

Spanningskwaliteit in Nederland

Resultaten 2017

Kenmerk : RA-ME-TB-180002390 / Versie 1.0

Datum : 26 april 2018

Netbeheer Nederland, vereniging van energienetbeheerders in Nederland

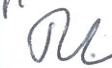
De vereniging Netbeheer Nederland is de belangenbehartiger van de landelijke en regionale elektriciteit- en gasnetbeheerders. Netbeheer Nederland is het aanspreekpunt voor netbeheerders aangelegenheden. De netbeheerders hebben twee hoofdtaken: zij faciliteren het functioneren van de markt en zij beheren 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.

Autorisatieblad

Spanningskwaliteit in Nederland

Resultaten 2017

Versie	Toelichting	Datum
0.8 (concept)	Deze rapportage is qua inhoud en opzet herzien t.o.v. de rapportages van afgelopen jaren. De rapportage is vereenvoudigd met als doel het nog begrijpelijker rapporteren over de spanningskwaliteit in Nederland. Deze conceptversie is ter review aangeboden aan leden van de werkgroep Spanningskwaliteit en besproken tijdens een bijeenkomst op 22 maart.	16 maart 2018
0.9 (concept)	De reacties van de werkgroep zijn verwerkt. Deze versie wordt op 3 april besproken tijdens een bijeenkomst met onder andere ACM, Energie-Nederland en VEMW.	27 maart 2018
1.0 (definitief)	Oplevering eindversie na verwerking ontvangen reacties.	26 april 2018

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Tom Bogaert & Mick van der Vliet		25-4-'18
Gecontroleerd door	Hans Wolse		25-4-'18
Vrijgegeven door	Rik Luiten		26-4-'18

Samenvatting

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de meetresultaten van 2017. De tabel laat per netvlak zien welke spanningsverschijnselen zijn beschouwd, hoeveel weekmetingen er in totaal zijn gedaan en bij hoeveel van deze metingen een overschrijding heeft plaatsgevonden. Het komt voor dat binnen eenzelfde weekmeting overschrijdingen bij meerdere verschijnselen plaatsvinden.

Tabel S.1: Weekmetingen en overschrijdingen per spanningsverschijnsel, 2017

Netvlak	Aantal meet-locaties	Aantal week-metingen	Weekmetingen met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
				Langzame spannings-variatie	Snelle spannings-variatie	Spannings-asymmetrie	Harmo-nischen
LS	264	264	45	-	2	-	9e:1; 15e: 44
MS	265	265	-	-	-	-	-
HS 50-66 kV	4	176	3	-	-	-	11e: 3; 13e: 1
HS 110-150 kV	78	3.567	54	-	4	53	-
EHS 220-380 kV	18	888	68	68	-	-	-

De metingen in het LS-, MS- en 50 kV HS-net zijn doormiddel van een steekproeftrekking aselekt geselecteerd. De resultaten worden statistisch vertaald naar landelijke proporties. Dit levert uitgaande van een betrouwbaarheid van 95% de volgende uitspraken op over de spanningskwaliteit in 2017:

- LS: tussen de 78% en 87% van de aangesloten voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- MS: tussen de 98% en 100% van de aangesloten voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- HS 50-66 kV: tussen de 95% en 99% van de aangesloten voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

In het (E)HS-net worden alle aangesloten continue bemeten. Aan de hand van de meetresultaten worden de volgende uitspraken gedaan voor 2017:

- HS 110-150 kV: 98% van de metingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.
- EHS 220-380 kV: 92% van de metingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Met behulp van boxplots is van de verschillende spanningsverschijnselen de meetdata over de afgelopen 10 jaar beschouwd. Uit deze analyse blijkt dat over het algemeen geen duidelijke trend aanwezig is in een verbetering of verslechtering van de spanningskwaliteit.

Binnen het project worden ook spanningsdips geregistreerd. Bij het MS-net wordt dit middels een continu meetsysteem op 200 stationslocaties gedaan die steekproefsgewijs zijn geselecteerd. Binnen het (E)HS-net worden dips op 116 locaties gemeten. Onderstaande tabel toont het gemiddeld aantal geregistreerde hinderlijke spanningsdips in het MS- en 110-150 kV HS-net. Het 50-66 kV HS- en EHS-net zijn niet opgenomen omdat hier geen hinderlijke spanningsdips zijn geregistreerd.

Tabel S.2 Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips, 2017

Restspanning U (%)	Duur t (ms)					
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000		
90 > u ≥ 80	Niet-hinderlijk		MS: 0,34 HS 110-150 kV: geen			
80 > u ≥ 70						
70 > u ≥ 40						
40 > u ≥ 5	MS: 0,18	MS: 0,27				
5 > u	HS 110-150 kV: 0,15	HS 110-150 kV: 0,01				

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Laagspanningsnet	6
2.1 Meetresultaten	6
2.2 Trendanalyses	8
3 Middenspanningsnet	11
3.1 Meetresultaten	11
3.2 Trendanalyses	13
3.3 Spanningsdips	16
4 Hoogspanningsnet	17
4.1 Meetresultaten	17
4.1.1. 50-66 kV	17
4.1.2. 110-150 kV	18
4.2 Trendanalyses	19
4.3 Spanningsdips	23
5 Extra hoogspanningsnet	24
5.1 Meetresultaten	24
5.2 Trendanalyses	25
5.3 Spanningsdips	28
Bijlagen	29
Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2008 - 2017	30
Bijlage B: Toelichting overschrijdingen	31
Colofon	34

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 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 is geschreven voor aangesloten en gaat per netvlak in op de landelijke spanningskwaliteit in 2017. Eventuele overschrijdingen worden nader uitgediept en door desbetreffende netbeheerder toegelicht. Daarnaast vindt een trendanalyse plaats op basis van de meetresultaten van de afgelopen tien jaar.

Binnen het project wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende netvlakken:

- 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-netvlak tenminste 250 weekmetingen plaats. Spanningsdips in het MS-netvlak worden geregistreerd op 200 stationslocaties middels een continu meetsysteem. In het (E)HS-netvlak wordt er gebruik gemaakt van een continu meetsysteem dat de spanningskwaliteit bewaakt van circa 100 aangesloten.

Dit rapport is de rapportage zoals bedoeld in artikel 6.1.4 van de Netcode en wordt digitaal beschikbaar gesteld via de website van Netbeheer Nederland. In de Netcode Elektriciteit is bepaald dat de spanningskwaliteit 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 slechts 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. Dit document is mede door de contactgroep spanningskwaliteit samengesteld en zal jaarlijks worden geactualiseerd. Het rapport en het achtergronddocument worden tegelijk uitgebracht en zijn kosteloos verkrijgbaar via de website www.UwSpanningskwaliteit.nl. Op deze site worden tevens alle metingen die binnen dit project zijn uitgevoerd individueel 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 over 2017 en in de tweede wordt met behulp van boxplots de meetdata over de afgelopen tien jaar beschouwd.

2.1 Meetresultaten

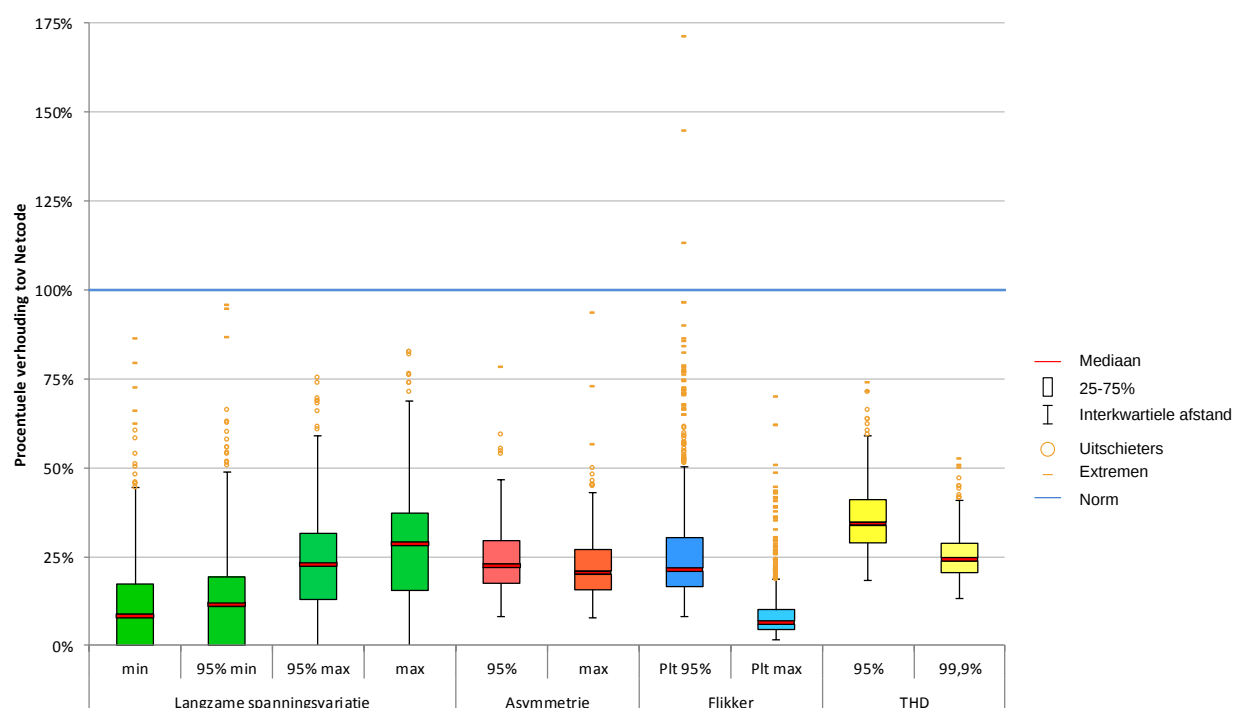
In 2017 zijn 264 weekmetingen uitgevoerd in het LS-net. Om een goede spreiding van de metingen over het jaar te waarborgen, zijn alle metingen gekoppeld aan een startmaand. Door omstandigheden komt het voor dat het niet lukt om in deze maand te starten. Bijvoorbeeld vanwege onverhoopt defecte meetapparatuur of ziekte van een meetspecialist. In 2017 zijn 94% 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 2017 in het LS-net tussen de 78% en 87% van de aangesloten voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 2.1: Metingen en overschrijdingen LS, 2017

Weekmetingen	Metingen met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen		
		Snelle spanningsvariatie	9 ^e harmonische	15 ^e harmonische
264	45	2	1	44

Figuur 2.1 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 2.1 zijn zichtbaar doordat een deel van boxplots boven de norm uit komen.



Figuur 2.1: Continue verschijnselen LS, 2017

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 van één km rond dat adres. 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 zowel de metingen als de overschrijdingen binnen alle subpopulaties hebben plaatsgevonden.

Tabel 2.2: Meetresultaten versus stedelijkheid LS, 2017

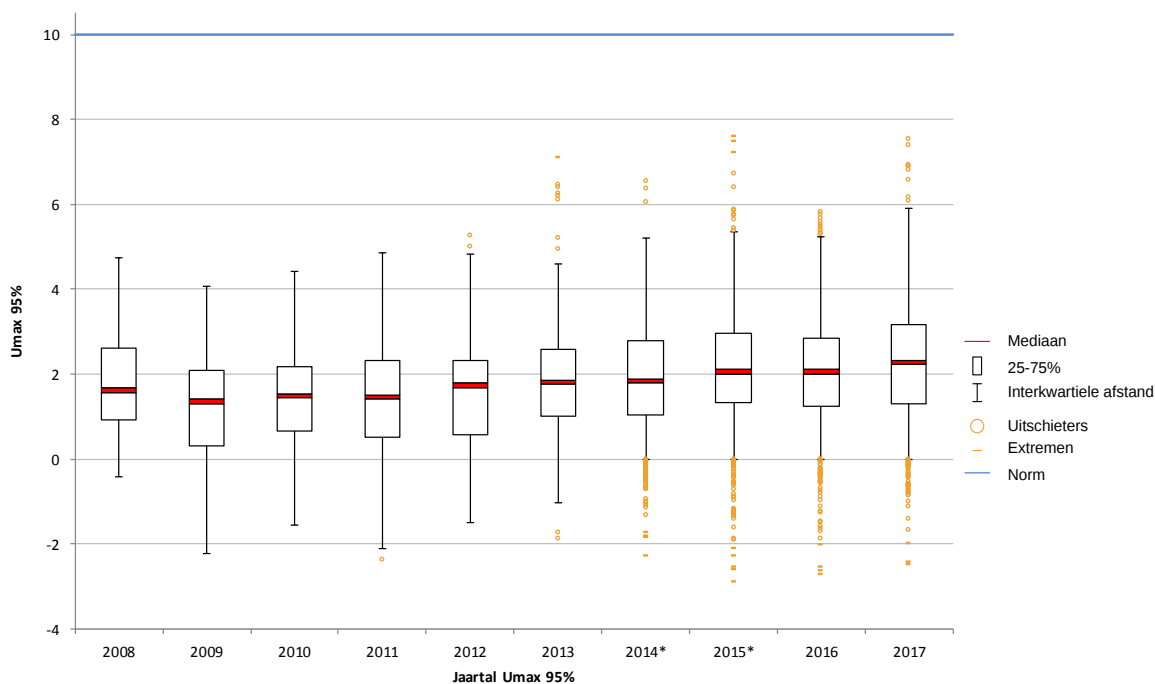
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen	Weekmetingen met overschrijding	Aantal overschrijdingen			
			Langzame spanningsvariatie	Snelle spanningsvariatie	Spanningsasymmetrie	Harmonischen (incl. THD)
Zeer sterk	74	10	-	1	-	10
Sterk	57	9	-	-	-	9
Matig	42	12	-	1	-	11
Weinig	46	12	-	-	-	12
Niet	45	2	-	-	-	2
Totaal	264	45	-	2	-	44

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.

