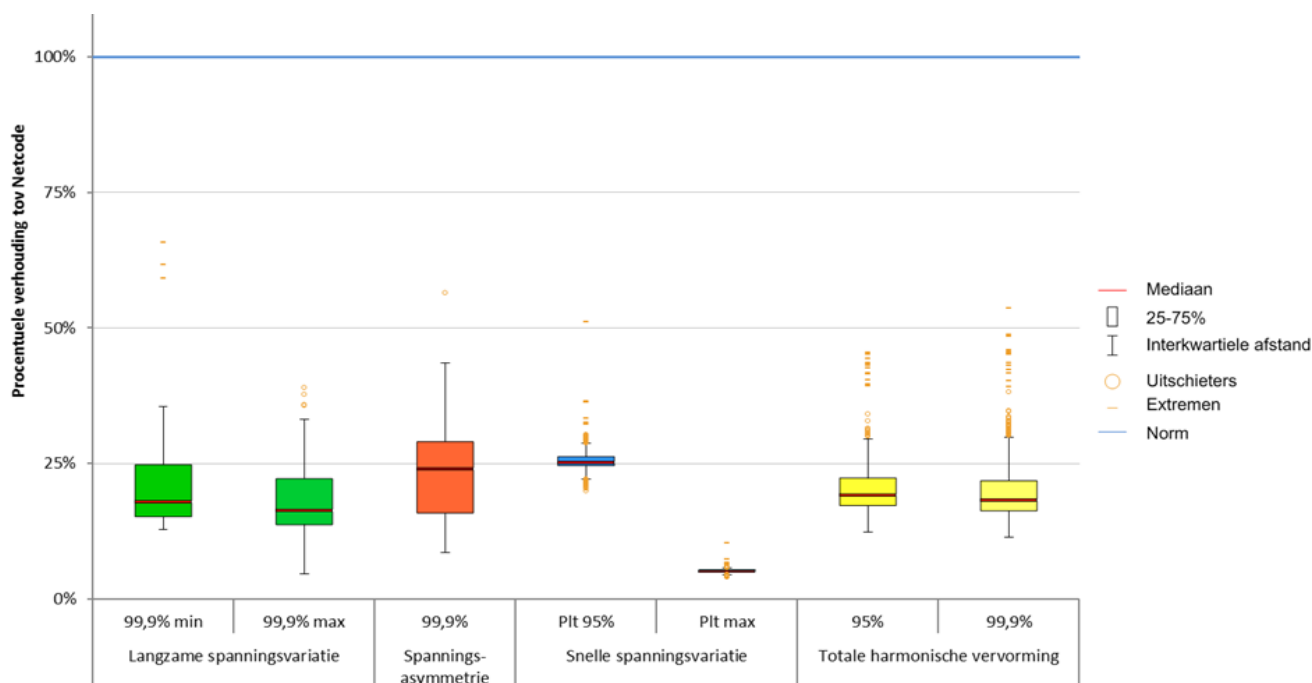
4.1 Meetresultaten

4.1.1 50-66 kV

In het 50-66 kV net – ook wel bekend als ‘regionaal hoogspanningsnet’ – is de spanningskwaliteit in 2018 op vier klantaansluitingen bewaakt. Deze betreffen een steekproef die historisch is bepaald. In totaal bevat het net ruim 25 klantaansluitingen. De regionale netbeheerders hebben besloten om in navolging van de landelijke netbeheerder over te gaan tot monitoring bij al deze klantaansluitingen. In 2018 zijn de eerste, nieuwe meters geïnstalleerd. Deze meters hebben in 2018 minder dan een half jaar gemeten en worden daarom niet meegenomen in deze rapportage.

In 2018 zijn in het 50-66 kV net 192 bruikbare weekmetingen uitgevoerd. Bij deze weekmetingen zijn geen overschrijdingen geconstateerd in 2018. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2018 in het 50-66 kV HS-net tussen de 98% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

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.



Figuur 4.1: Continue verschijnselen 50-66 kV HS, 2018

4.1.2 110-150 kV

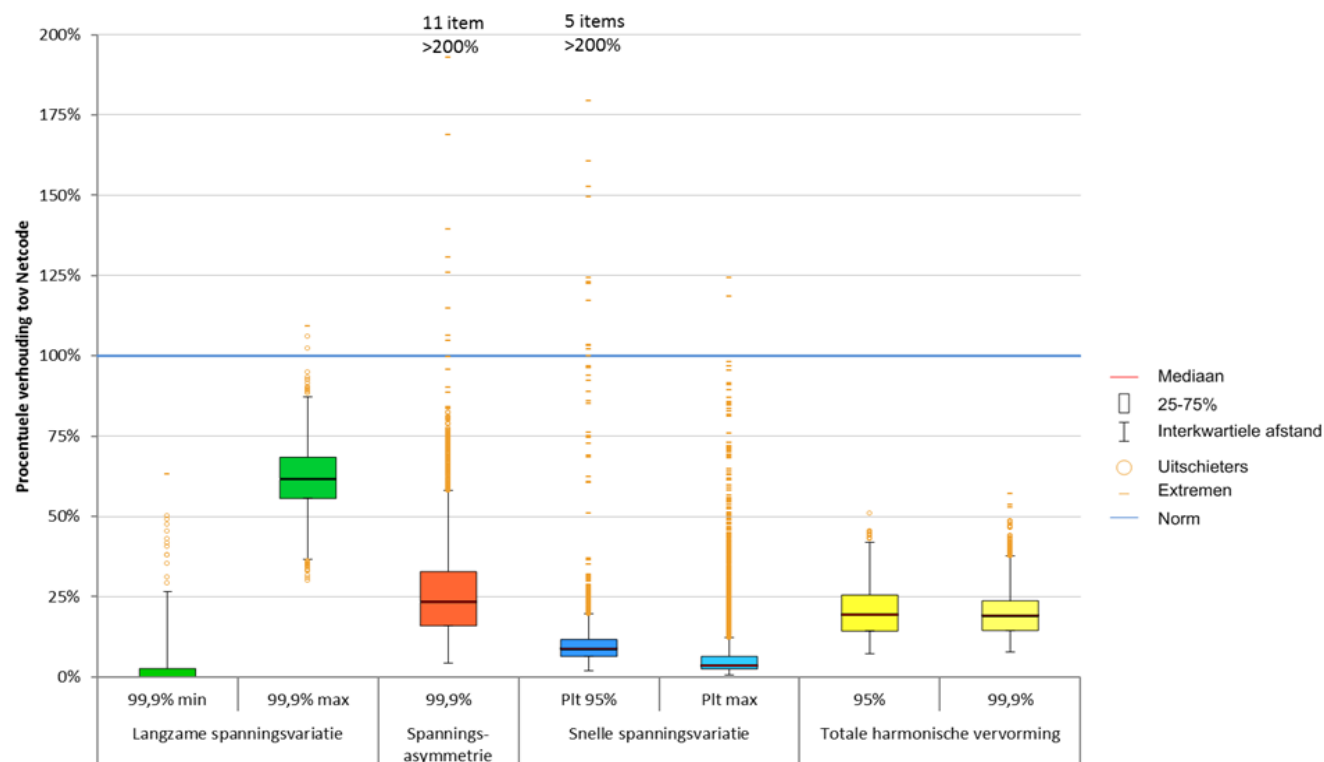
In het 110-150 kV HS-net wordt de spanningskwaliteit van elke klantaansluiting gemeten. In onderliggend rapport wordt alleen over meters met een beschikbaarheid van meer dan 50% gerapporteerd. In 2018 betrof dit voor het HS-net 73 meters. De meeste meters bewaken de spanningskwaliteit op de klantaansluiting. In sommige gevallen geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat een meter de kwaliteit op meerdere locaties monitort. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. Een lage beschikbaarheid wordt voornamelijk veroorzaakt door velden die uit bedrijf zijn. Soms spelen ook oorzaken als onderhoudswerkzaamheden bij klanten of problemen in de meetketen een rol. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De individuele meetresultaten van alle meters, dus ook die met een lage beschikbaarheid, worden beschikbaar gesteld via www.UwSpanningskwaliteit.nl.

In 2018 zijn 3423 bruikbare weekmetingen uitgevoerd in het 110-150 kV HS-net. Bij 20 van deze weekmetingen is tenminste één overschrijding geconstateerd. In de bijlage worden de overschrijding nader toegelicht. Tabel 4.1 bevat een samenvatting van het aantal metingen en overschrijdingen. Het komt voor dat binnen een weekmeting overschrijdingen van meerdere verschijnselen hebben plaatsgevonden. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2018 in het 110-150 kV HS-net 99% van de metingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.1: Metingen en overschrijdingen 110-150 kV HS, 2018

	Aantal	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
			Langzame spanningsvariatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spanningsvariatie
Weekmetingen	3423	20	1	19	10
Meters	73	4	1	3	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 doordat de uitschieters bij de desbetreffende verschijnselen boven de norm liggen.