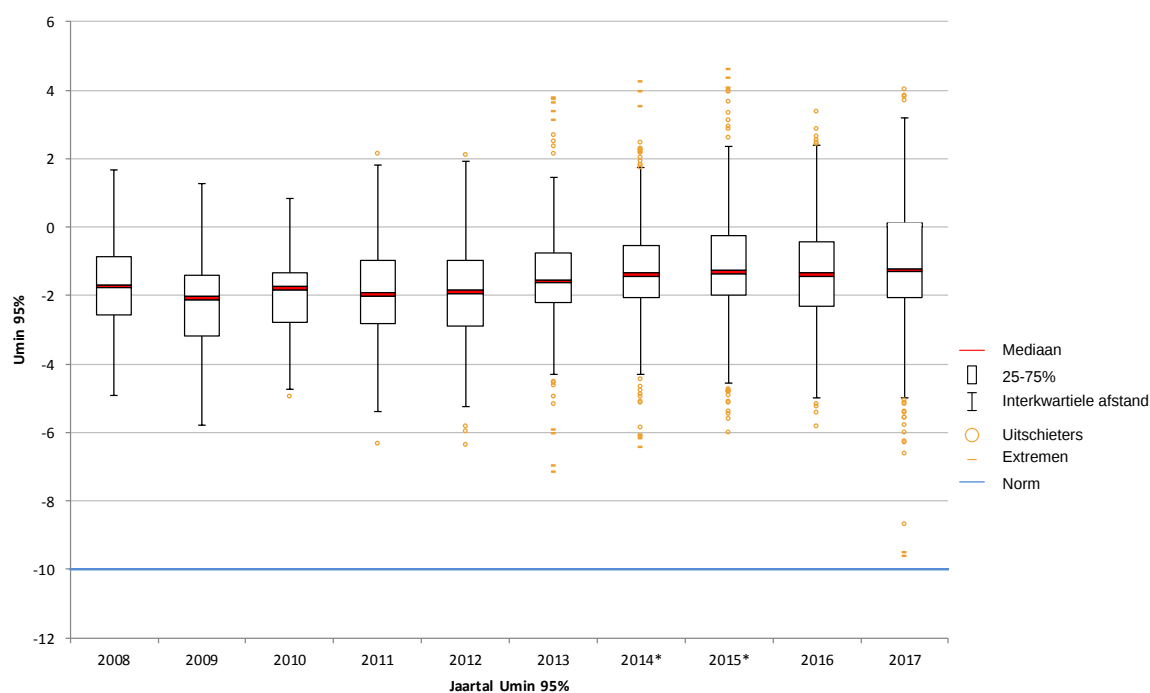
De Nederlandse netbeheerders bewaken sinds 1989 de spanningskwaliteit van hun elektriciteitsnet. In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van aangeslotenen of de toezichthouder. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De wijzigingen hebben uiteraard invloed op de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meetresultaten. In het afgelopen decennium betreft de voornaamste wijziging binnen het LS-net een vergroting van de minimum steekproef van 50 naar 250 meetlocaties. Opgemerkt wordt verder dat vanaf 2011 uitschieters en extremen zijn opgenomen 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 box plots 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.



*2014-2015: Vervijfoudiging minimale steekproefomvang.

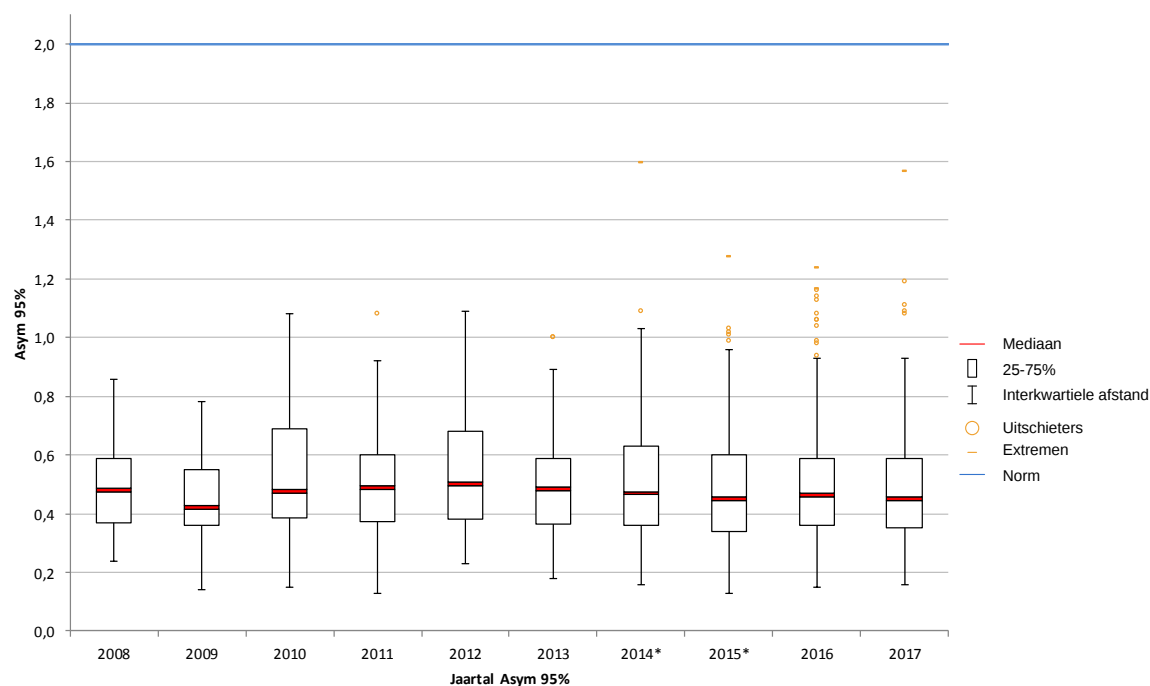
Figuur 2.2: Langzame spanningsvariatie U_{max} LS, 2008-2017



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 2.3: Langzame spanningsvariatie Umin LS, 2008-2017

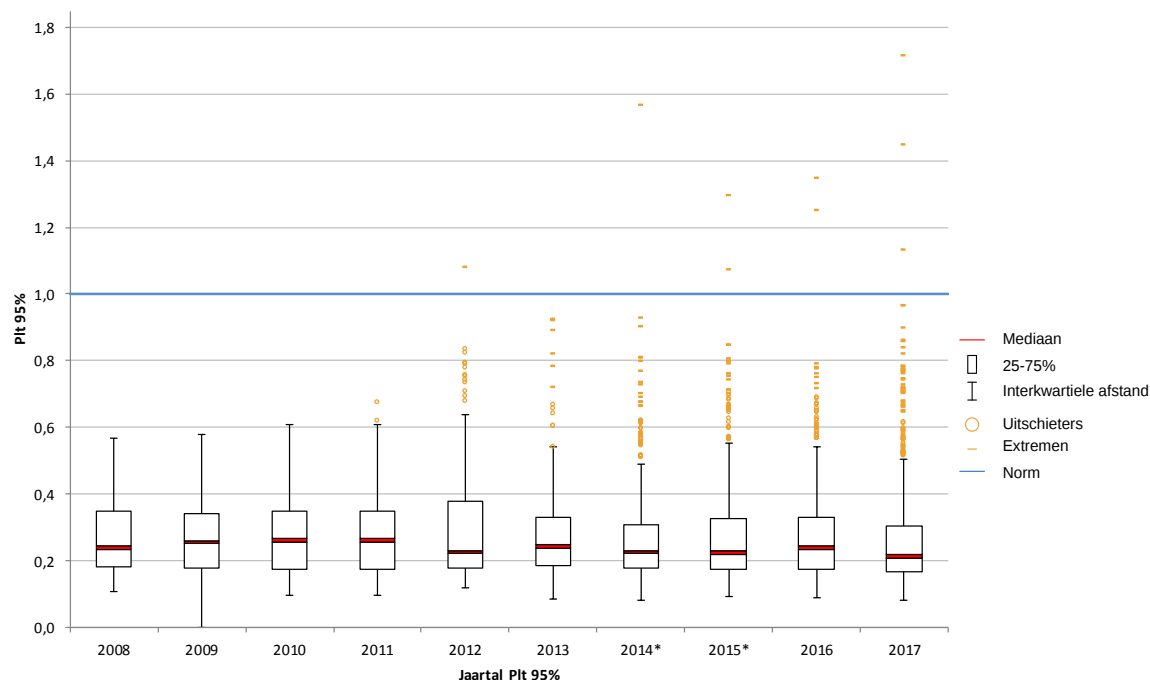
Figuur 2.4 laat de trendanalyse van spanningsasymmetrie zien. Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de grenswaarde uit de norm. De mediaan fluctueert tussen 0,4 en 0,5%.



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 2.4: Spanningsasymmetrie LS, 2008-2017

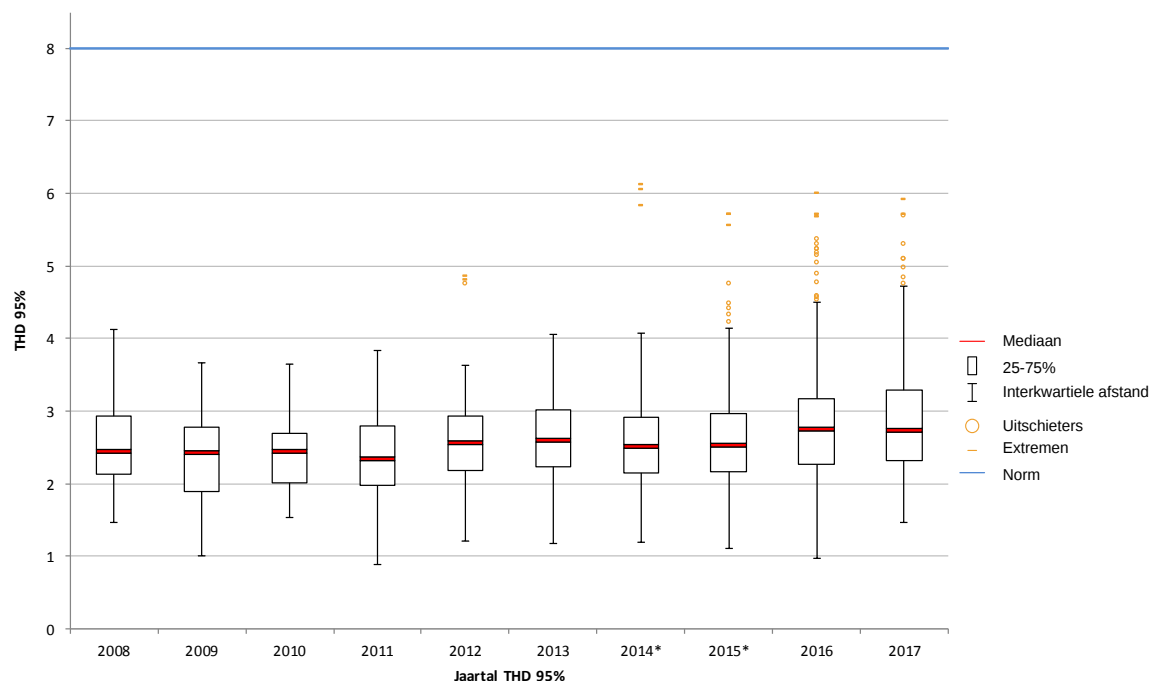
In Figuur 2.5 is de trendanalyse van snelle spanningsvariatie (Plt) weergegeven. Zichtbaar is dat een aantal uitschieters boven de norm (blauwe lijn) liggen. Er is geen trend aanwijsbaar: de mediaan fluctueert afgelopen tien jaar tussen 0,21 en 0,26.



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 2.5: Snelle spanningsvariatie Plt LS, 2008-2017

Figuur 2.6 geeft de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) weer. Uit het figuur blijkt dat de resultaten van de afgelopen jaren altijd voldoen aan de grenswaarde uit de norm. De afgelopen 10 jaar schommelt de mediaan tussen 2,3 en 2,8%.



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 2.6: THD LS, 2008-2017

3 Middenspanningsnet

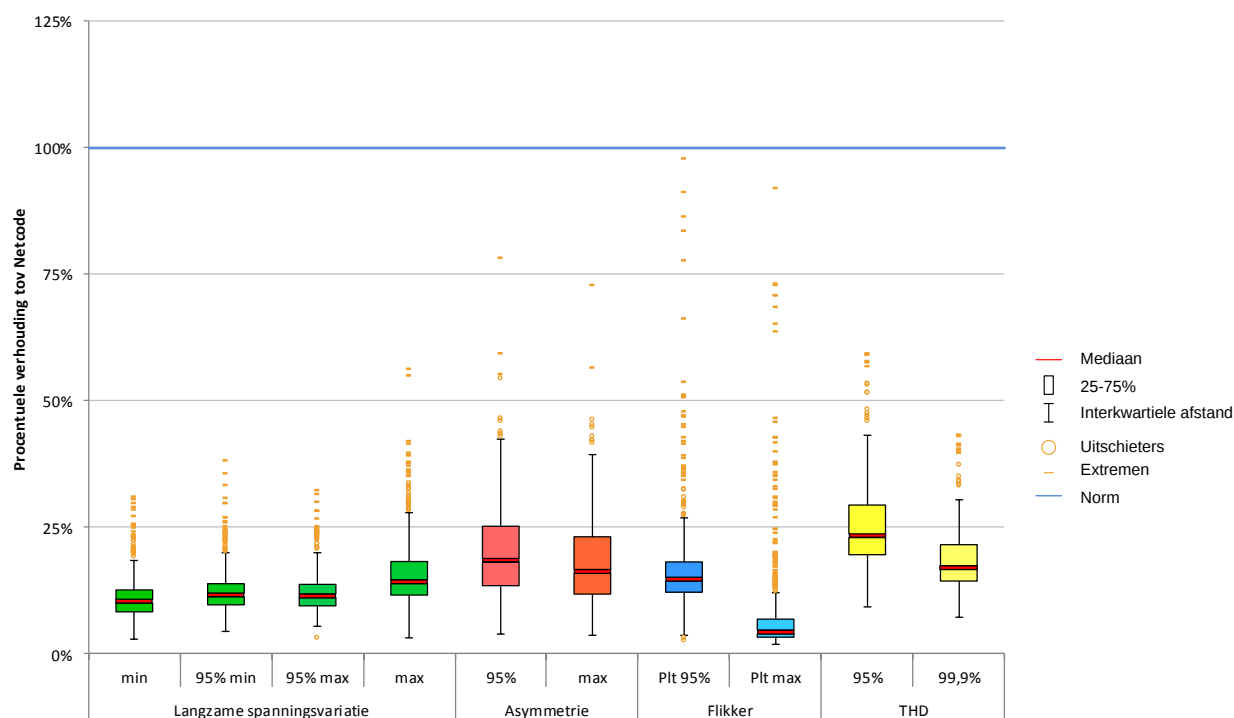
Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de metingen die in het MS-net zijn uitgevoerd. Bij toetsing van de metingen zijn de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips. Er zijn drie paragrafen. De eerste gaat in op de meetresultaten over 2017. 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 2017 zijn 265 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 2017 zijn 98% van de metingen in de juiste maand gestart.