Figuur 4.2: Continue verschijnselen 110-150 kV HS, 2018

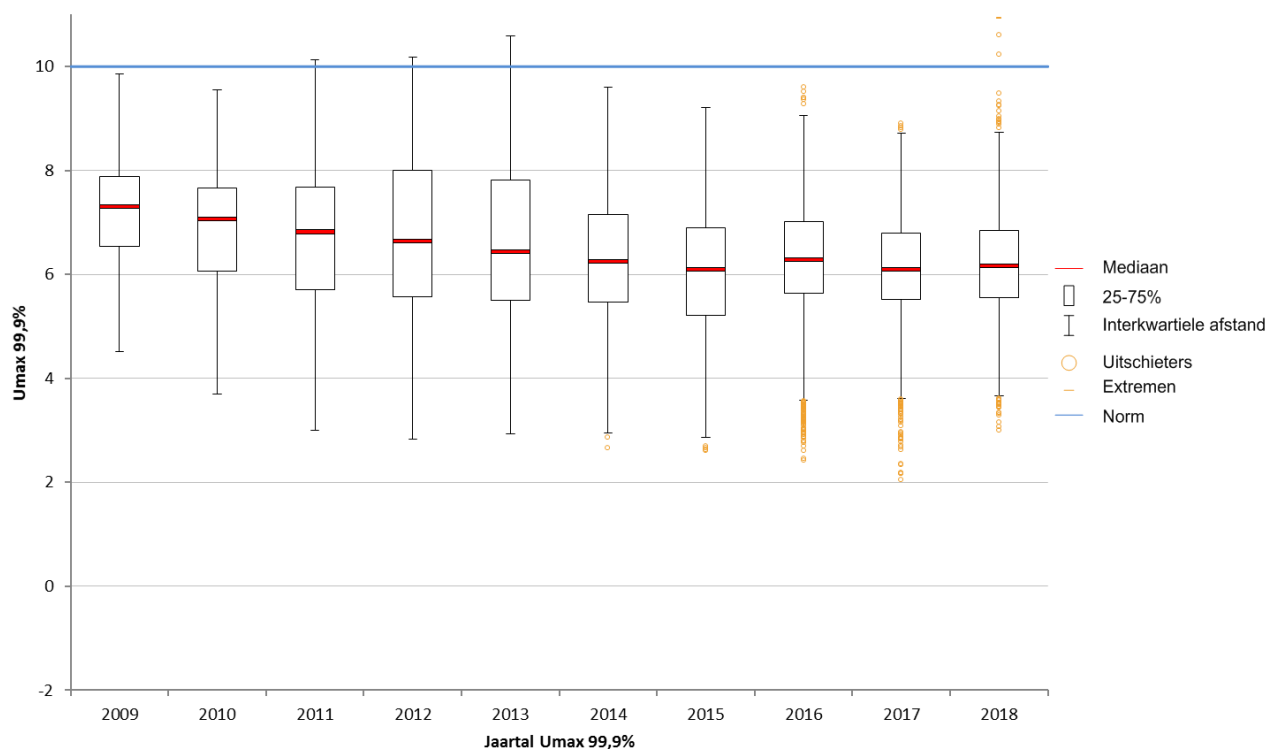
4.1.3 Trendanalyses

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) 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. Vanwege een te beperkte meterpopulatie is geen trendanalyse uitgevoerd voor het 50-66 kV HS-net.

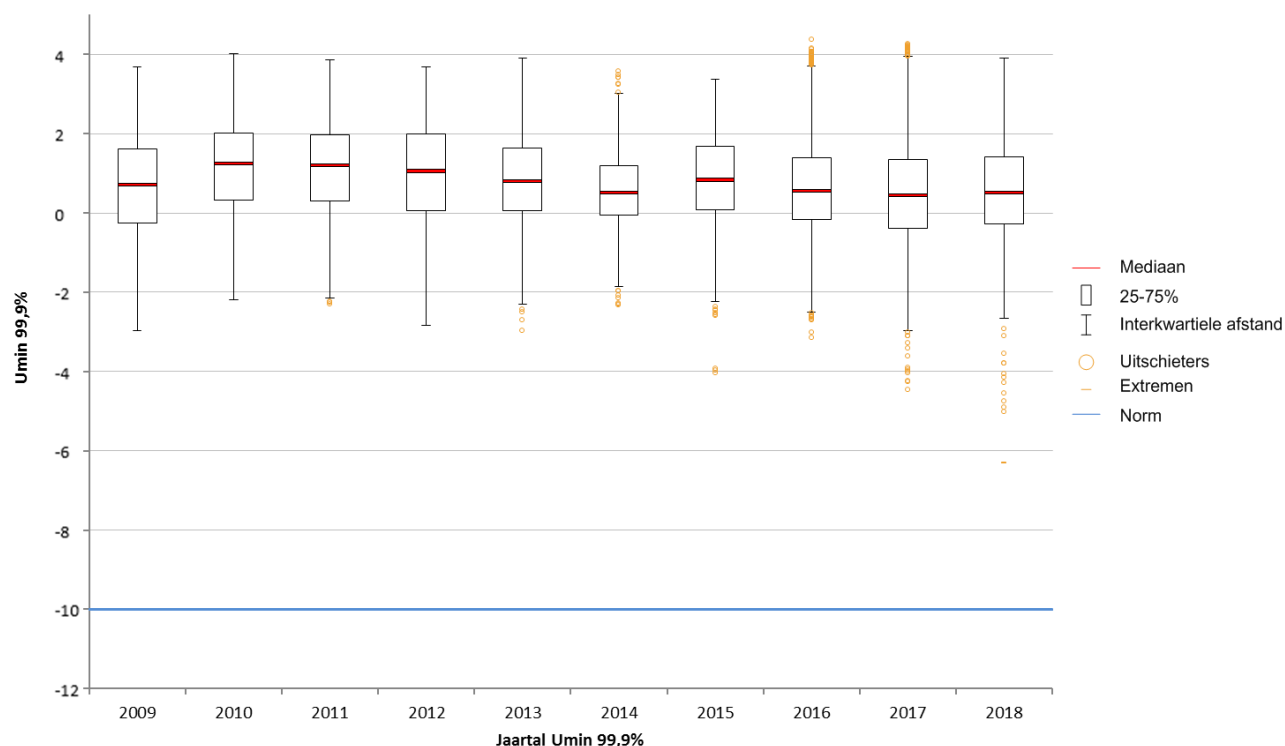
In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief van de netbeheerders, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. In het afgelopen decennium betreffen de voornaamste wijzigingen binnen het 110-150 kV HS-net:

- 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 worden opnieuw geïnstalleerd;
- 2017-2018: circa vijf meters zonder klantaansluiting worden uit de rapportagepopulatie verwijderd.

Figuur 4.3 en figuur 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. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. Op basis van de mediaan laten beide figuren in elk geval de laatste vijf jaar een constant beeld zien.