Er zijn in 2017 geen overschrijdingen geconstateerd op het MS-net. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2017 in het MS-net tussen de 98% en 100% van de aangeslotenen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Figuur 3.1 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. Het figuur laat zien dat de meetwaarden doorgaans ruimschoots aan de norm voldoen.



Figuur 3.1: Continue verschijnselen MS, 2017

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 van één km rond dat adres. 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 3.1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde weekmetingen gerelateerd aan de stedelijkheid. Zoals eerder aangegeven, zijn er in 2017 geen overschrijdingen geconstateerd.

Tabel 3.1: Metingen versus stedelijkheid MS, 2017

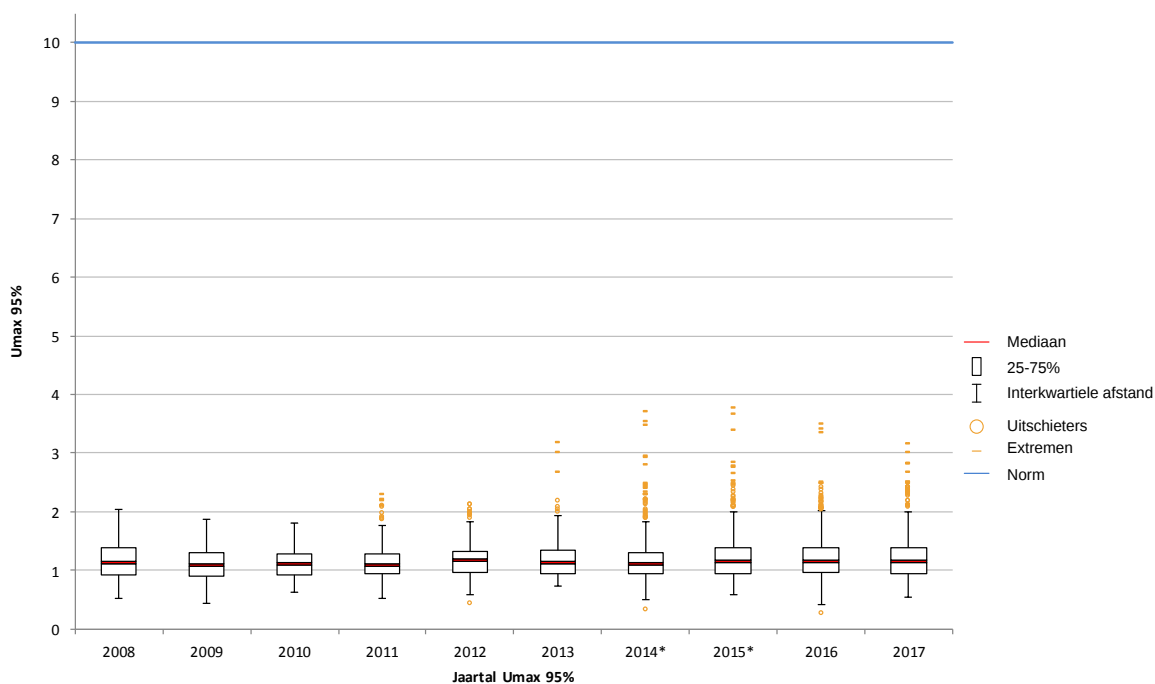
Mate van stedelijkheid	Aantal weekmetingen
Zeer sterk	44
Sterk	34
Matig	31
Weinig	60
Niet	96
Totaal	265

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.

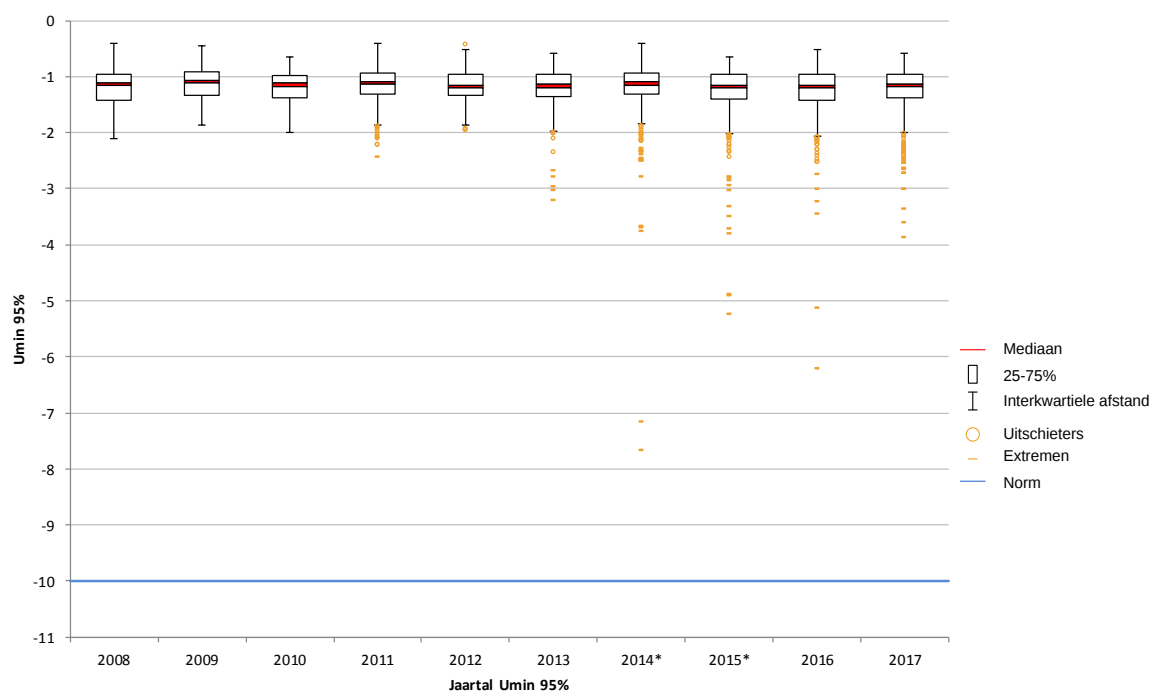
De Nederlandse netbeheerders bewaken sinds 1989 de spanningskwaliteit van hun elektriciteitsnet. In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van aangeslotenen of de toezichthouder. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De wijzigingen hebben uiteraard invloed op de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meetresultaten. In het afgelopen decennium betreft de voornaamste wijziging binnen het MS-net een vergroting van de minimale steekproefomvang van 50 naar 250 meetlocaties. Opgemerkt wordt verder dat vanaf 2011 uitschieters en extremen zijn opgenomen aan de trendanalyses; voorheen werden deze achterwege gelaten.

Figuur 3.2 en Figuur 3.3 tonen de trendanalyses van langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}). 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.



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

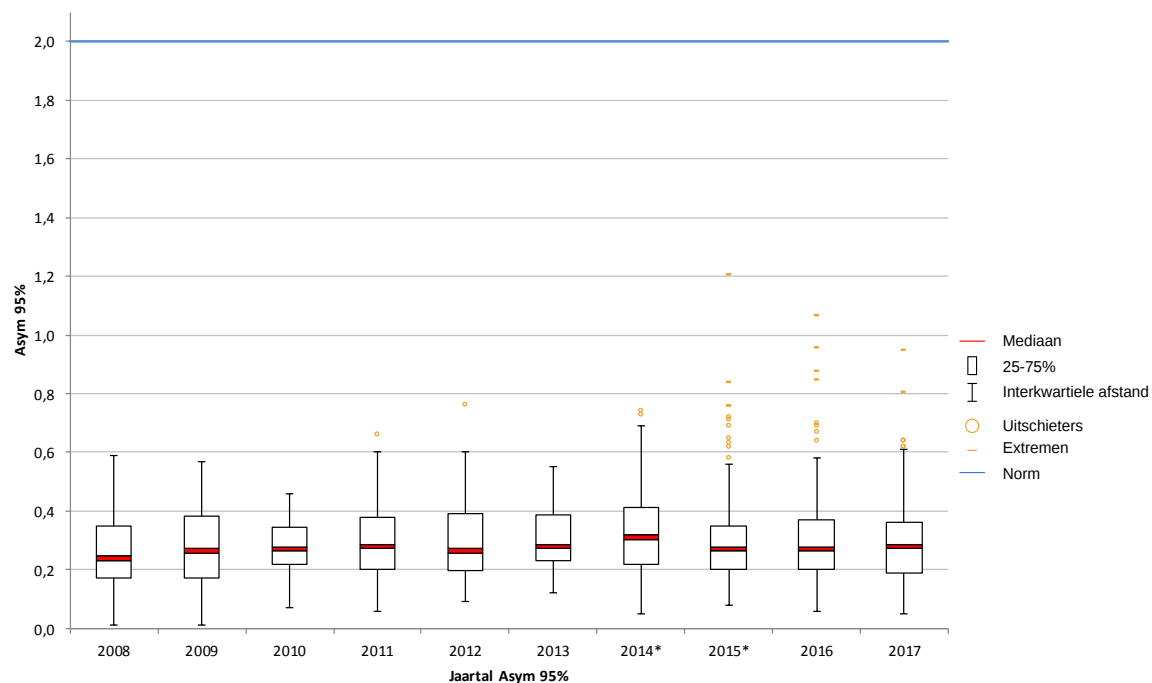
Figuur 3.2 Langzame spanningsvariatie U_{max} MS, 2008-2017



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 3.3: Langzame spanningsvariatie Umin MS, 2008-2017

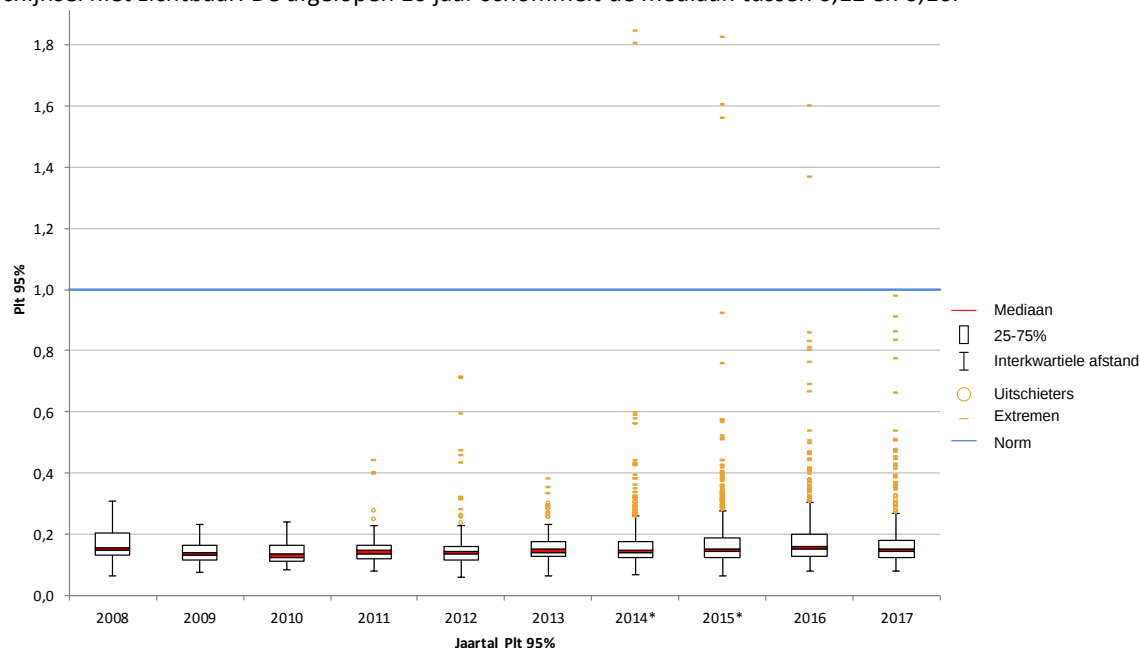
Figuur 3.4 toont de trendanalyse van spanningsasymmetrie. De figuur laat zien dat de meetwaarden doorgaans ruim aan de norm voldoen. De afgelopen 10 jaar varieert de mediaan tussen 0,24 en 0,31%, er is geen duidelijke trend aanwezig.



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 3.4: Spanningsasymmetrie MS, 2008-2017

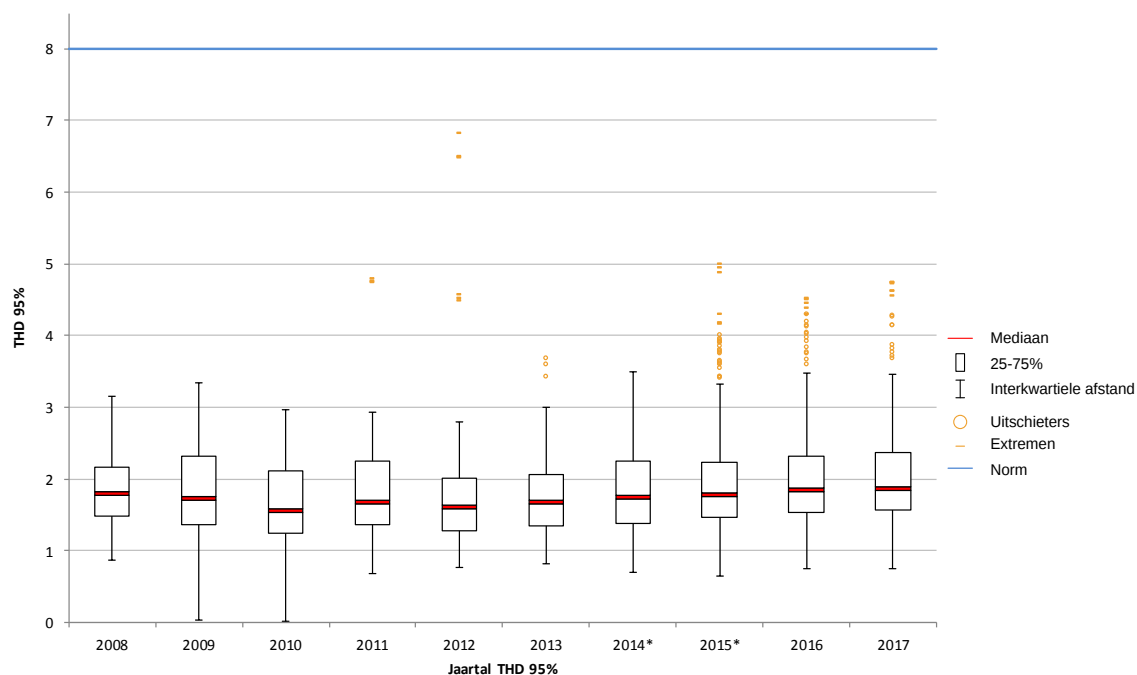
Figuur 3.5 bevat de trendanalyse van snelle spanningsvariatie (Plt). Uit het figuur blijkt dat de zogenaamde extremen in verschillende jaren boven de norm uitkomen. Dit betreft overschrijdingen. Een trend is bij dit verschijnsel niet zichtbaar. De afgelopen 10 jaar schommelt de mediaan tussen 0,12 en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



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 3.5: Snelle spanningsvariatie Plt MS, 2008-2017

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 ruimschoots voldoen aan de norm. De afgelopen 10 jaar varieert de mediaan 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.



*2014-2015: Vervijfvoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur 3.6: THD MS, 2008-2017

3.3 Spanningsdips

In het MS-net worden spanningsdips geregistreerd middels een continu meetsysteem op 200 stationslocaties. Deze locaties zijn steekproefsgewijs geselecteerd en aselekt getrokken. Dit jaar wordt er voor het eerst in dit landelijke rapport gerapporteerd over MS-spanningsdips. In overleg met de aangeslotenen wordt hierbij gebruik gemaakt van de categorisatie uit Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Categorisatie van diptabel

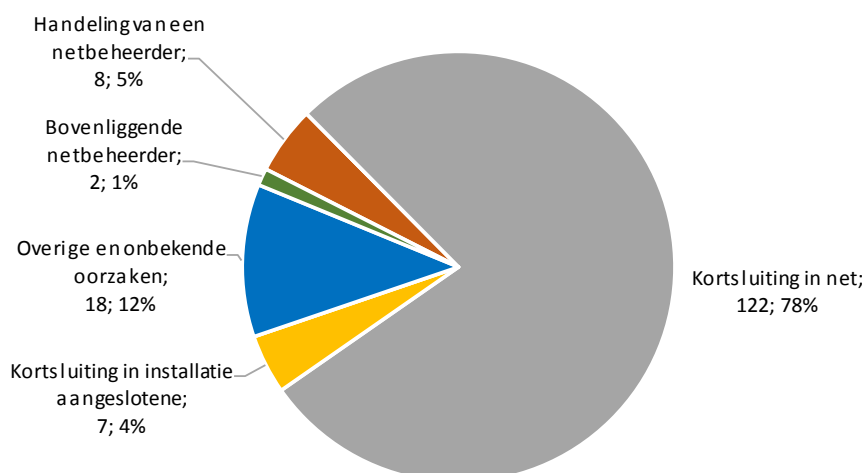
Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Cat. A			
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Cat. B1	Cat. B2	Cat. C	
5 > u				

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 2017 gemiddeld 0,79 per meetlocatie geregistreerd (optelsom B1, B2 en C). In Tabel 3.2 wordt het aantal spanningsdips per hinderlijke categorie weergegeven.

Tabel 3.2: Aantal hinderlijke spanningsdips MS, 2017

Restspanning U (%)	Duur t (ms)					
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000		
90 > u ≥ 80	Niet-hinderlijk		Gemiddeld: 0,34 Totaal: 68			
80 > u ≥ 70						
70 > u ≥ 40						
40 > u ≥ 5	Gemiddeld: 0,18 Totaal: 35	Gemiddeld: 0,27 Totaal: 54				
5 > u						

In Figuur 3.7 zijn de oorzaken van hinderlijke spanningsdips weergegeven. In totaal zijn er 157 hinderlijke spanningsdips opgetreden. Uit de figuur blijkt dat een ruime meerderheid hiervan (78%) wordt veroorzaakt door een kortsluiting in het net van de netbeheerder. De overige spanningsdips zijn onder andere veroorzaakt door kortsluiting in het net van de aangeslotene (4%) of schakelhandelingen van de netbeheerder (5%).



Figuur 3.7: Oorzaken hinderlijke spanningsdips MS, 2017

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 2017. 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.

4.1 Meetresultaten

4.1.1. 50-66 kV

De netbeheerders streven ernaar om richting de aangesloten zo volledig en transparant mogelijk te rapporteren over de spanningskwaliteit. In dit kader is bij de regionale netbeheerders afgelopen jaar onder andere de steekproefomvang in de LS en MS netten vergroot van minimaal 50 naar 250 locaties. Daarnaast is de landelijke netbeheerder in haar hoogspanningsnetten (110 kV en hoger) al haar aangeslotenen gaan meten. Voorheen werd met een steekproef gewerkt.

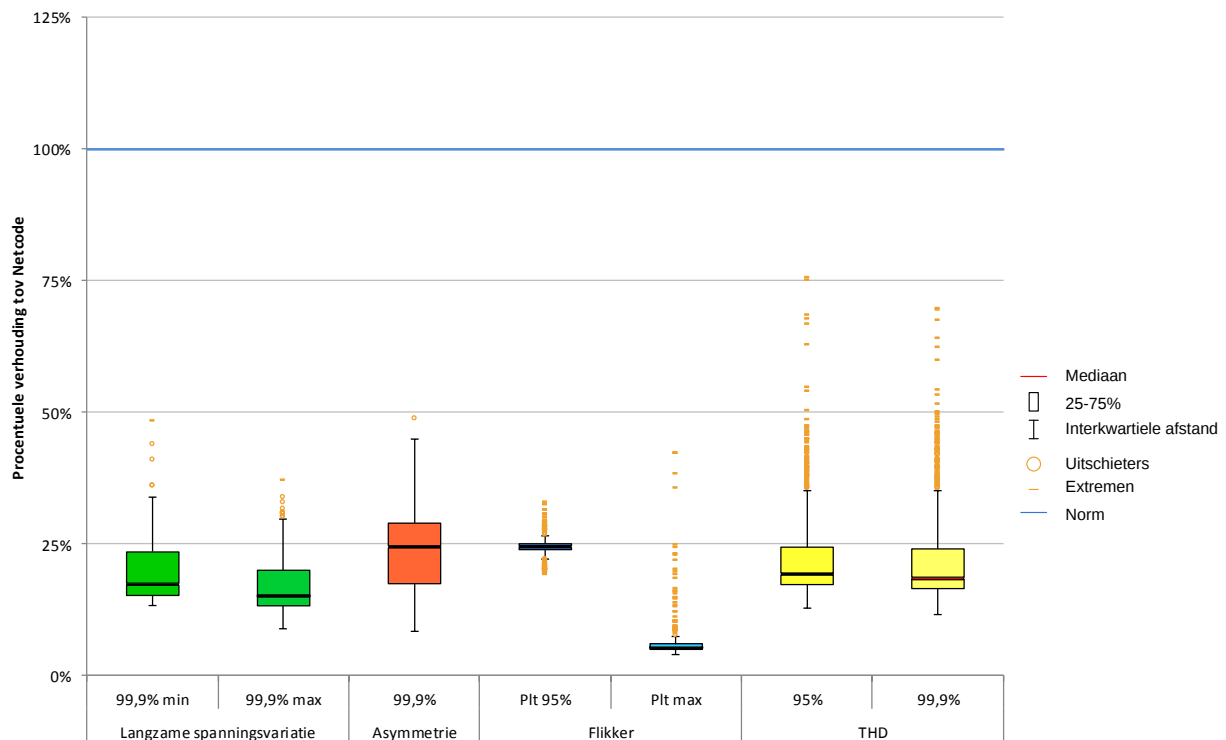
In het 50-66 kV net is de spanningskwaliteit in 2017 op vier locaties gemonitord. Deze locaties betreffen een steekproef die historisch is bepaald. In totaal bevat het net ruim 30 aangeslotenen. In 2017 hebben de regionale netbeheerders besloten om in navolging van de landelijke netbeheerder over te gaan tot monitoring van alle locaties. Naar verwachting wordt deze uitbreiding in 2018 afgerond en zal hier in 2019 over gerapporteerd worden.

In 2017 zijn in het 50-66 kV HS-net 176 bruikbare weekmetingen uitgevoerd. Bij drie weekmetingen is een overschrijding geconstateerd bij de 11^e en 13^e harmonischen van de 95% kwaliteitscriteria uit de NEN-EN 50160: 2010. De Netcode Elektriciteit schrijft niet voor dat op deze waarden getoetst moet worden. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht. Tabel 4.1 geeft een overzicht van het aantal metingen en overschrijdingen. Het is voorgekomen dat binnen een weekmeting overschrijdingen bij verschillende harmonischen hebben plaats gevonden. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 95% gesteld dat in 2017 in het 50 kV-net tussen de 95% en 99% van de aangeslotenen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.1: Metingen en overschrijdingen 50-66 kV HS, 2017

	Aantal	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen	
			11 ^e harmonische	13 ^e harmonische
Weekmetingen	176	3	3	1
Meetlocaties	4	1	1	1

Figuur 4.1 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 betreffen de uitschieters en extremen boven de normlijn bij de boxplots aan de rechterzijde.



Figuur 4.1: Continue verschijnselen 50-66 kV HS, 2017

4.1.2. 110-150 kV

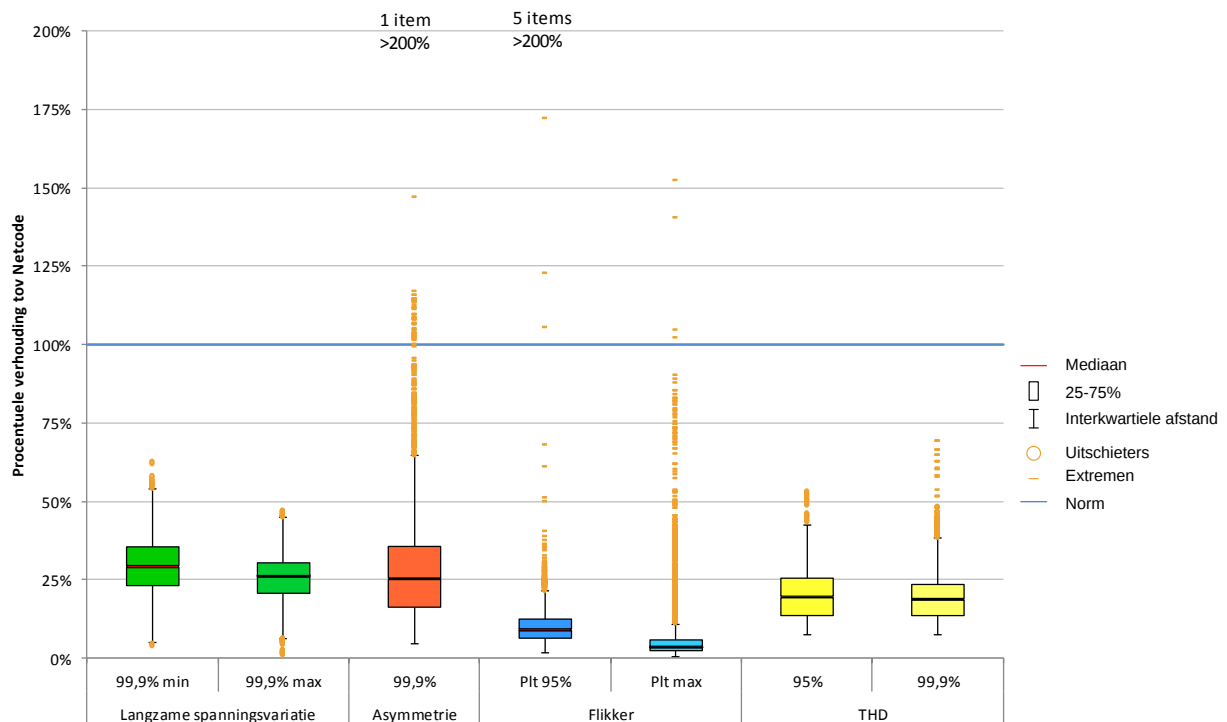
In HS-net wordt de spanningskwaliteit van elke aangeslotene gemeten. In principe gebeurt dit met een eigen meter, maar in enkele gevallen bevinden zich meerdere aangeslotenen achter een en dezelfde meter. In onderliggend rapport wordt alleen over meters met een beschikbaarheid van meer dan 50%. In 2017 betrof dit 78 HS-metlocaties. Een lage beschikbaarheid wordt voornamelijk veroorzaakt door velden die uit bedrijf zijn. Soms spelen ook oorzaken als onderhoudswerkzaamheden bij aangeslotenen 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 2017 zijn 3567 bruikbare weekmetingen uitgevoerd in het 110-150 kV HS-net. Bij 54 van deze weekmetingen is tenminste één overschrijding geconstateerd. In de bijlage worden de overschrijding 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. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2017 in het 110-150 kV HS-net 98% van de metingen voldeden aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 4.2: Metingen en overschrijdingen 110-150 kV HS, 2017

	Aantal	Aantal met overschrijding	Verschijnselen met overschrijdingen	
			Spanningsasymmetrie	Snelle spanningsvariatie
Meetlocaties	78	2	2	1
Weekmetingen	3567	54	53	4

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 4.2 zijn zichtbaar doordat de uitschieters bij de desbetreffende verschijnselen boven de norm liggen.