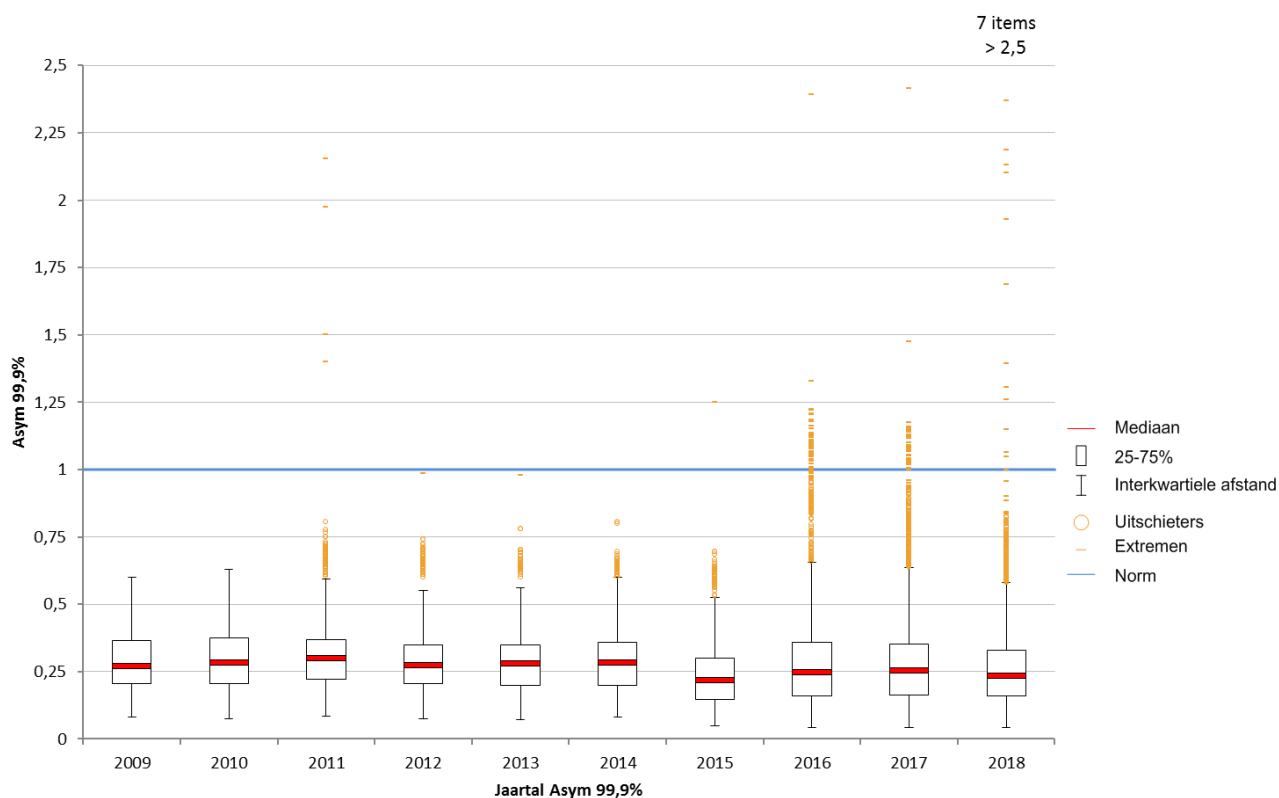


Figuur 4.3: Langzame spanningsvariatie U_{max} 110-150 kV HS, 2009-2018



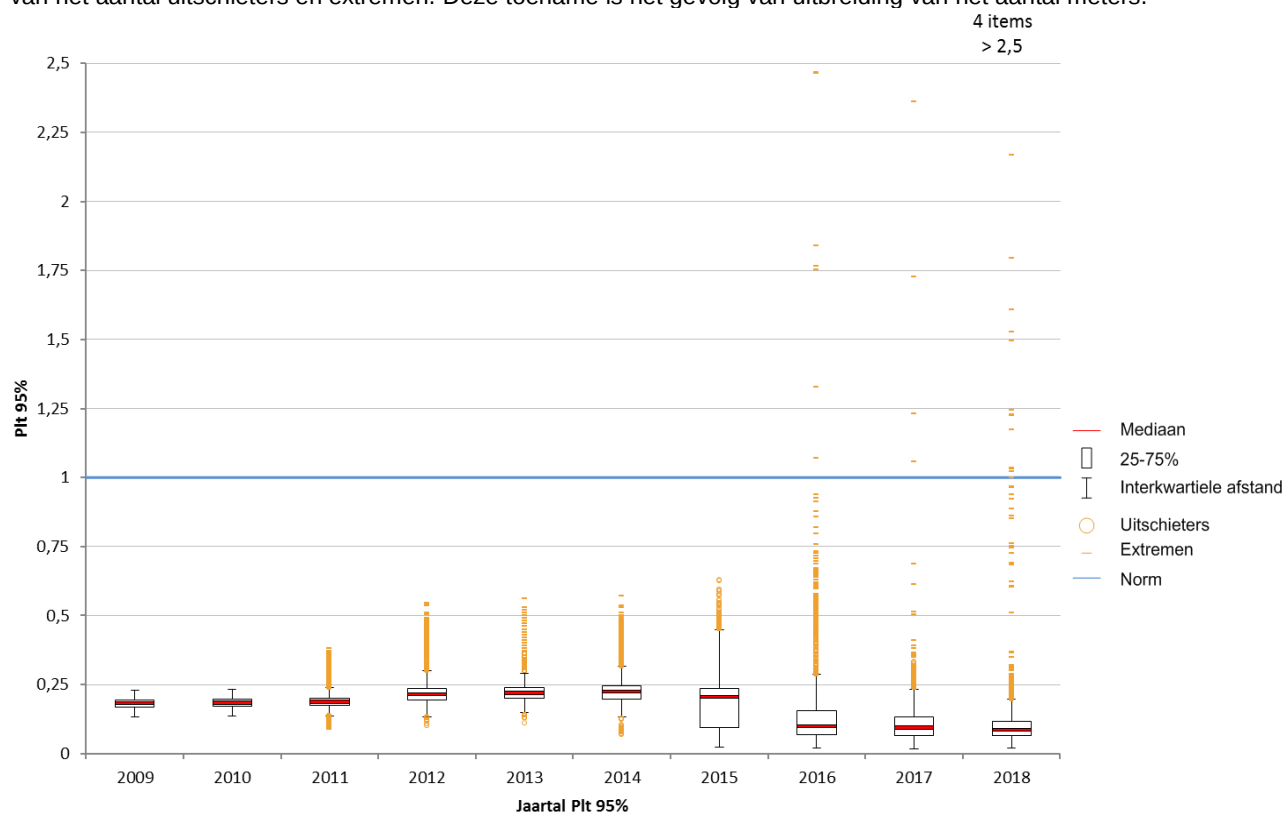
Figuur 4.4: Langzame spanningsvariatie Umin 110-150 kV HS, 2009-2018

Figuur 4.5 bevat de trendanalyse van spanningsasymmetrie. Het figuur laat de laatste jaren een toename van het aantal overschrijdingen zien. Deze toename is het gevolg van uitbreiding van het aantal meters. Nader onderzoek heeft uitgewezen dat de extremen en uitschieters in de afgelopen jaren grotendeels afkomstig zijn van twee klantaansluitingen in het zuiden van Nederland. Zie bijlage B voor een toelichting op de overschrijdingen in 2018.



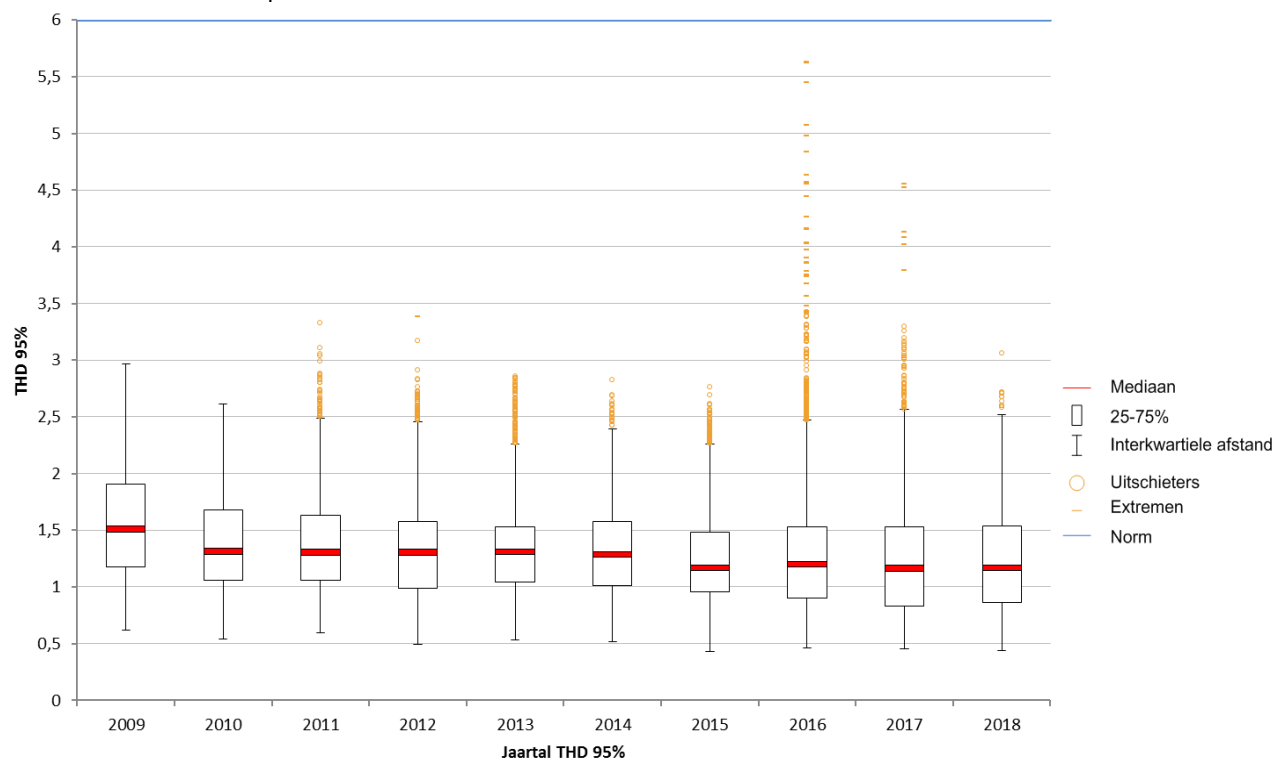
Figuur 4.5: Spanningsasymmetrie 110-150 kV HS, 2009-2018

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. Uit de figuur blijkt dat de boxplots tot en met 2015 voldoen aan de 95%-grenswaarde uit de norm (blauwe lijn). In de afgelopen jaren zien we een daling van de mediaan naar 0,1 en tegelijkertijd een toename van het aantal uitschieters en extremen. Deze toename is het gevolg van uitbreiding van het aantal meters.



Figuur 4.6: Snelle spanningsvariatie Plt 110-150 kV HS, 2009-2018

Figuur 4.7 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. Op basis van de mediaan is er verder een licht dalende trend zichtbaar.



Figuur 4.7: THD HS, 2009-2018

4.2 Spanningsdips

In het 50-66 kV HS-net is de spanningskwaliteit in 2018 met vier meters bewaakt. Bij geen van deze meters zijn geen hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Voor het 110-150 kV HS-net wordt in dit rapport over 73 meters gerapporteerd. Laatstgenoemde meters hebben in totaal 37 hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Voor de presentatie hiervan wordt gebruik gemaakt van de categorisatie uit tabel 4.2.

Tabel 4.2: Categorisatie van diptabel

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Cat. A		Cat. C	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Cat. B1	Cat. B2		
5 > u				

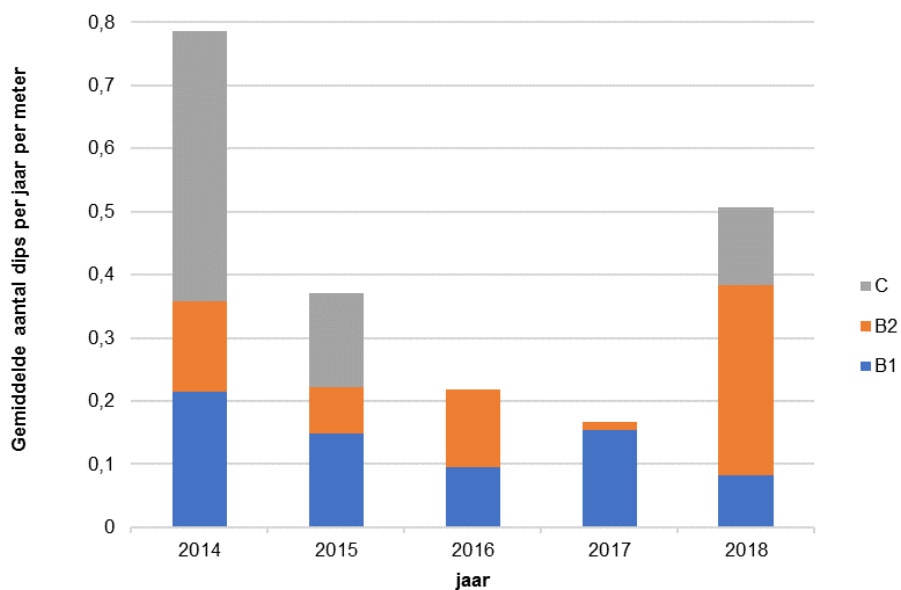
Categorie A betreft niet-hinderlijke spanningsdips en de categorieën B1, B2 en C vormen tezamen de hinderlijke spanningsdips. Spanningsdips in categorie A hebben over het algemeen weinig impact op de klantinstallatie. De klant kan eenvoudig zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen. De netbeheerders rapporteren binnen dit project over de hinderlijke dips. Hiervan zijn er in 2018 gemiddeld 0,51 per meting geregistreerd (optelsom B1, B2 en C). In tabel 4.3 wordt het aantal spanningsdips per hinderlijke categorie weergegeven.

Van de in totaal 37 hinderlijke spanningsdips is het merendeel veroorzaakt door een kortsluiting in het net (25 dips herleidbaar naar 6 gebeurtenissen). De tweede oorzaak betreft een handeling door de netbeheerder (11 dips herleidbaar naar 2 gebeurtenissen). Bij 1 dip is ondanks onderzoek geen eenduidige oorzaak achterhaald.

Tabel 4.3: Spanningsdips 110-150 kV HS, 2018

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Niet-hinderlijk		Gemiddeld: 0,12 Totaal: 9	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Gemiddeld: 0,08 Totaal: 6	Gemiddeld: 0,30 Totaal: 22		
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.



Figuur 4.8: Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips per locatie 110-150kV HS, 2014-2018

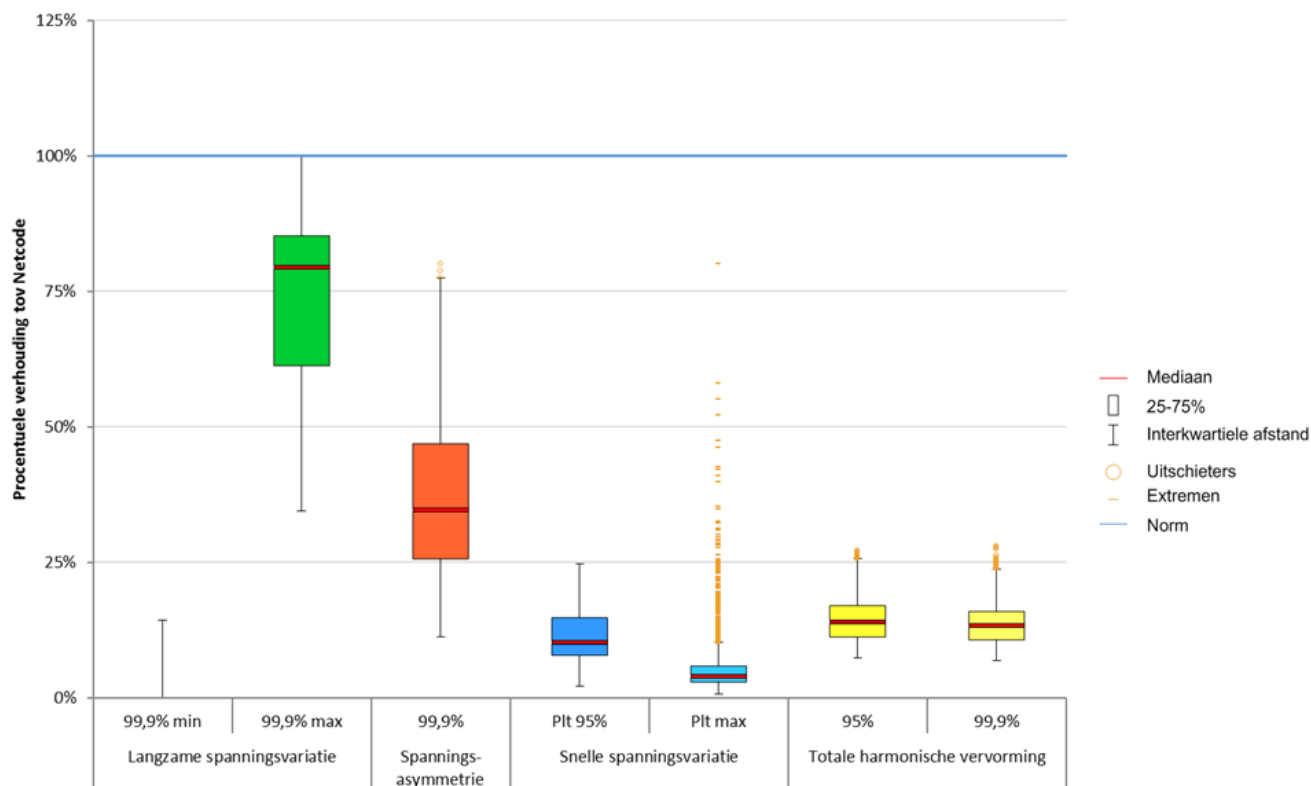
5. Extra hoogspanningsnet

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten en trendanalyses van de spanningskwaliteitsmetingen die in het EHS-net zijn uitgevoerd. Bij toetsing van de metingen zijn de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips. Er zijn drie paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten over 2018. In de tweede wordt de meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over spanningsdips gerapporteerd.