Figuur 4.2: Continue verschijnselen 110-150 kV HS, 2017

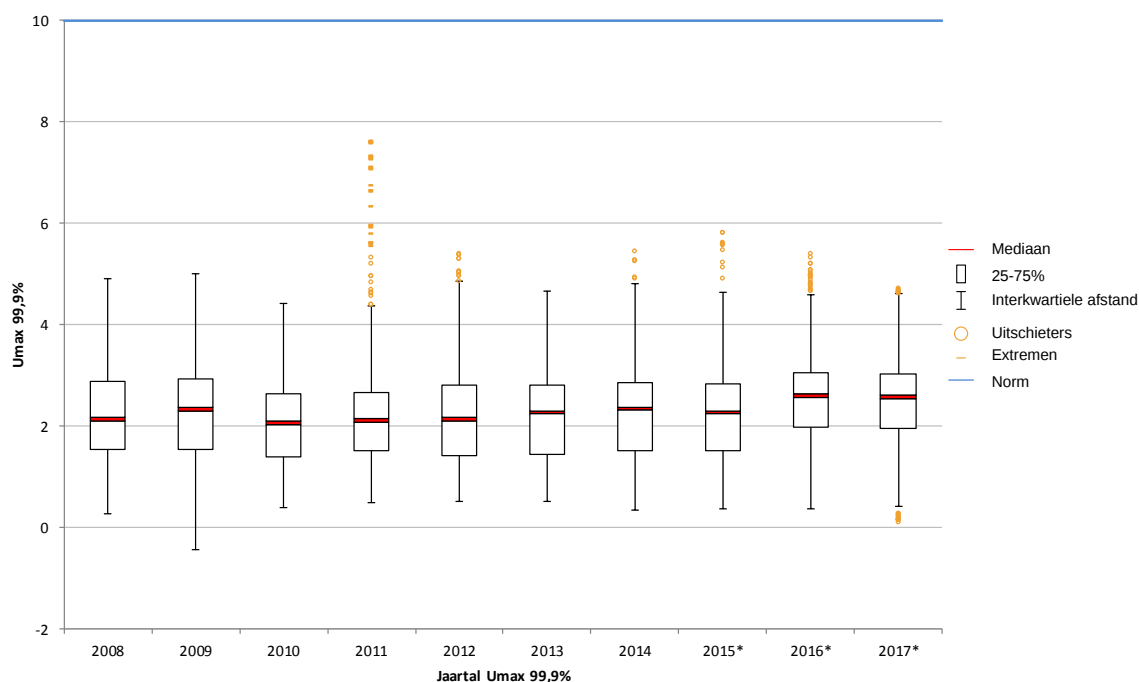
4.2 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de meetdata van het gehele 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% toetswaarde. Bij de andere figuren is de 95% toetswaarde toegepast.

In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van aangeslotenen of de toezichthouder. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De wijzigingen hebben uiteraard invloed op de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meetresultaten. In het afgelopen decennium betreffen de voornaamste wijzigingen binnen het HS-net:

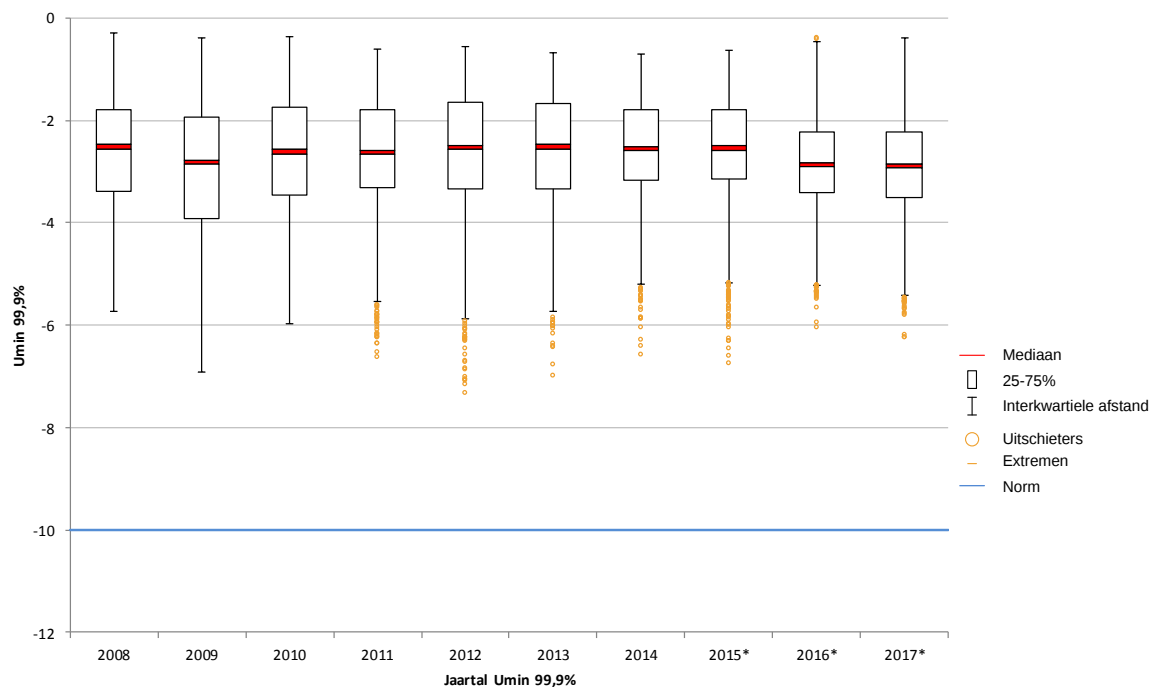
- 2011: toevoeging van uitschieters en extremen aan de trendanalyse;
- 2015-2017: de meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar 82 meetlocaties;
- 2016: acht meters blijken verkeerd aangesloten te zijn en worden opnieuw geïnstalleerd;
- 2017: één meter zonder klantaansluiting wordt uit de rapportagepopulatie verwijderd.

Figuur 4.3 en Figuur 4.4 tonen de trendanalyses van de langzame spanningsvariatie (Umax en Umin). Uit beide figuren blijkt dat de box plots alle jaren voldoen aan de grenswaarde uit de norm. Op basis van de mediaan laten de figuren verder een constant beeld zien.



* 2015-2017: Meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar 82 meetlocaties

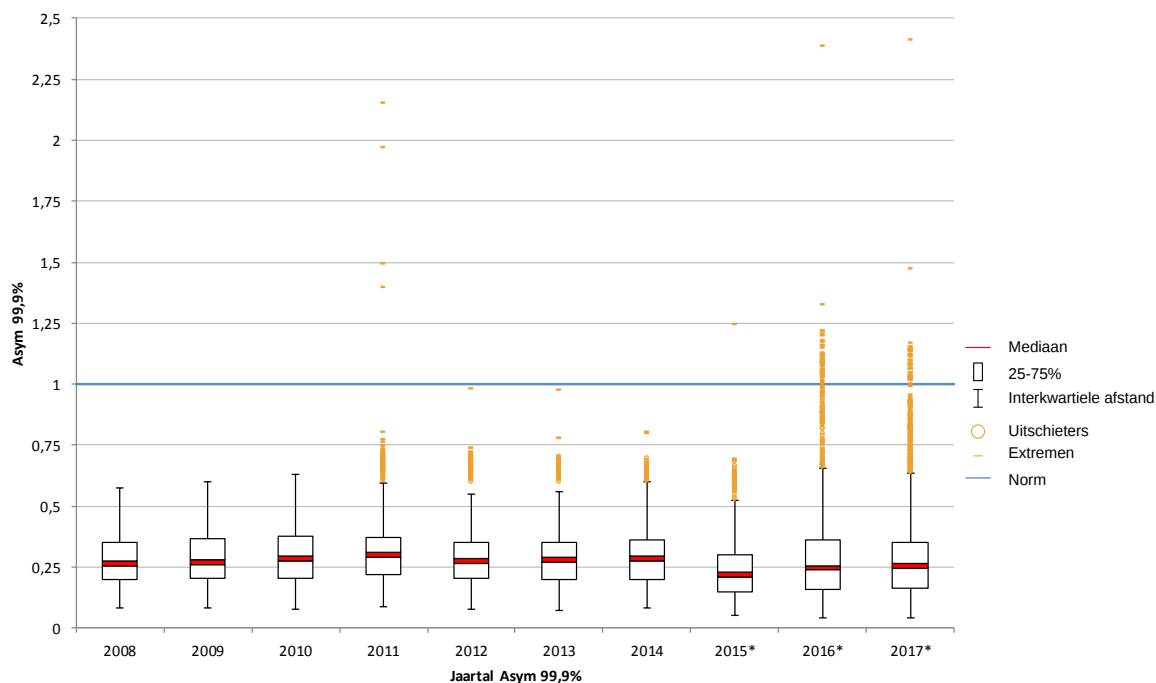
Figuur 4.3: Langzame spanningsvariatie Umax HS, 2008-2017



* 2015-2017: Meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar 82 meetlocaties

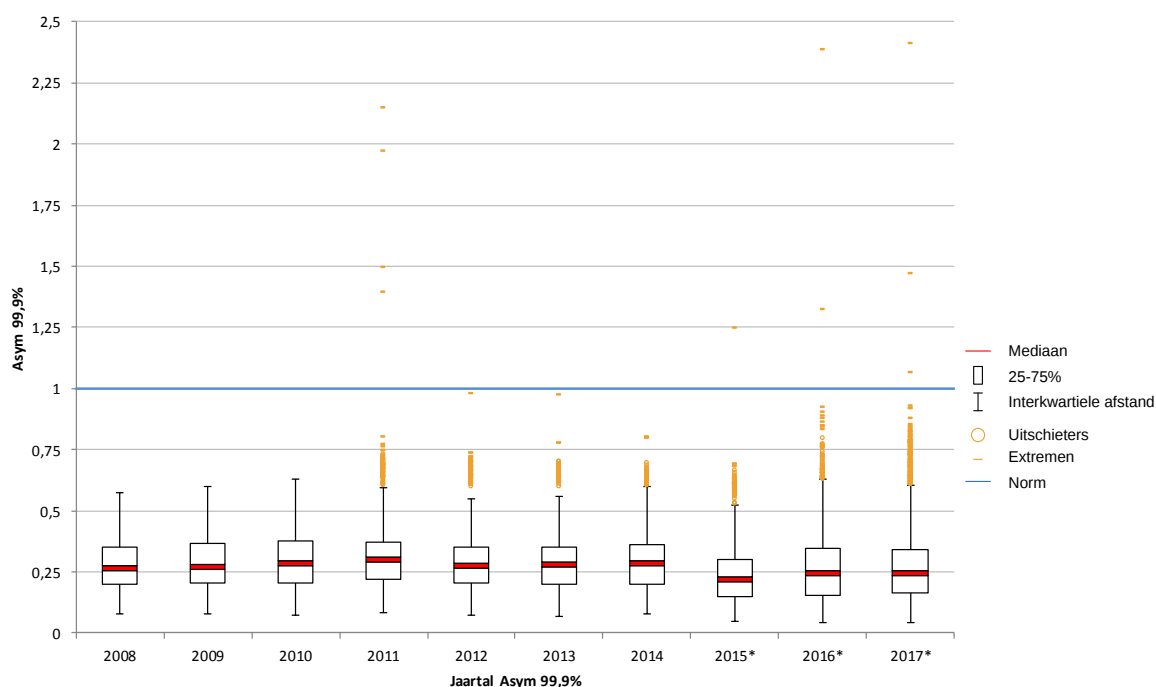
Figuur 4.4: Langzame spanningsvariatie Umin HS, 2008-2017

Figuur 4.5 bevat de trendanalyse van spanningsasymmetrie. Het figuur laat met name de laatste jaren een groot aantal overschrijdingen zien. Het grote aantal overschrijdingen is het gevolg van vergroting van het aantal meetlocaties. Opgemerkt wordt daarnaast dat nader onderzoek heeft uitgewezen dat de extremen en uitschieters in de afgelopen twee jaar grotendeels zijn veroorzaakt door twee meters nabij dezelfde locatie. Zie hiervoor ook Figuur 4.6 en de nadere toelichting in de bijlage.