5.1 Meetresultaten

In EHS-net wordt de spanningskwaliteit van elke klantaansluiting gemeten. In onderliggend rapport wordt alleen over meters met een beschikbaarheid van meer dan 50% gerapporteerd. In 2018 betrof dit voor het EHS-net 17 meters. De meeste meters bewaken de spanningskwaliteit op de klantaansluiting. In sommige gevallen geldt dat een klantaansluiting door meerdere meters wordt bewaakt of juist dat een meter de kwaliteit op meerdere locaties monitort. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. Een lage beschikbaarheid wordt voornamelijk veroorzaakt door velden die uit bedrijf zijn. Soms spelen ook oorzaken als onderhoudswerkzaamheden bij klanten of problemen in de meetketen een rol. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De individuele meetresultaten van alle meters, dus ook die met een lage beschikbaarheid, worden beschikbaar gesteld via www.UwSpanningskwaliteit.nl. In 2018 zijn 834 weekmetingen uitgevoerd in het EHS-net. Bij geen van deze weekmetingen is een overschrijding geconstateerd.

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 figuur laat zien dat de meetresultaten van de verschijnselen aan de norm voldoen.



Figuur 5.1: Continue verschijnselen EHS, 2018

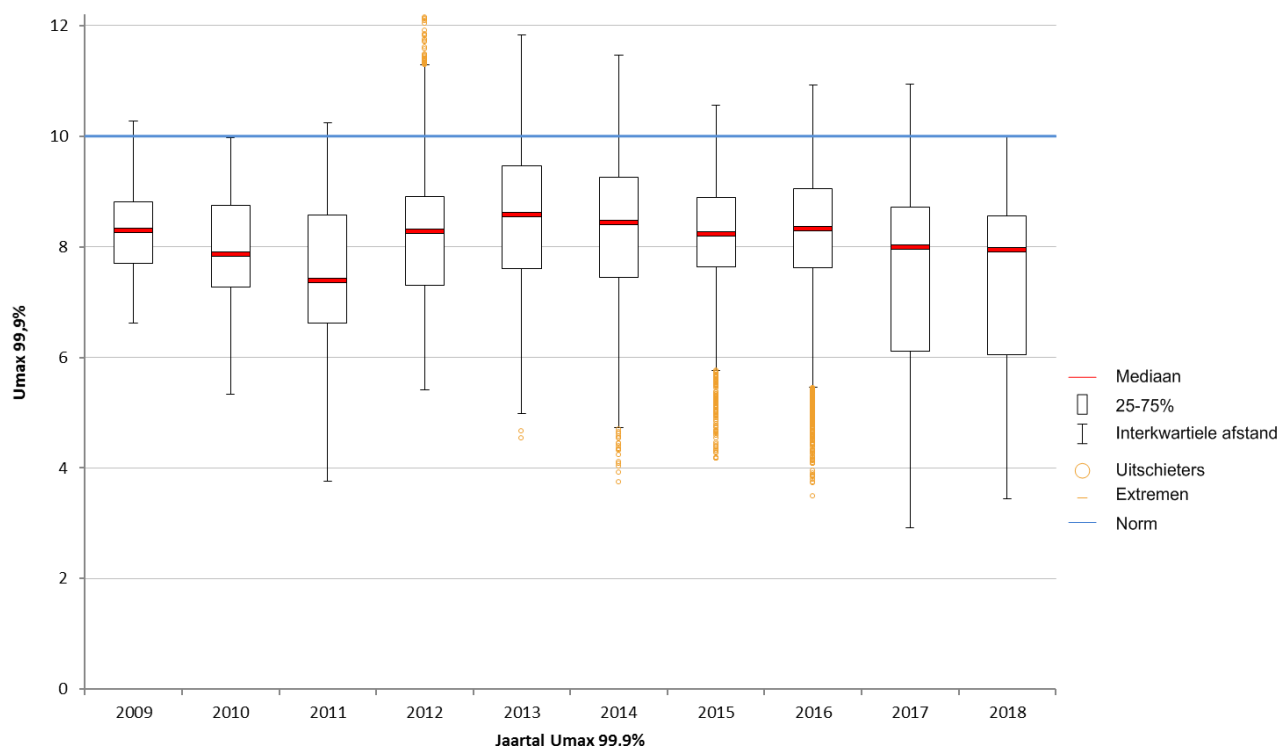
5.2 Trendanalyses

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.

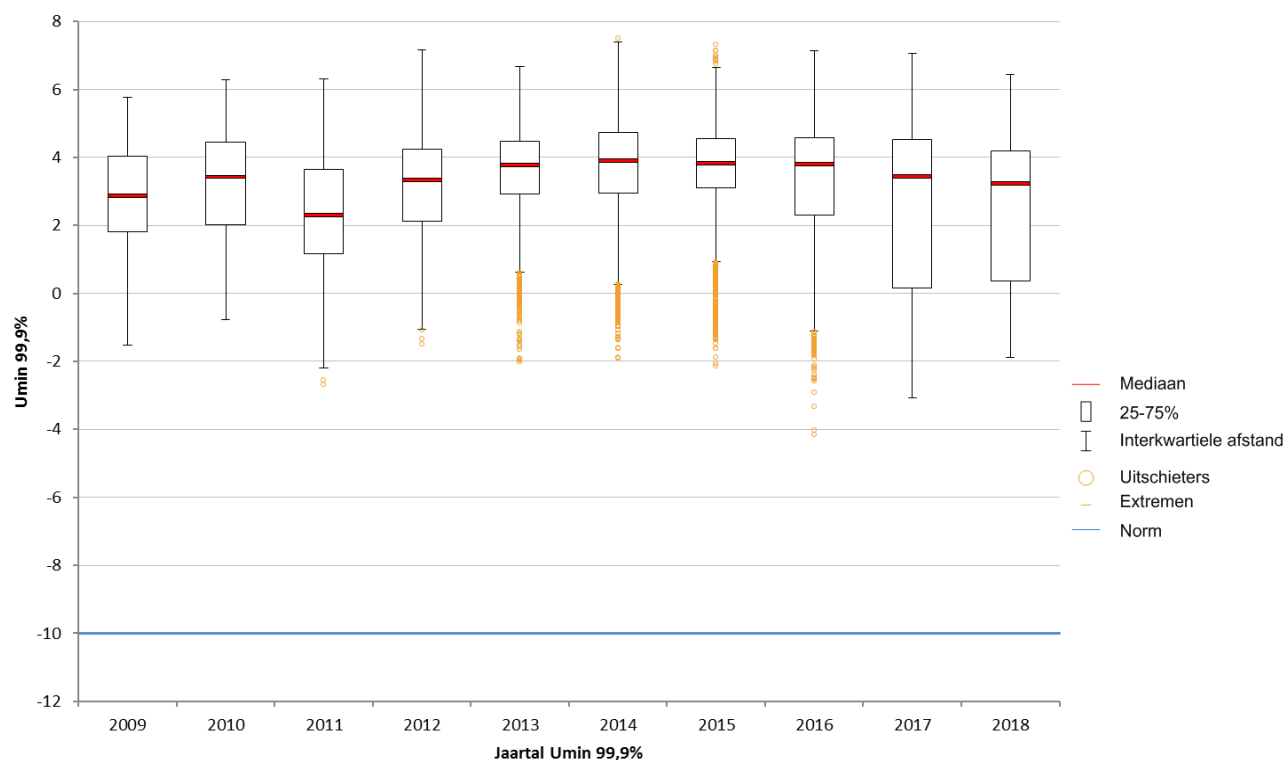
In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van klanten of de toezichthouder. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. In het afgelopen decennium betreffen de voornaamste wijzigingen binnen het EHS-net:

- 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 worden opnieuw geïnstalleerd;
- 2017: zes projectmeters zonder klantaansluiting worden uit de rapportagepopulatie verwijderd.

Figuur 5.2 en figuur 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. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De mediaan laat in beide figuren geen eenduidige trend zien.

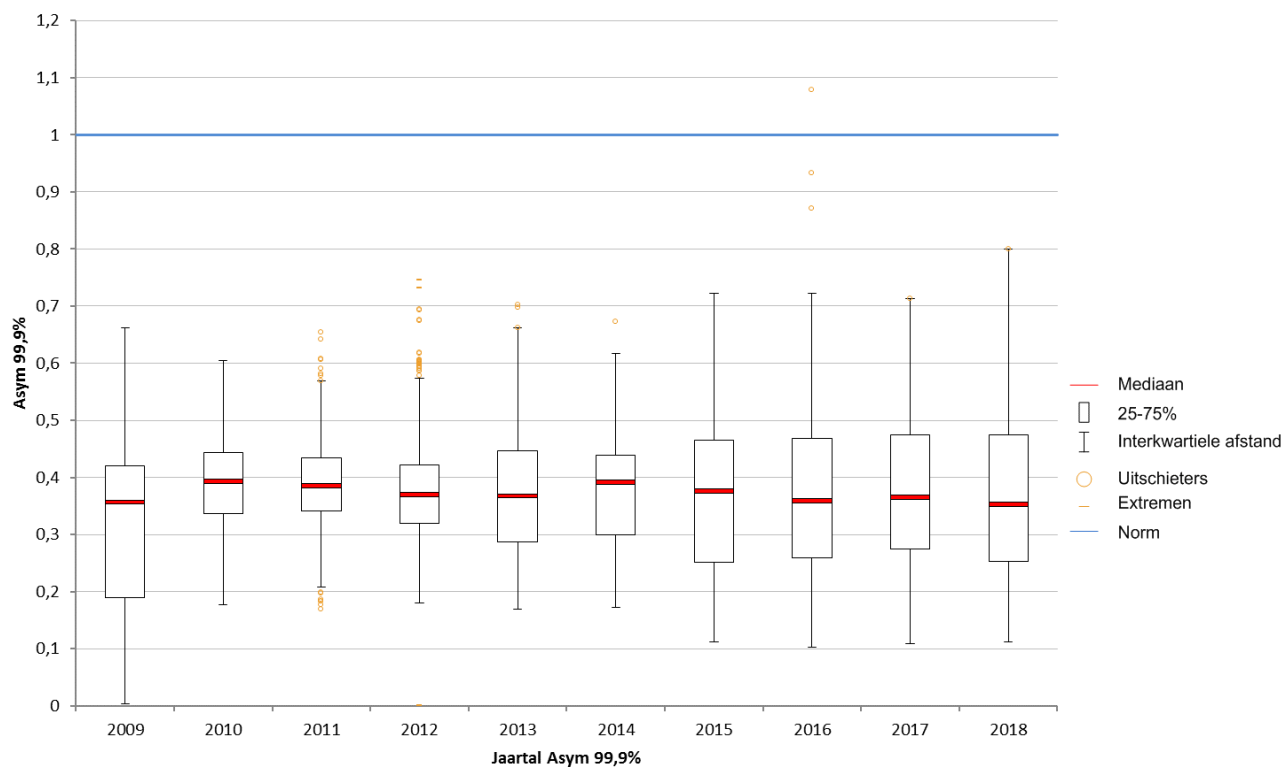


Figuur 5.2: Langzame spanningsvariatie U_{max} EHS, 2009-2018



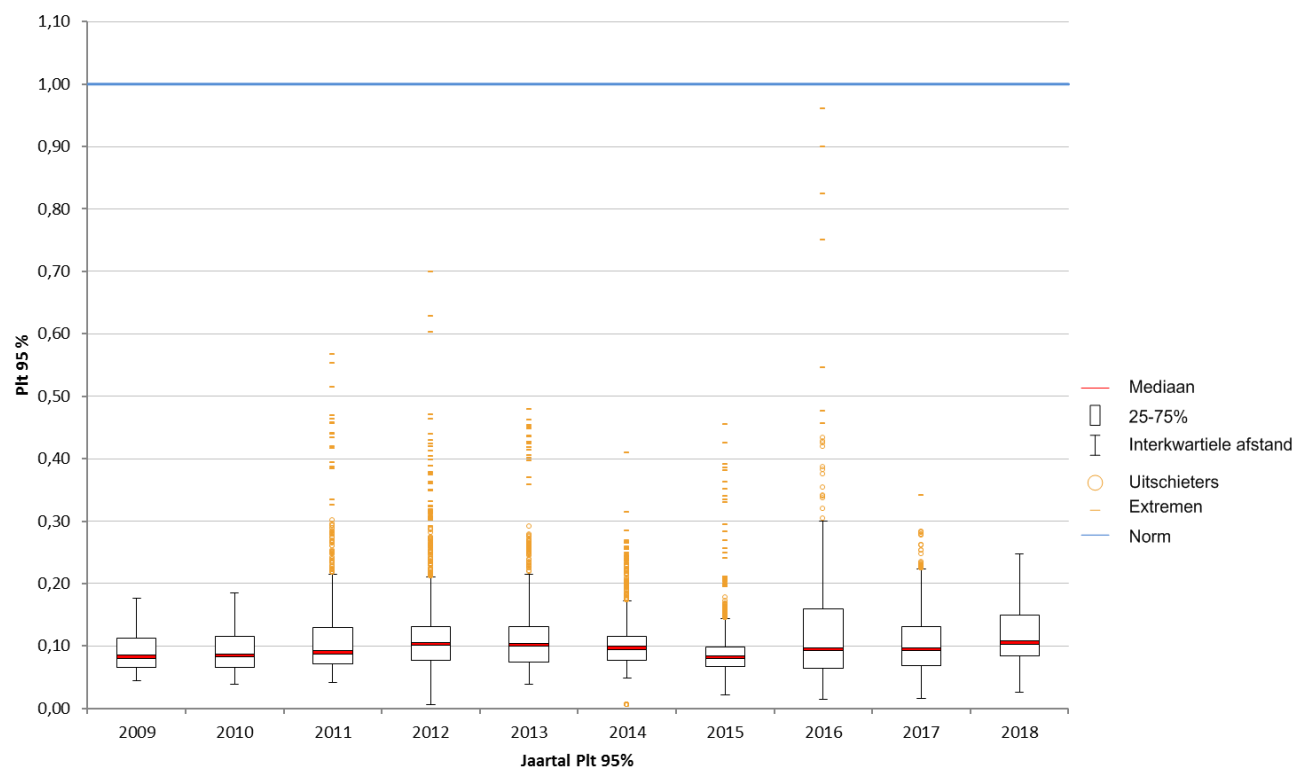
Figuur 5.3: Langzame spanningsvariatie U_{min} EHS, 2009-2018

Figuur 5.4 laat de trendanalyse van spanningsasymmetrie zien. Uit het figuur blijkt dat de resultaten met uitzondering van 2016 voldoen aan de norm. De mediaan varieert tussen de 0,35% en 0,4%. Er is geen eenduidige trend waarneembaar.



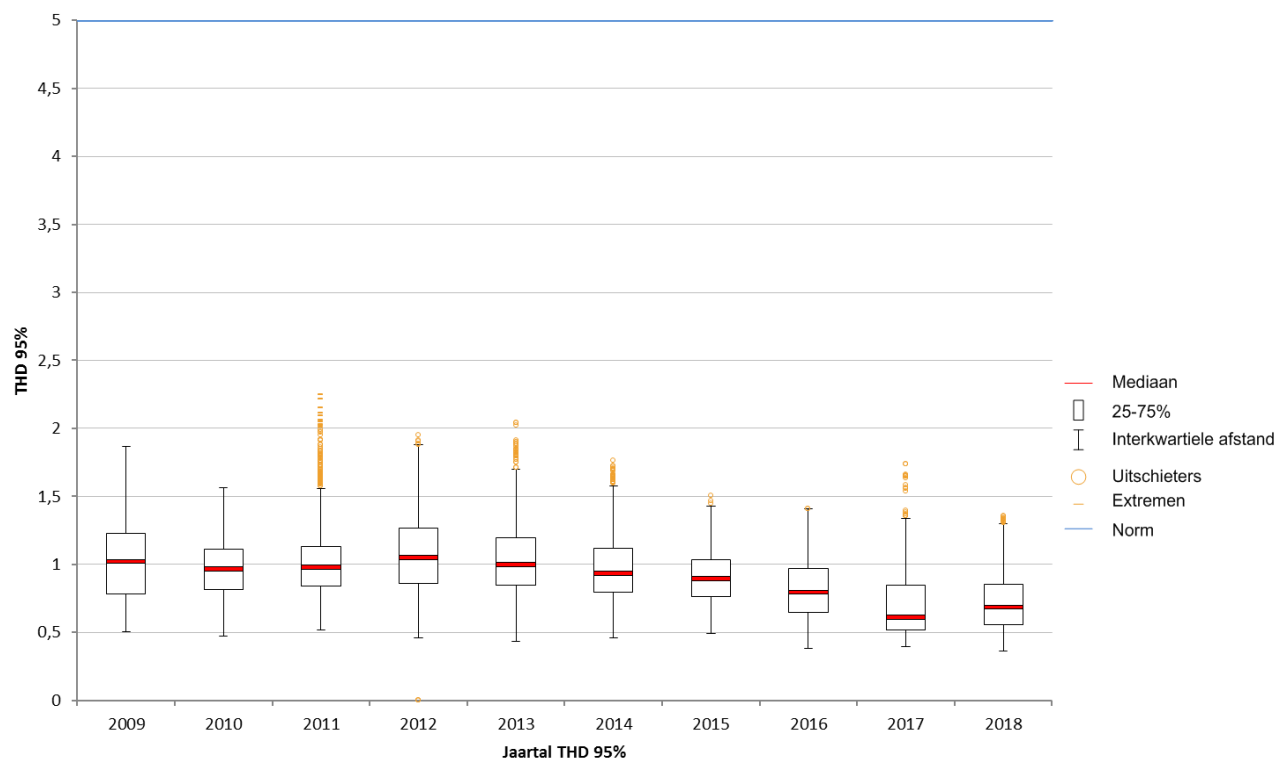
Figuur 5.4: Spanningsasymmetrie EHS, 2009-2018