* 2015-2017: Meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar 82 meetlocaties

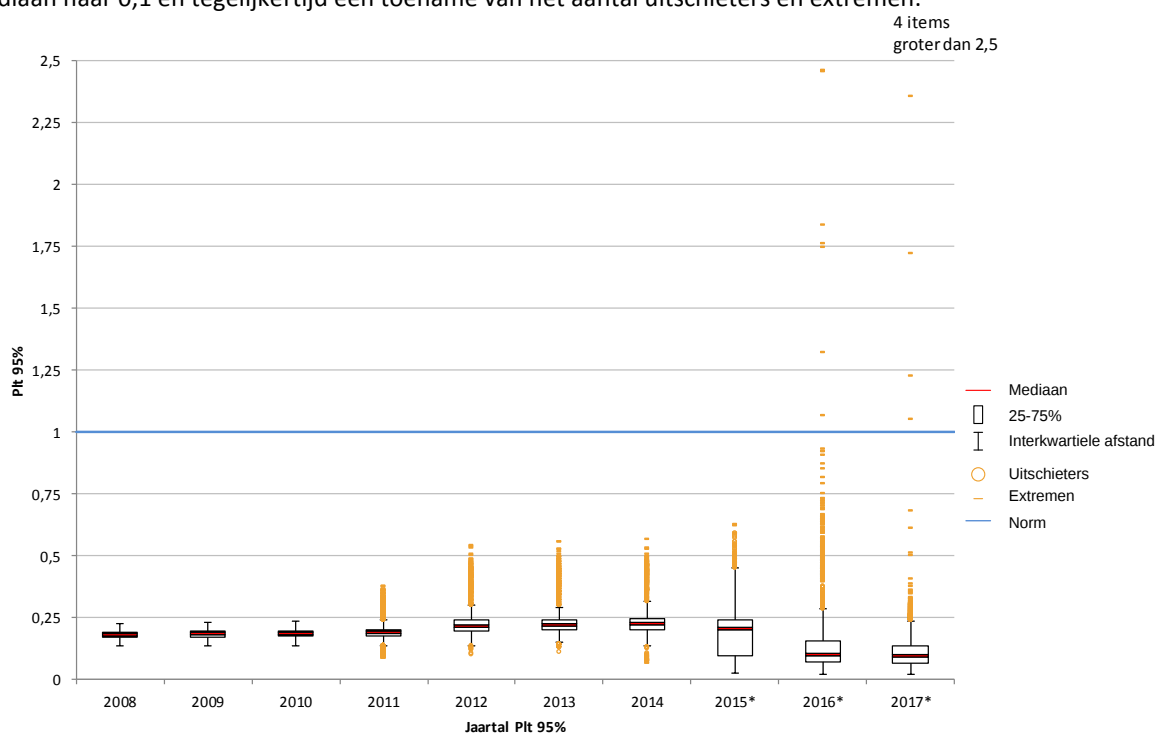
Figuur 4.5: Spanningsasymmetrie HS, 2008-2017



* 2015-2017: Meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar 82 meetlocaties

Figuur 4.6 Spanningsasymmetrie HS, 2008-2017, exclusief twee meetlocaties 2016-2017

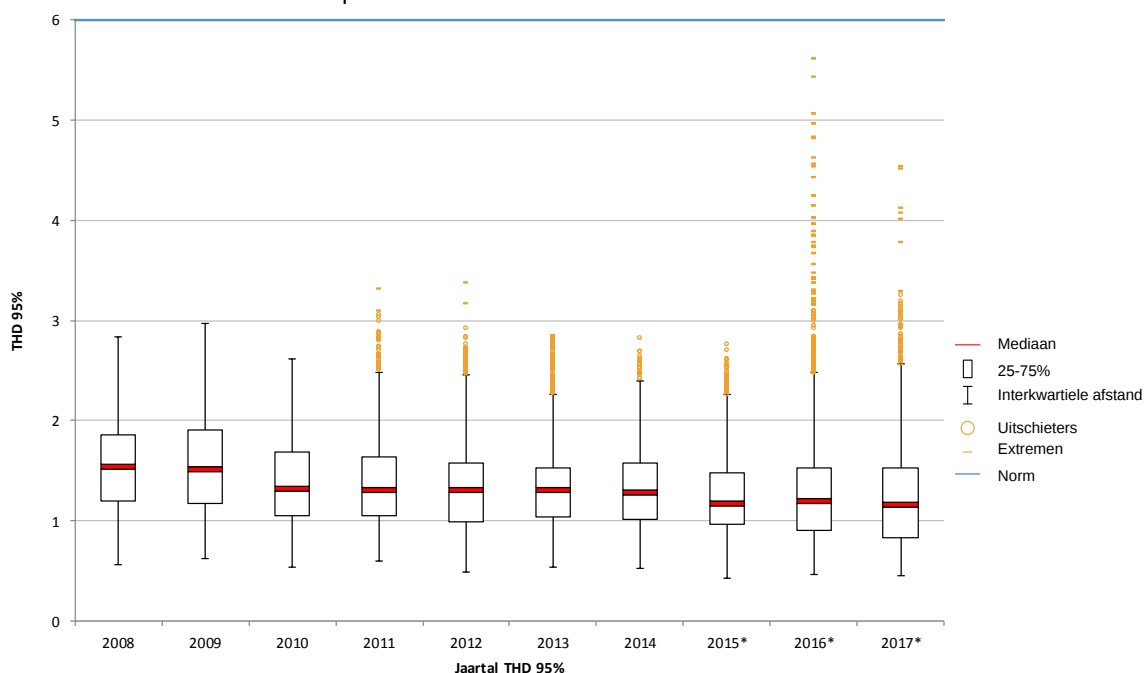
In Figuur 4.7 is de trendanalyse van de snelle spanningsvariatie (Plt) weergegeven. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt onder de 0,3. Uit de figuur blijkt dat de boxplots tot en met 2015 voldoen aan de 95%-grenswaarde uit de norm (blauwe lijn). In de afgelopen jaren zien we een daling van de mediaan naar 0,1 en tegelijkertijd een toename van het aantal uitschieters en extremen.



* 2015-2017: Meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar 82 meetlocaties

Figuur 4.7: Snelle spanningsvariatie Plt HS, 2008-2017

Figuur 4.8 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.



* 2015-2017: Meetpopulatie wordt meer dan verdrievoudigd naar 82 meetlocaties

Figuur 4.8: THD HS, 2008-2017

4.3 Spanningsdips

In het 50-66 kV net zijn op de vier meetlocaties die in 2017 bewaakt zijn geen hinderlijke spanningsdips geregistreerd. In het 110-150 kV net is op 78 meetlocaties gemeten en hier zijn wel dips waargenomen. Over deze dips wordt gerapporteerd volgens de categorisatie uit Tabel 4.3.

Tabel 4.3: 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			
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Cat. B1	Cat. B2	Cat. C	
5 > u				

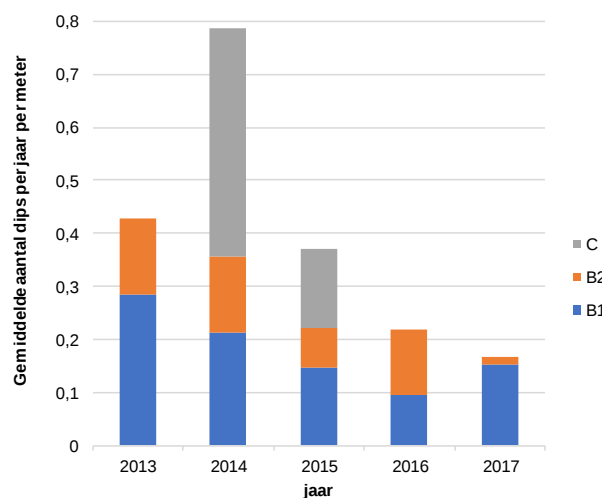
Categorie A betreft niet-hinderlijke spanningsdips en de categorieën B1, B2 en C vormen tezamen de hinderlijke spanningsdips. Spanningsdips in categorie A hebben over het algemeen weinig impact op de klantinstallatie. De klant kan eenvoudig zelf maatregelen nemen om eventueel ongemak te voorkomen. De netbeheerders rapporteren binnen dit project over de hinderlijke dips. Hiervan zijn er in 2017 gemiddeld 0,16 per meetlocatie geregistreerd (optelsom B1, B2 en C). In Tabel 4.4 wordt het aantal spanningsdips per hinderlijke categorie weergegeven.

Van de in totaal dertien hinderlijke spanningsdips is het merendeel (7 stuks) veroorzaakt door een kortsluiting in de installatie van een aangeslotene. De tweede oorzaak betreft een kortsluiting in het net (4 stuks). Bij twee dips is het niet gelukt om een eenduidige oorzaak te achterhalen.

Tabel 4.4: Spanningsdips 110-150 kV HS, 2017

Restspanning U (%)	Duur t (ms)			
	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000
90 > u ≥ 80	Niet-hinderlijk			Gemiddeld = 0,00 Totaal = 0
80 > u ≥ 70				
70 > u ≥ 40				
40 > u ≥ 5	Gemiddeld = 0,15 Totaal = 12	Gemiddeld = 0,01 Totaal = 1		
5 > u				

Figuur 4.9 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 sterk schommelt per jaar.



Figuur 4.9 Gemiddeld aantal hinderlijke spanningsdips per locatie 110-150kV HS, 2013-2017

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 2017. In de tweede wordt met behulp van boxplots de meetdata over de afgelopen negen jaar beschouwd. En in de laatste paragraaf wordt over de geregistreerde spanningsdips gerapporteerd.

5.1 Meetresultaten

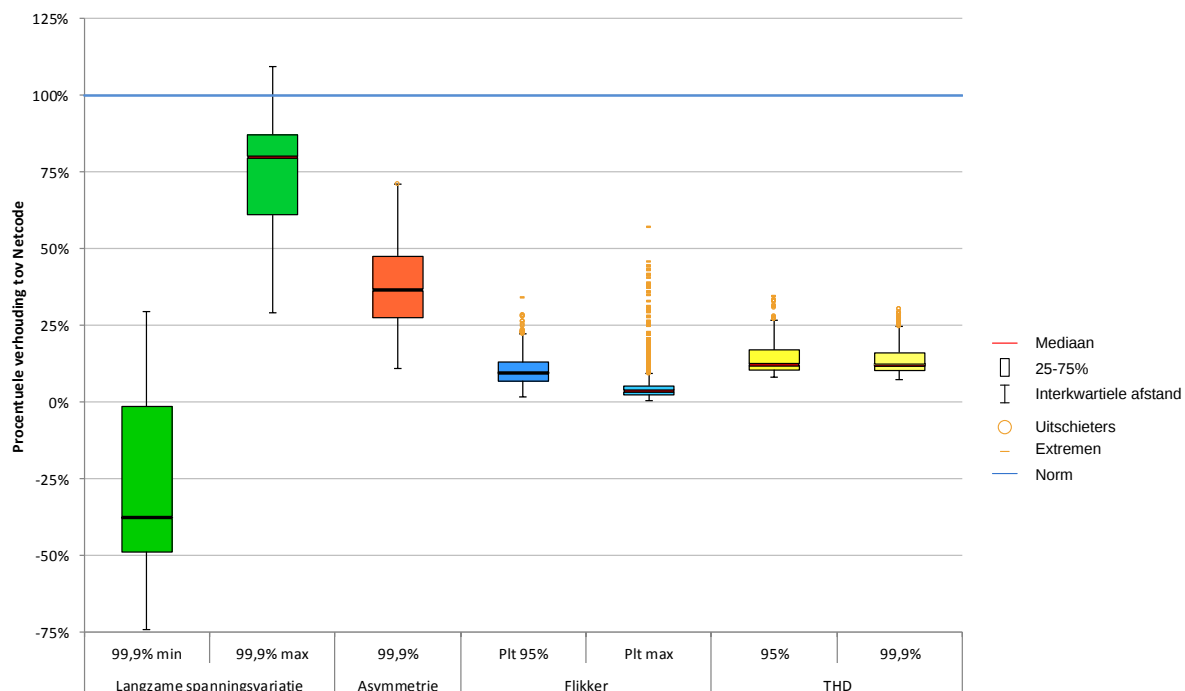
In EHS-net wordt de spanningskwaliteit van elke aangeslotene gemeten. In principe gebeurt dit met een eigen meter, maar in enkele gevallen bevinden zich meerdere aangeslotenen achter een en dezelfde meter. In onderliggend rapport wordt alleen over meters met een beschikbaarheid van meer dan 50% gerapporteerd. In 2017 betrof dit 18 EHS-meetlocaties. Een lage beschikbaarheid wordt voornamelijk veroorzaakt door velden die uit bedrijf zijn. Soms spelen ook oorzaken als onderhoudswerkzaamheden bij aangeslotenen 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 2017 zijn 888 weekmetingen uitgevoerd in het EHS-net. Bij 68 hiervan zijn overschrijdingen op het gebied van langzame spanningsvariatie geconstateerd. Zoals Tabel 5.1 laat zien betreffen deze overschrijdingen allemaal één meetlocatie. In de bijlage worden de overschrijdingen nader toegelicht. Op basis van de meetresultaten wordt gesteld dat in 2017 in het EHS-net 92% van de metingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 5.1: Metingen en overschrijdingen EHS, 2017

	Aantal	Aantal met overschrijdingen	Verschijnselen met overschrijdingen
			Langzame spanningsvariatie
Aantal locaties	18	2	2
Aantal weekmetingen	888	68	68

Figuur 5.1 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 figuur laat zien dat de meetresultaten van het verschijnsel langzame spanningsvariatie (99,9% max) deels niet aan de norm voldoen.



Figuur 5.1: Continue verschijnselen EHS, 2017

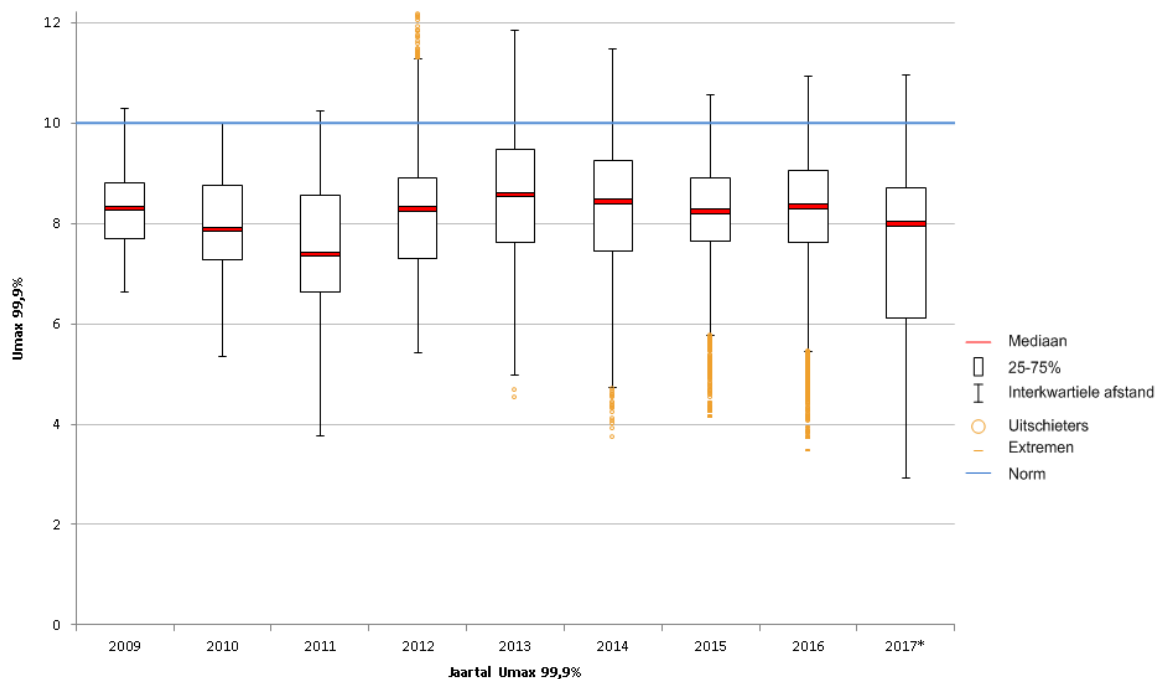
5.2 Trendanalyses

In deze paragraaf wordt de meetdata van het gehele EHS-net over de afgelopen negen 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% toetswaarde. Bij de andere figuren is de 95% toetswaarde toegepast.

In de loop de jaren zijn in het PQM-project verschillende wijzigingen doorgevoerd. Soms op eigen initiatief, soms op verzoek van aangesloten en of de toezichthouder. Zie het achtergronddocument voor meer informatie. De wijzigingen hebben uiteraard invloed op de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meetresultaten. In het afgelopen decennium betreffen de voornaamste wijzigingen binnen het EHS-net:

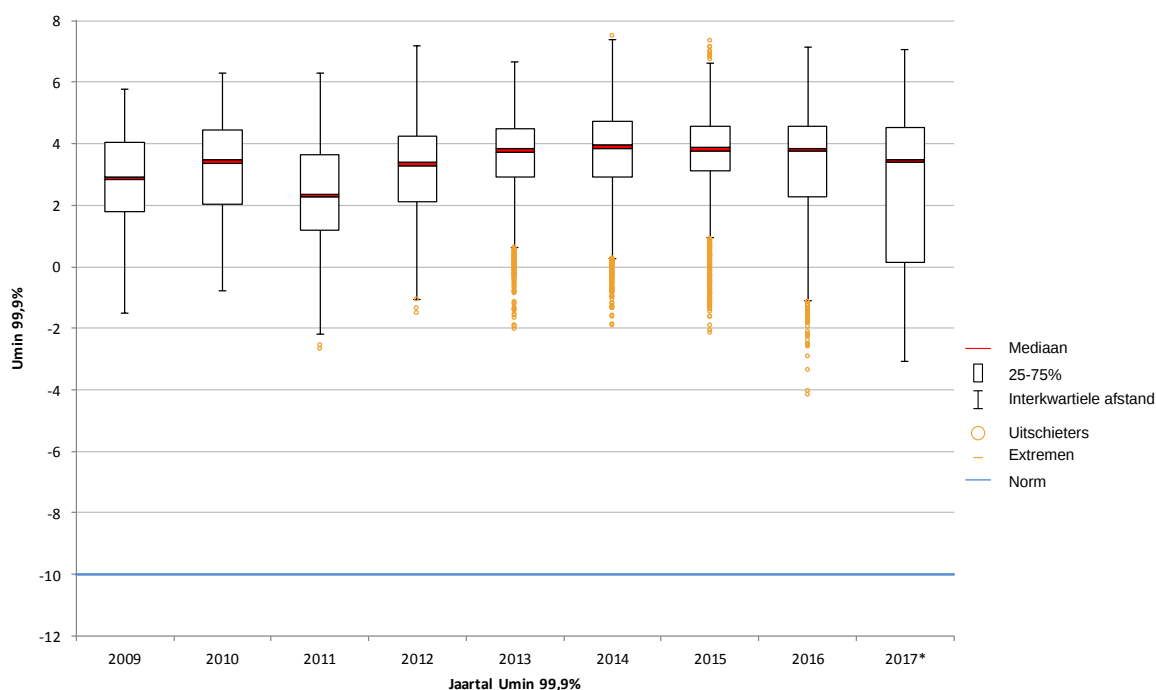
- 2009: start monitoring en rapportage door de landelijke netbeheerder;
- 2011: toevoeging van uitschieters en extremen aan de trendanalyse;
- 2014: overdracht van het meetsysteem naar een onafhankelijk bureau;
- 2015: overgang naar eenzelfde klasse A meetsysteem als het HS-net;
- 2016: drie meters blijken 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 langzame spanningsvariatie in het EHS-netvlak. Duidelijk waarneembaar is dat er al meerdere jaren overschrijdingen op langzame spanningsvariatie worden geregistreerd. De mediaan schommelt rond 8% (U max) en de 3% (U min). Beide figuren laten geen eenduidige trend zien.



* 2017: Zes projectmeters zonder klantaansluiting worden uit de rapportagepopulatie verwijderd

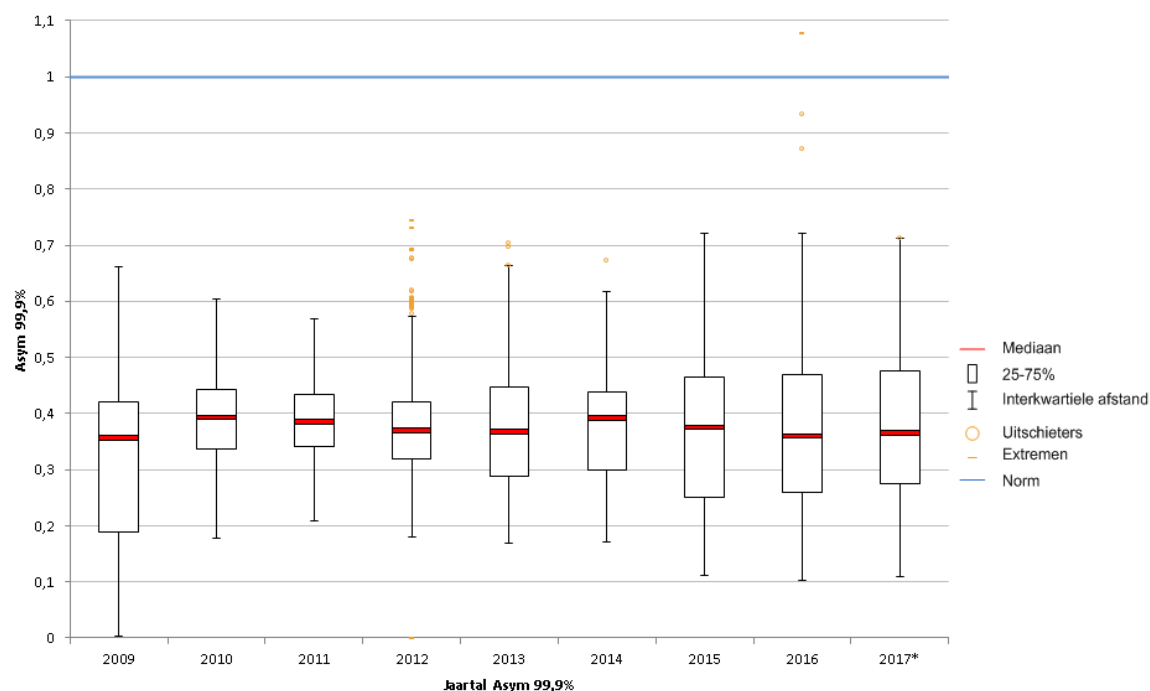
Figuur 5.2 Langzame spanningsvariatie Umax EHS, 2009-2017



* 2017: Zes projectmeters zonder klantaansluiting worden uit de rapportagepopulatie verwijderd

Figuur 5.3: Langzame spanningsvariatie Umin EHS, 2009-2017

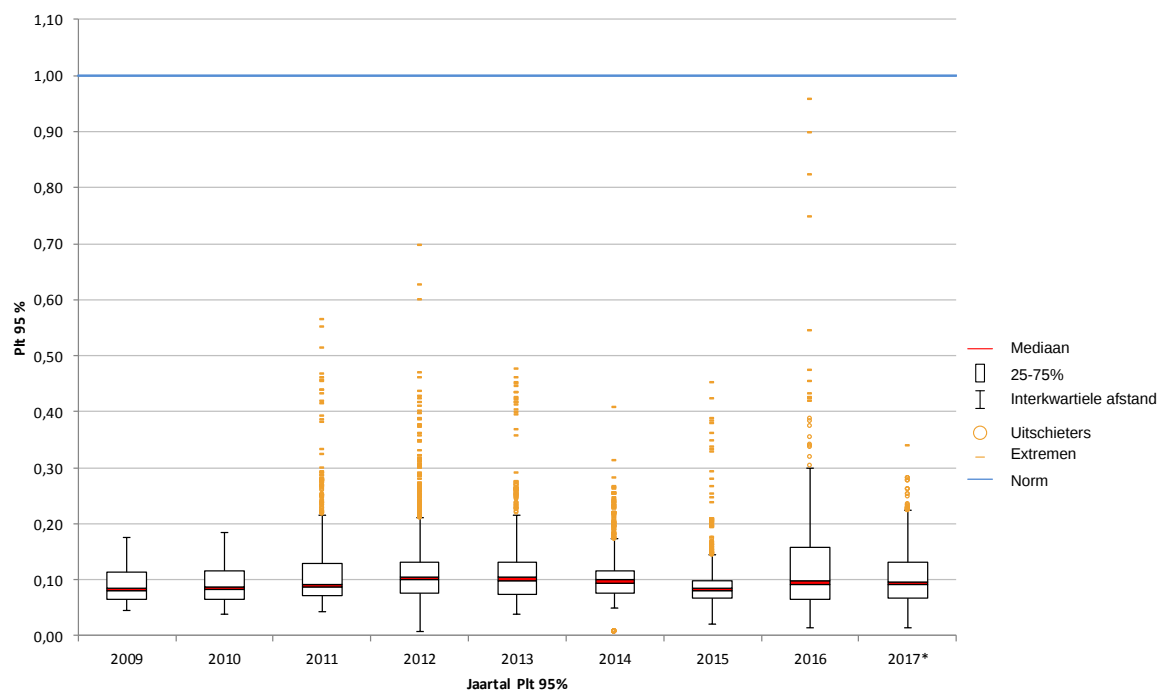
Figuur 5.4 laat de trendanalyse van spanningsasymmetrie zien. Uit het figuur blijkt dat de resultaten met uitzondering van 2016 voldoen aan de norm. De mediaan varieert tussen de 0,35 en 0,4%. Er is geen eenduidige stijging of daling qua trend aanwijsbaar.



* 2017: Zes projectmeters zonder klantaansluiting worden uit de rapportagepopulatie verwijderd

Figuur 5.4: Spanningsasymmetrie EHS, 2009-2017

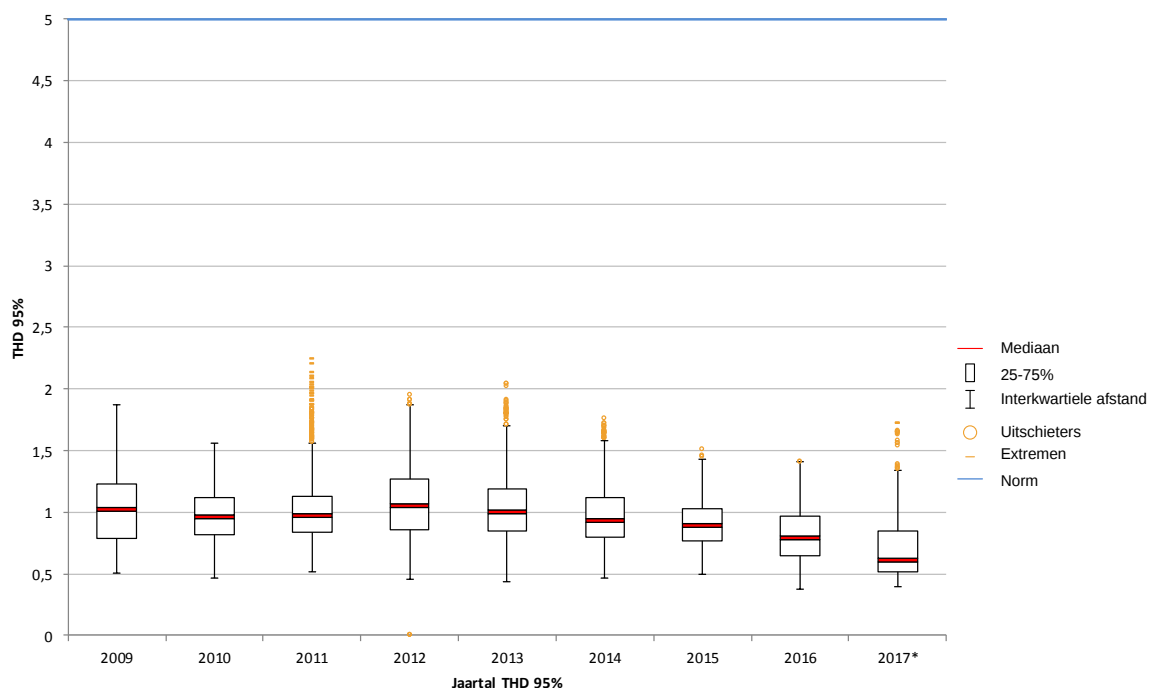
Figuur 5.5 bevat de trendanalyse van het verschijnsel snelle spanningsvariatie (Plt). Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen aan de norm. De mediaan is vrij constant en schommelt rond een waarde van 0,1.



* 2017: Zes projectmeters zonder klantaansluiting worden uit de rapportagepopulatie verwijderd

Figuur 5.5: Snelle spanningsvariatie Plt EHS, 2009-2017

In Figuur 5.6 is de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) opgenomen. Uit het figuur blijkt dat de resultaten voldoen de norm. Op basis van de mediaan is sinds 2013 een dalende trend waarneembaar.



* 2017: Zes projectmeters zonder klantaansluiting worden uit de rapportagepopulatie verwijderd

Figuur 5.6: THD EHS, 2009-2017

5.3 Spanningsdips

De spanningskwaliteit in het EHS-net wordt bewaakt op 18 meetlocaties die alle aangeslotenen omvatten. Op geen van deze locaties zijn hinderlijke spanningsdips geregistreerd. Dit is gangbaar: het aantal hinderlijke dips in het EHS-net is in de meeste jaren nul. Het is hierdoor niet mogelijk om een gedegen trendanalyse op te stellen.

Bijlagen

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2008 - 2017	30
Bijlage B: Toelichting overschrijdingen	31

Bijlage A: Metingen en overschrijdingen, 2008 - 2017

Tabel A.1: Aantal weekmetingen en overschrijdingen, 2008 - 2017

Jaar	Netvlak	Aantal bruikbare weekmetingen	Aantal weekmetingen met overschrijding			
			Langzame spannings- -variatie	Snelle spannings- -variatie	Asymmetrie	Harmonischen (incl. THD)
2017	LS	264	-	2	-	45
	MS	265	-	-	-	-
	HS (50-66kV)	176	-	-	-	3
	HS (110-150kV)	3567	-	4	53	-
	EHS	888	68	-	-	-
2016	LS	263	-	2	-	60
	MS	264	-	2	1	1
	HS	3439	-	5	53	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 ¹	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	-	-	-	-
2008	LS	57	-	-	-	6
	MS	59	-	1	-	-
	HS	1036	1	-	-	-

¹ In 2012 is voor het eerst de rapportage voor het extra hoogspanningsnet is geïntegreerd in de jaarrapportage van Netbeheer Nederland. Voorgaande jaren werd de rapportage voor EHS door de landelijke netbeheerder zelf opgesteld.

Bijlage B: Toelichting overschrijdingen

In deze bijlage wordt per netvlak nader ingegaan op de overschrijdingen. De toelichtingen zijn gebaseerd op informatie die door desbetreffende netbeheerder(s) is aangeleverd.

B.1 Laagspanningsnet

B.1.1 Snelle spanningsvariatie

Snelle spanningsvariatie kan leiden tot zogenaamde “flikker”. Flikker is een verschijnsel dat resulteert in zichtbare snelle veranderingen van de lichtintensiteit van elektrische verlichting. De mate waarin flikker doorwerkt op de lichtintensiteit hangt mede af van de gebruikte verlichtingstechniek. Flikker leidt in principe niet tot schade aan apparatuur, maar kan wel zorgen voor irritatie bij mensen, bijvoorbeeld tijdens het lezen. De ernst van flikker wordt uitgedrukt in Plt (long term flicker severity). Het flikkerniveau is moeilijk te evalueren omdat niet iedereen dezelfde irritatiegraad heeft. Om toch een grenswaarde te kunnen stellen, is empirisch bepaald en internationaal vastgelegd bij welke frequentie en vorm van een spanningsverandering de flikkeringen van een 60 Watt gloeilamp door de helft van de mensen wordt waargenomen.

In 2017 zijn er twee meetlocaties met een overschrijding op snelle spanningsvariatie geconstateerd.

Bij één van deze locaties zijn twee fasen overschreden. Nader onderzoek leert dat er geen spanningsklachten in de regio bekend zijn. Op basis van de meetgegevens ontstond het vermoeden dat de oorzaak van de overschrijding een hennepplantage of drugslab betreft. Naar aanleiding hiervan is contact gezocht met de politie, die de locatie nader onderzocht heeft. Uit dit onderzoek bleek dat inderdaad een hennepplantage aanwezig was, waarna het pand is ontruimd.

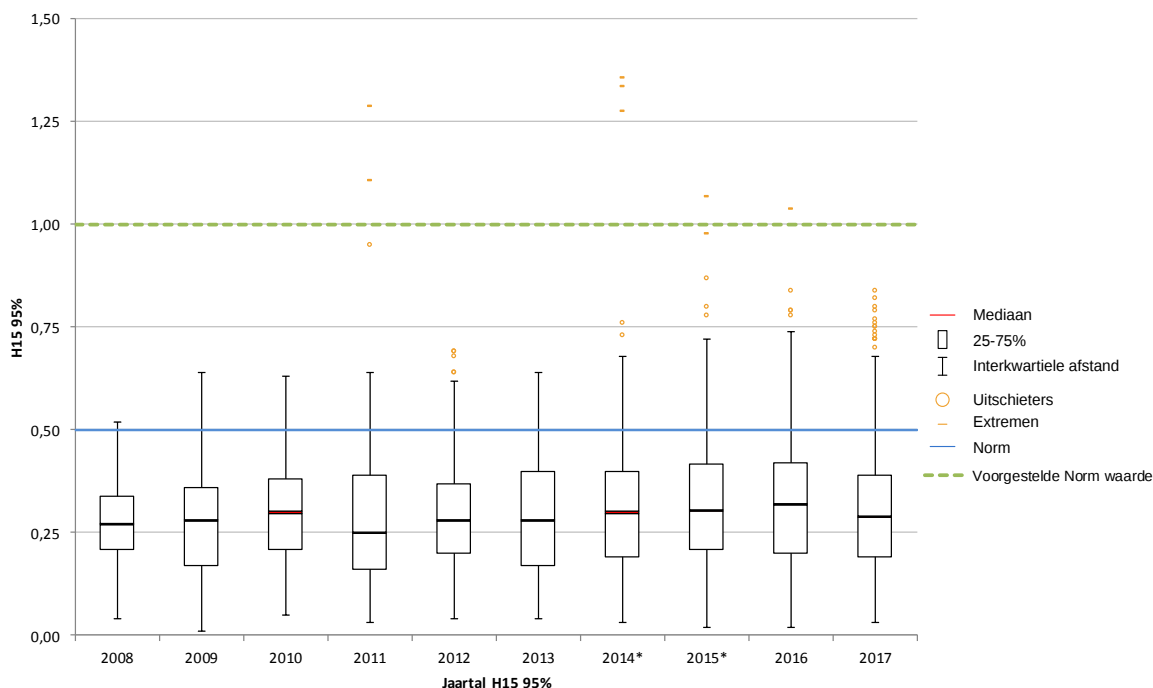
Van de tweede overschrijding is geen (vermoedelijke) oorzaak achterhaald. De netbeheerder heeft daarop een hermeting op de locatie laten uitvoeren. Uit de meetresultaten van deze meting bleek er geen overschrijding meer aanwezig te zijn.

B.1.2 Harmonischen

De spanning in Nederland is sinusvorming en heeft een frequentie van 50 Hz. Men spreekt over harmonische vervorming wanneer er in de spanning ook andere frequenties met een veelvoud dan deze basisfrequentie aanwezig zijn: de zogenaamde hogere harmonischen. De 9^e harmonische heeft een frequentie van 450 Hz. Mogelijke gevolgen van harmonische vervorming zijn: extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur.

In 2017 is er op één meetlocatie een overschrijding op het gebied van de 9^e harmonische geconstateerd. Deze overschrijding is op één fase gemeten. Van deze overschrijding is geen (vermoedelijke) oorzaak achterhaald. Navraag bij de klant leert dat zij geen hinder heeft ondervonden. De netbeheerder treft daarom voorts nog geen verbetermaatregelen, maar laat nog wel een hermeting uitvoeren.

In 2017 zijn op 44 meetlocaties overschrijdingen geconstateerd met betrekking tot de 15^e harmonische. Overschrijdingen in de 15^e harmonische komen de laatste jaren veelvuldig voor. Niet alleen in Nederland, maar in meerdere landen. Van hinder bij aangeslotenen is geen sprake. In 2017 is daarom een voorstel ingediend bij de Europese normcommissie om de grenswaarden aan te passen voor de 15^e 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 de overschrijdingen in 2017 vervallen. Zie ook Figuur B.



*2014-2015: Vervijfoudiging minimale steekproefomvang.

Figuur B: 15^e harmonischen, 2008 – 2017

B.2 Middenspanningsnet

Er hebben in 2017 bij geen van de getoetste spanningsverschijnselen overschrijdingen plaatsgevonden.

B.3 Hoogspanningsnet 50-66 kV

B.3.1 Harmonischen

De spanning in Nederland is sinusvorming en heeft een frequentie van 50 Hz. Men spreekt over harmonische vervorming wanneer er in de spanning ook andere frequenties met een veelvoud dan deze basisfrequentie aanwezig zijn: de zogenaamde hogere harmonischen. De 11^e harmonische heeft een frequentie van 550 Hz. Mogelijke gevolgen van harmonische vervorming zijn: extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur.

In 2017 zijn in het 50-66kV HS-net drie weekmetingen met een overschrijding op de 11^e harmonische geconstateerd. Alle drie de weekmetingen zijn afkomstig van één locatie. Bij één van deze weekmetingen is er ook tegelijkertijd een overschrijding geconstateerd op de 13^e harmonische. Alle overschrijdingen hebben in kwartaal 2 van 2017 plaatsgevonden. In de andere kwartalen lagen de meetresultaten ruim onder de norm.

De locatie betreft een windmolenpark dat is aangesloten op het 50 kV net. De netbeheerder heeft onderzoek gedaan naar de oorzaak, maar geen eenduidige verklaring kunnen vinden. Er zijn geen klachten in de regio geregistreerd. Er is meermaals tevergeefs contact gezocht met de klant.

B.4 Hoogspanningsnet 110-150 kV

De landelijke netbeheerder is bezig om de overschrijdingen te onderzoeken. In de onderstaande toelichting wordt de huidige stand van zaken besproken. Opgemerkt wordt dat er geen klachten bij de landelijke netbeheerder zijn gemeld over deze overschrijdingen. Het is mogelijk dat uit de onderzoeken gaat blijken dat bovenstaande overschrijdingen het gevolg zijn van meetfouten.

B.4.1 Asymmetrie

Op twee van de 78 meetlocaties zijn in het 110-150 kV HS-net overschrijdingen geconstateerd op het gebied van de asymmetrie. Deze gemeten installaties zijn vrijwel identiek en zijn beide aangesloten op hetzelfde onderstation. Uit nader onderzoek is gebleken dat de grenswaarde van de asymmetrie nagenoeg permanent wordt overschreden en niet afhankelijk is van de variaties in de stroom. Het is daarom aannemelijk dat de overschrijdingen niet het gevolg zijn van oorzaken uit het elektriciteitsnet/belastingen. Uit de tekeningen van het meetcircuit blijkt dat het meetcircuit mogelijk door een ander meetapparaat asymmetrisch wordt belast. Het vermoeden bestaat dat de asymmetrie wordt veroorzaakt door dit meetapparaat. Het meetcircuit zal daarom op de effecten van dit meetapparaat worden onderzocht en indien nodig worden verbeterd.

B.4.2 Snelle spanningsvariatie Plt

Op één van de 78 meetlocaties in het 110-150 kV HS-net is een overschrijding geconstateerd op het gebied van asymmetrie. De meetresultaten van Rotterdam Waalhaven laten zien dat twee van de drie gekoppelde spanningen een overschrijding van de Plt waarden hebben. Hieruit volgt dat het meetcircuit de meest waarschijnlijke oorzaak van de overschrijding is. Het meetcircuit zal daarom op onvolkomenheden worden onderzocht en indien nodig worden verbeterd.

B.5 Extra hoogspanningsnet

De landelijke netbeheerder is bezig om de overschrijdingen te onderzoeken. In de onderstaande toelichting wordt de huidige stand van zaken besproken. Opgemerkt wordt dat er geen klachten bij de landelijke netbeheerder zijn gemeld over deze overschrijdingen. Het is mogelijk dat uit de onderzoeken gaat blijken dat bovenstaande overschrijdingen het gevolg zijn van meetfouten.

B.5.1 Langzame spanningsvariatie

Op twee van de 18 meetlocaties in het 220-380 kV EHS-net zijn overschrijdingen geconstateerd op het gebied van de langzame spanningsvariatie. De spanning in het EHS-net wordt door de bedrijfsvoering van TenneT bewaakt op basis van gedefinieerde grenswaarden. Voor de bewaking van de grenswaarden wordt een andere spanningsmeting gebruikt dan de spanningsmeting van het PQM meetsysteem. Het is gebleken dat de spanningsmeting van de bedrijfsvoering een iets lagere waarde aangeeft (ca. 1.5%) dan het PQM-meetsysteem. Dit verschil in waarden valt binnen de toleranties van beide meetsystemen, maar zorgt ervoor dat de bedrijfsvoerder de kleine overschrijding niet waarneemt.

De voorgenomen maatregel is om op korte termijn de grenswaarde voor de bedrijfsvoerders uit voorzorg te verlagen en beide meetsystemen in meer detail te vergelijken.

Colofon

Project	Spanningskwaliteit in Nederland, Resultaten 2017
Projectnummer	RA131674
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-TB-180002390 / Versie 1.0
Datum	26 april 2018
Contactgegevens	Netbeheer Nederland Liane ter Maat (woordvoerder) Postbus 90608 2509 LP Den Haag 070 - 205 50 00 secretariaat@netbeheernederland.nl