Figuur 5.5 bevat de trendanalyse van het verschijnsel snelle spanningsvariatie (Plt). Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. De mediaan is vrij constant en schommelt rond een waarde van 0,1.



Figuur 5.5: Snelle spanningsvariatie Plt EHS, 2009-2018

Figuur 5.6 toont de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD). De meetwaarden liggen ruimschoots onder de norm. Op basis van de mediaan blijkt dat van 2013 tot en met 2017 een dalende trend heeft plaatsgevonden.



Figuur 5.6: THD EHS, 2009-2018

5.3 Spanningsdips

In het EHS-netvlak is bij één meter één hinderlijke spanningsdip geregistreerd. Over deze dip wordt gerapporteerd volgens de categorisatie uit tabel 5.1.

Tabel 5.1: Categorisatie van diptabel

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Cat. A		Cat. C	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Cat. B1	Cat. B2		
5 > u				

Categorie A betreft niet-hinderlijke spanningsdips en de categorieën B1, B2 en C vormen tezamen de hinderlijke spanningsdips. Spanningsdips in categorie A hebben over het algemeen weinig impact op de klantinstallatie. De klant kan eenvoudig zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen. De netbeheerders rapporteren binnen dit project over de hinderlijke dips. Hiervan zijn er in 2018 gemiddeld 0,06 per meting geregistreerd (optelsom B1, B2 en C). In tabel 5.2 wordt het aantal spanningsdips per hinderlijke categorie weergegeven. De hinderlijke spanningsdip is veroorzaakt door een kortsluiting in het net.

Tabel 5.2: Spanningsdips EHS, 2018

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Niet-hinderlijk		Gemiddeld: 0 Totaal: 0	
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Gemiddeld: 0,06	Gemiddeld: 0		
5 > u	Totaal: 1	Totaal: 0		

Bijlagen

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2009 - 2018 **30**

Bijlage B: Toelichtingen overschrijdingen **31**

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2009 – 2018

Tabel A.1: Aantal weekmetingen en overschrijdingen per net, 2009 – 2018

Jaar	Netvlak	Aantal bruikbare weekmetingen	Aantal weekmetingen met overschrijding			
			Langzame spannings-variatie	Spannings-asymmetrie	Snelle spannings-variatie	Harmonischen (incl. THD)
2018	LS	266	-	1	-	52
	MS	268	-	-	-	2
	HS 50-66 kV	192	-	-	-	-
	HS 110-150 kV	3423	1	10	19	-
	EHS	834	-	-	-	-
2017	LS	264	-	-	2	45
	MS	265	-	-	-	-
	HS 50-66 kV	176	-	-	-	3
	HS 110-150 kV	3567	-	53	4	-
	EHS	888	68	-	-	-
2016	LS	263	-	-	2	60
	MS	264	-	1	2	1
	HS	3439	-	53	5	24
	EHS	1010	121	1	1	-
2015	LS	266	-	-	2	58
	MS	269	-	-	2	-
	HS	1265	-	1	-	-
	EHS	650	35	-	18	-
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	-	-	-	-
2010	LS	60	-	2	2	7
	MS	58	-	-	-	-
	HS	1011	-	-	-	-
2009	LS	59	-	-	2	6
	MS	60	-	-	-	-
	HS	1018	-	-	-	-

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 en valt onder haar verantwoording.

LS	Snelle spanningsvariatie: 1 overschrijding		
	Meetperiode: 15-03-2018 - 22-03-2018	Locatie: Bergen op Zoom	
	Grenswaarde Plt 95%: 1	Stedelijkheid: matig stedelijk	
	Hoogste meetwaarde: 1,077	Klantaansluiting: huishoudelijk	
Wat gebeurde er? Bij een weekmeting in het laagspanningsnet is een overschrijding op het gebied van snelle spanningsvariatie (Plt) geconstateerd bij een van de fases. Deze overschrijding heeft gedurende de meetperiode meerdere dagen plaatsgevonden en meestal tussen 22 uur 's avonds en 02 uur 's nachts.			
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 over dit verschijnsel. 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? Er is in april 2018 een hermeting uitgevoerd. Hieruit blijkt dat er geen overschrijding meer aanwezig is. Vermoedelijk betrof de oorzaak van de overschrijding tijdelijke stroompieken, veroorzaakt door grote belastingen.			
Zijn er maatregelen genomen om de overschrijding op te lossen? Niet van toepassing.			

LS 21 ^e harmonischen: 1 overschrijding			
	Meetperiode: 09-05-2018 – 16-05-2018	Locatie: Stramproy	
	Grenswaarde 95%: 0,5	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde 95%: 0,65	Klantaansluiting: huishoudelijk	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het laagspanningsnet in Stramproy, een plaats ten zuiden van Weert, is een overschrijding op het gebied van de 21^e harmonische geconstateerd bij één van de fasen. Deze overschrijding heeft gedurende de meetperiode dagelijks plaatsgevonden. Doorgaans tussen 11 uur 's ochtends en 23 uur 's avonds. Opgemerkt wordt dat de overschrijding vervalt als getoetst wordt op de voorliggende aanpassing van de Europese norm. Zie voor meer informatie de toelichting i.r.t. de 15^e harmonische.

**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 harmonische vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

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 in Stramproy leert dat de vervorming vermoedelijk is veroorzaakt door een nabijgelegen horecagelegenheid die veelvuldig grote, elektrische apparaten in de keuken gebruikt. Denk hierbij aan een wasemkap en waterverwarmers die het grootste deel van de tijd aanstaan. Dit vermoeden wordt onderbouwd door het regelmatige patroon en het tijdstip van de overschrijdingen.

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

De klant is verzocht om zijn installatie na te laten lopen en de vervuiling te beperken. De netbeheerder zal met een hermeting in 2019 controleren of dit gebeurd is.



LS 5 ^e harmonische: 1 overschrijding			
	Meetperiode: 26-10-2018 – 02-11-2018 (5 ^e)	Locatie: Swalmen	
	Grenswaarde 95%: 6	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde 95%: 6,46	Klantaansluiting: huishoudelijk	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in Swalmen, een plaats ten noorden van Roermond, is een overschrijding bij alle fasen op het gebied van de 5^e harmonische geconstateerd. Deze overschrijding heeft op vier dagen binnen de meetweek plaatsgevonden. Doorgaans tussen 23 uur in de avond en 4 uur in de ochtend.

**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 harmonische vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

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 in Swalmen heeft geen eenduidige oorzaak voor de overschrijding opgeleverd. Er is in een hermeting uitgevoerd en hieruit blijkt dat er geen overschrijding meer aanwezig is.

**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 15 ^e harmonische: 50 overschrijdingen			
	Meetperioden: verspreid over heel 2018	Locaties: verspreid over Nederland	
	Grenswaarde 95%: 0,5	Stedelijkheid: varieert van 'weinig' tot en met 'zeer sterk'	
	Hoogste meetwaarde 95%: 0,95	Klantaansluiting: voornamelijk huishoudelijk	

Wat gebeurde er?

In 2018 zijn op 50 meetlocaties overschrijdingen geconstateerd met betrekking tot de 15e harmonische. De metingen hebben verspreid over heel Nederland plaatsgevonden, zowel in dorpen als steden.

**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 harmonische vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

Overschrijdingen in de 15e harmonische komen veelvuldig voor. Niet alleen in Nederland, maar in meerdere landen. Afgelopen jaren is nader onderzoek naar de overschrijdingen gedaan en gebleken dat klanten er geen hinder van ondervinden.

**Wat was de oorzaak?**

Uit diverse onderzoeken is geen eenduidige oorzaak naar voren gekomen. Vermoedelijk betreft het een toename van vermogenslektronica in de netten. In 2017 is een voorstel ingediend bij de Europese normcommissie om de grenswaarden aan te passen voor de 15e harmonische. Dit voorstel is gebaseerd op het onderzoek "Evaluation and updating of harmonic voltage limits". Momenteel circuleert deze aanpassing voor goedkeuring binnen de Europese normcommissies. Bij toepassing van het nieuwe normvoorstel zouden alle 50 overschrijdingen uit 2018 vervallen.

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

Niet van toepassing, zie toelichting hierboven.



MS 5 ^e harmonische: 1 overschrijding			
	Meetperiode: 20-04-2018 – 27-04-2018	Locatie: Warffum	
	Grenswaarden 95%: 6	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde 95%: 6,18	Klantaansluiting: industrieel	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het middenspanningsnet in Warffum, een plaats ten noorden van de stad Groningen, is een overschrijding bij alle fasen op het gebied van de 5^e harmonische geconstateerd. De hoogste meetwaarde was 6,18 en lag hiermee 3% boven grenswaarde uit de norm.

**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 harmonische vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

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 in Warffum heeft geen eenduidige oorzaak voor de overschrijding opgeleverd. Er is in een hermeting uitgevoerd en hieruit blijkt dat er sprake lijkt van een tijdelijk fenomeen. Er was geen overschrijding meer aanwezig is.

**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.



MS 11 ^e harmonische: 1 overschrijding			
	Meetperiode: 03-09-2018 – 10-09-2018	Locatie: Lepelstraat	
	Grenswaarde 95%: 3,5	Stedelijkheid: niet stedelijk	
	Hoogste meetwaarde 95%: 4,20	Klantaansluiting: agrarisch	

Wat gebeurde er?

Bij een weekmeting in het middenspanningsnet in Lepelstraat, een plaats ten noorden van Bergen op Zoom, is een overschrijding op het gebied van de 11^e harmonische geconstateerd bij alle fasen. Deze overschrijding heeft meerdere dagen plaatsgevonden en vond in de nacht plaats.

**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 harmonische vervorming zijn extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. Zie het achtergronddocument voor meer informatie over dit verschijnsel.

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 in Lepelstraat leert dat de klant een agrarisch bedrijf betreft die kassen heeft met assimilatieverlichting. Op verzoek van de netbeheerder gaat de klant haar harmonische stormen verlagen.

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

De netbeheerder zelf heeft geen maatregelen genomen, maar wel de klant verzocht om filters te plaatsen. De netbeheerder zal in 2019 een hermeting uitvoeren om zeker te stellen dat de vervuiling is afgenomen.



HS	Langzame spanningsvariatie: 1 overschrijding		
	Meetperiode: heel 2018	Locatie: Winsum Ranum	
	Grenswaarde 99,9% max: 10%	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 10,93%	Klantaansluiting: windpark	
Wat gebeurde er? Op 110 kV station Winsum Ranum wordt met een continue meting de spanningskwaliteit bewaakt. Uit de meetgegevens blijkt dat in de nacht van 14 november 2018 een overschrijding van de langzame spanningsvariatie is geconstateerd. De grenswaarde van dit verschijnsel is 10% en de meetwaarde van de overschrijding is 10,93%.			
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 spanning voor apparatuur Um van 123 kV is niet overschreden. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten ontvangen.			
Wat was de oorzaak? Tijdens een onderhoudssituatie is de bewaakte spanning door de bedrijfsvoering tijdelijk uit een andere spanningstransformator gebruikt. De spanningstransformator is iets minder nauwkeurig dan de gebruikelijke spanningstransformator. Hierdoor heeft de bedrijfsvoerder een te lage spanning gezien en de (geringe) overschrijding van de limiet 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: 1 overschrijding		
	Meetperiode: heel 2018	Locatie: Bargermeer	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,06%	Klantaansluiting: grootverbruiker	
Wat gebeurde er? De meter in Bargermeer heeft bij één meetweek een overschrijding geregistreerd op het gebied van spanningsasymmetrie. De overschrijding vond plaats in week 44 op 29 en 30 oktober. De grenswaarde van dit verschijnsel is 1% en de meetwaarde van de overschrijding was 1,06%. De Europese grenswaarde uit de norm EN-50160 voor dit verschijnsel is 2% en niet overschreden.			
Welke gevolgen had dit voor klanten? We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van het verschijnsel ingegaan. Er zijn bij de netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.			
Wat was de oorzaak? 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 uit bedrijf is gegaan; • De gemeten asymmetrie volgt "het patroon" van de belasting van het gecombineerde 380kV circuit; • 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.			

HS	Spanningsasymmetrie: 17 overschrijdingen		
	Meetperiode: heel 2018	Locatie: Westermeerdijk	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 1,05%	Klantaansluiting: windpark	

Wat gebeurde er?

De meter in Westermeerdijk heeft bij één meetweek een overschrijding geregistreerd op het gebied van spanningsasymmetrie. De overschrijding vond eenmalig plaats op 5 april 2018 om 10u50. De grenswaarde van dit verschijnsel is 1% en de meetwaarde van de overschrijding was 1,05%.

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

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

**Wat was de oorzaak?**

De overschrijdingen worden momenteel nog door de netbeheerder onderzocht.

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

Dit is nog niet bepaald en zal afhangen van de resultaten van het onderzoek.



HS	Spanningsasymmetrie: 17 overschrijdingen		
	Meetperiode: heel 2018	Meetlocatie: Rotterdam Waalhaven	
	Grenswaarde 99,9%: 1%	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde: 5,24%	Klantaansluiting: grootverbruiker	

HS	Snelle spanningsvariatie: 10 overschrijdingen		
#	Aantal weekmetingen: 10	Meetlocatie: Rotterdam Waalhaven	
	Grenswaarde Plt 95%: 1	Stedelijkheid: niet van toepassing	
	Hoogste meetwaarde Plt 95%: 4,98	Klantaansluiting: grootverbruiker	

Wat gebeurde er?

De meter in Rotterdam Waalhaven heeft bij zeventien meetweken een overschrijding geregistreerd op het gebied van spanningsasymmetrie.

De meter in Rotterdam Waalhaven heeft daarnaast bij tien meetweken een overschrijding geregistreerd op het gebied van snelle spanningsvariatie.

Bij beide verschijnselen geldt dat de overschrijdingen verspreid over het jaar en op verschillende tijdstippen hebben plaatsgevonden. Ze lijken los van elkaar te staan.

**Welke gevolgen had dit voor klanten?**

We spreken over asymmetrie wanneer de fasespanningen in onbalans zijn. Snelle spanningsvariatie kan verder leiden tot zogenaamde 'flikker'. Flikker is een verschijnsel dat kan leiden tot zichtbare snelle veranderingen van de intensiteit van elektrische verlichting. In het achtergronddocument wordt nader op de mogelijke oorzaken en gevolgen van beide verschijnselen ingegaan. Er zijn bij de landelijke netbeheerder geen klachten van klanten op het aansluitpunt of uit de omgeving ontvangen.

**Wat was de oorzaak?**

Uit onderzoek is gebleken dat twee van de drie gekoppelde spanningen een overschrijding hadden. Het meetcircuit is zeer waarschijnlijk de oorzaak. Om zeker te stellen dat de overschrijdingen door een meetfout worden veroorzaakt, is een vervolgonderzoek gestart waarbij een meter in de buurt wordt gebruikt. Deze meter zit op een ander meetcircuit dan die van de spanningskwaliteitsmeter. De bron van flikker is meestal een frequent schakelende component bij de klant. In het elektriciteitsnet van de netbeheerder komen geen frequent schakelende componenten voor. Op de betreffende locaties zijn geen bronnen geïdentificeerd. Dit versterkt het vermoeden van een fout in de meetopstelling.

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

Dit is nog niet bepaald en zal afhangen van de eindresultaten van het onderzoek.



Colofon

Project	Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2018
Projectnummer	RA131010
Opdrachtgever	Netbeheer Nederland
Opdrachtnemer	Movares Nederland B.V. Movares Energy
Uitgave	Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.
Projectmanager	Rik Luiten
Auteurs	Mick van der Vliet, Hans Wolse en Tom Bogaert
Kenmerk	RA-ME-MVL-180009852 / Versie 1.0
Datum	26 april 2019
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Dorien Bennink (woordvoerder) Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl