



Spanningskwaliteit in Nederland, resultaten 2013

Opdrachtgever **Netbeheer Nederland**

Opdrachtnemer **Movares Nederland B.V.**
Movares Energy

Kenmerk RM-ME-RM131261-01 / Versie 1.0

Datum Utrecht, 24 april 2014

Autorisatieblad

Spanningskwaliteit in Nederland, resultaten 2013

Versie	Toelichting	Datum
0.1 (concept)	Ter review aangeboden aan leden contactgroep Spanningskwaliteit	19 maart 2014
1.0 (definitief)	- Reviewcommentaar leden contactgroep verwerkt - Eindcontrole en vrijgave door Movares	24 april 2014

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Tom Bogaert & Luuk Derksen	 LD	22 april 2014
Eindcontrole en vrijgave door	Rik Luiten	RL	24 april 2014

Samenvatting

In opdracht van Netbeheer Nederland voeren de netbeheerders ieder jaar met ondersteuning van een onafhankelijk advies- en ingenieursbureau het project Spanningskwaliteit in Nederland (ook bekend als: PQM-project) uit. Het resultaat van dit project is onderliggend rapport waarin de resultaten worden gepresenteerd van de spanningskwaliteitsmetingen in 2013. Daarnaast vindt een trendanalyse plaats op basis van de meetresultaten van de afgelopen tien jaar. Bij toetsing van de metingen zijn voor alle netvlakken de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie en harmonische spanningsvervalsing. Aanvullend worden in het hoogspanningsnet spanningsdips geregistreerd.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de power quality metingen die in 2013 binnen het PQM-project zijn gepland en uitgevoerd. Met 'gepland' wordt bedoeld op het aantal weekmetingen dat volgt uit de steekproef. In de praktijk wordt het geplande aantal metingen niet altijd gehaald, omdat zich voorziene of onvoorziene omstandigheden hebben voorgedaan. Denk hierbij aan geplande onderbrekingen (onderhoud), kalibraties, defecte apparatuur, communicatieproblemen of storingen. Binnen het PQM-project worden de bruikbare weekmetingen getoetst aan de kwaliteitscriteria zoals vastgelegd in de Netcode Elektriciteit [1] en NEN-EN 50160 [2]. Op basis van de meetresultaten wordt per netvlak een uitspraak gedaan over de landelijke spanningskwaliteit.

Tabel S1: Geplande en bruikbare weekmetingen

Categorie	Laagspanning	Middenspanning	Hoogspanning	Extra Hoogspanning
Gepland	60	60	1040	884
Bruikbaar	60	56	964	708 ¹

In het **laagspanningsnetvlak** zijn bij 13 weekmetingen overschrijdingen geconstateerd ten aanzien van de 15^e harmonische. Bij alle andere spanningsverschijnselen heeft geen overschrijding plaatsgevonden. Vertaald naar landelijke proporties wordt aan de hand van deze meetresultaten met een betrouwbaarheid van 90% gesteld dat in 2013 tussen de 68% en 86% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria met betrekking tot de 15^e harmonische. Met betrekking tot alle andere spanningsverschijnselen wordt met een betrouwbaarheid van 90% gesteld dat in 2013 tussen de 94% en 100% van de klantaansluitingen voldeed.

In het **middenspanningsnetvlak** is bij geen van de weekmetingen een overschrijding geconstateerd. Vertaald naar landelijke proporties wordt aan de hand van deze meetresultaten met een betrouwbaarheid van 90% gesteld dat in 2013 tussen de 96% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria met betrekking alle spanningsverschijnselen.

¹ Een uitzondering hierop vormt het verschijnsel snelle spanningsvariatie. Voor dit verschijnsel waren 564 weekmetingen beschikbaar.

In het **hoogspanningsnetvlak** is bij geen van de weekmetingen een overschrijding geconstateerd. Vertaald naar landelijke proporties wordt aan de hand van deze meetresultaten met een betrouwbaarheid van 90% gesteld dat in 2013 klantaansluitingen tussen de 99% en 100% van de tijd voldeden aan de geldende kwaliteitscriteria met betrekking alle spanningsverschijnselen.

Uit de meetresultaten blijkt verder dat er in het hoogspanningsnetvlak in 2013 205 spanningsdips hebben plaatsgevonden. Dit komt neer op een gemiddelde van 10,2 dips per klantaansluiting.

In het **extra hoogspanningsnetvlak** zijn bij 149 weekmetingen overschrijdingen geconstateerd ten aanzien van langzame spanningsvariatie (99,9%-max). Deze zijn gerelateerd aan 5 van de 17 meetlocaties. Daarnaast zijn er bij 6 weekmetingen overschrijdingen geconstateerd ten aanzien van snelle spanningsvariatie (flikker Plt). Deze zijn gerelateerd aan 1 van de 17 meetlocaties. Aan de hand van deze meetresultaten kan worden gesteld dat in 2013 klantaansluitingen 79% van de tijd voldeden aan de geldende kwaliteitscriteria met betrekking langzame spanningsvariatie. Voor snelle spanningsvariatie was dit percentage ruim 98%. En bij alle andere verschijnselen gold een percentage van 100%.

Uit de meetresultaten blijkt verder dat er in het extra hoogspanningsnetvlak in 2013 52 spanningsdips hebben plaatsgevonden. Dit komt neer op een gemiddelde van 3,1 dips per klantaansluiting.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Inleiding	5
2 Bewaakte spanningsverschijnselen	7
2.1 Langzame spanningsvariatie	7
2.2 Snelle spanningsvariatie	7
2.3 Spanningsasymmetrie	8
2.4 Harmonische vervorming	8
2.5 Spanningsdips	9
3 Spanningskwaliteit in 2013	10
3.1 Geplande en bruikbare weekmetingen	10
3.2 Laagspanningsnetvlak	11
3.3 Middenspanningsnetvlak	13
3.4 Hoogspanningsnetvlak	13
3.5 Extra hoogspanningsnetvlak	16
4 Trendanalyse	20
4.1 Langzame spanningsvariatie	21
4.2 Snelle spanningsvariatie	25
4.3 Spanningsasymmetrie	28
4.4 Totale harmonische vervorming	30
5 Ontwikkelingen PQM-project	33
Referenties	35
Bijlagen	36
Colofon	54

1 Inleiding

In opdracht van Netbeheer Nederland voeren de netbeheerders ieder jaar met ondersteuning van een onafhankelijk advies- en ingenieursbureau het project Spanningskwaliteit in Nederland (ook bekend als: PQM-project) uit. Dit project geeft op basis van metingen inzicht in de spanningskwaliteit van de Nederlandse elektriciteitsnetten. De overheid stelt binnen wet- en regelgeving eisen aan de elektriciteitsnetten van Nederland, waaronder de spanningskwaliteit. Controle op naleving van deze eisen wordt gedaan door de Autoriteit Consument & Markt (ACM).

In de Netcode Elektriciteit [1] is bepaald dat de spanningskwaliteit moet voldoen aan een aantal kwaliteitscriteria. Deze criteria zijn een verscherpte versie van de kwaliteitseisen uit de norm NEN-EN 50160 [2]. De landelijke spanningskwaliteit wordt gebaseerd op de uitgevoerde power quality metingen en wordt jaarlijks gerapporteerd. Dit rapport is in nauwe samenwerking met de Nederlandse netbeheerders tot stand gekomen en is bedoeld voor iedereen die geïnteresseerd is in de spanningskwaliteit van de Nederlandse elektriciteitsnetten. Dit rapport wordt digitaal beschikbaar gesteld via de website www.NetbeheerNederland.nl.

In het voorliggende rapport worden de resultaten gepresenteerd van de spanningskwaliteit in de verschillende netvlakken binnen Nederland in 2013. Daarnaast vindt een trendanalyse plaats op basis van de meetresultaten van de afgelopen tien jaar. Dit rapport is de rapportage als bedoeld in artikel 6.1.4 van de Netcode. 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 worden in het hoogspanningsnet spanningsdips en transiënten² geregistreerd.

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.

Voor het PQM-project vindt ieder jaar in zowel het LS- als MS-netvlak een aselechte trekking plaats uit EAN-codes. Er worden per netvlak 60 EAN-codes getrokken. Deze worden vervolgens gekoppeld aan een postcode. De desbetreffende netbeheerder moet in dit postcodegebied een power quality meting uitvoeren. Indien er geen geschikt aansluitpunt in het opgegeven gebied aanwezig is, wordt zo dicht mogelijk bij de getrokken locatie een alternatief aansluitpunt geselecteerd. De getrokken EAN-codes worden ook gekoppeld aan een aselekt gekozen kalendermaand. Metingen moeten zoveel mogelijk in de aangegeven maand gestart worden om de invloed van eventuele seizoenseffecten op de totale meetresultaten te voorkomen. Op basis van de meetresultaten wordt een statistische uitspraak gedaan aangaande de spanningskwaliteit binnen het LS- en MS-netvlak, vertaald naar landelijke proporties. De uitspraken gelden voor de aangesloten binnen een netvlak en kunnen niet worden gebruikt voor statistisch onderbouwde conclusies over de spanningskwaliteit in deelnetten of op individuele aansluitingen.

² Sinds medio 2009 vindt tevens registratie van transiënten plaats. De Netcode en NEN-EN 50160 bevatten geen eisen t.a.v. transiënten. De wijze van rapporteren van dit spanningsverschijnsel dient nader te worden vastgelegd en is vooralsnog geen onderdeel van deze rapportage.

In het HS- en EHS-netvlak wordt gebruik gemaakt van een continu meetsysteem. Toetsing van de meetresultaten gebeurt conform de eisen uit de Netcode per week. Op basis van de meetresultaten wordt in het de HS-netvlak een statistische uitspraak gedaan aangaande de spanningskwaliteit van het Nederlandse hoogspanningsnetvlak, vertaald naar landelijke proporties. In het EHS-netvlak is een statistische vertaling niet van toepassing omdat bij alle klantaansluitingen wordt gemeten.

De trekking, verwerking en toetsing van de metingen wordt door een onafhankelijk advies- en ingenieursbureau uitgevoerd. Dit rapport richt zich op de presentatie van de meetresultaten en gaat slechts beperkt in op de praktische uitvoering en opzet van het PQM-project. Meer gedetailleerde informatie over de steekproefmethode, geldende kwaliteitscriteria en berekening van de toetswaarden is vastgelegd in het Handboek Spanningskwaliteit in Nederland [6]. Dit handboek is mede door de contactgroep spanningskwaliteit samengesteld.

Voor meer informatie over de individuele metingen waarop de uitspraken en figuren in dit rapport gebaseerd zijn, wordt verwezen naar de website www.UwSpanningskwaliteit.nl. Deze website wordt in mei 2014 gelanceerd en biedt bezoekers de mogelijkheid om de meetresultaten te bekijken van alle metingen die binnen het PQM-project zijn uitgevoerd. De website wordt ieder kwartaal geüpdate en bevat meetgegevens vanaf 2013.

Hoofdstuk 2 van dit rapport geeft een algemene uitleg over de spanningsverschijnselen in elektriciteitsnetwerken. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten vermeld met betrekking tot de metingen van de spanningskwaliteit in 2013. Hoofdstuk 4 bevat een trendanalyse van de resultaten van de afgelopen tien jaar. De relevante ontwikkelingen rondom het PQM-project zijn vermeld in hoofdstuk 5. In de bijlagen van dit rapport zijn de figuren opgenomen van de meetresultaten en de toelichting van de netbeheerders bij geregistreerde overschrijdingen. Ook wordt hier een overzicht gegeven van de overschrijdingen van de afgelopen tien jaar.

2 Bewaakte spanningsverschijnselen

In dit hoofdstuk worden de spanningsverschijnselen die betrekking hebben op de spanningskwaliteit nader toegelicht. Binnen het PQM-project worden vijf verschijnselen van de kwaliteit van de spanning beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie, harmonische vervorming en spanningsdips. Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van elk verschijnsel en de mogelijke oorzaken, gevolgen en oplossingen hiervan. Dit hoofdstuk is informatief bedoeld en beoogt niet volledig te zijn. Voor een volledig overzicht van de geldende kwaliteitscriteria wordt verwezen naar de Netcode [1] in combinatie met de NEN-EN 50160 [2].

2.1 Langzame spanningsvariatie

Langzame spanningsvariatie wordt gedefinieerd als een daling of stijging van het spanningsniveau. In de Netcode zijn eisen gesteld aan de maximale afwijking van de spanning. Voor het laagspanningsnet is bijvoorbeeld vastgesteld dat de 10 minuten gemiddelde waarde van de spanning gedurende 95% van een week tussen 207 V en 253 V moet liggen. Wanneer het spanningsniveau zich buiten deze grenswaarden begeeft, kan dit leiden tot versnelde veroudering, storingen en - vooral in het geval van een spanningsstijging - beschadiging van elektrische apparaten.

Langzame spanningsvariatie wordt veroorzaakt door een wisselend belastingpatroon op het net. Naarmate bijvoorbeeld de totale belasting ten gevolge van de ochtend- en avondpiek stijgt, daalt de spanning. Wanneer deze daling te groot dreigt te worden, kan een netbeheerder maatregelen treffen. Bijvoorbeeld door het aanleggen van een extra kabel, of het bijplaatsen van een transformator. Het gedrag van klanten kan overigens ook leiden tot een stijging van het spanningsniveau. Een voorbeeld hiervan is het plaatsen van decentrale opwekeenheden zoals dieselgeneratoren, zonnepanelen, windmolens en warmtekrachtkoppelingen.

2.2 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 P_{lt} (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 dit geval spreekt men over een snelle spanningsvariatie van 1. Er is sprake van een overschrijding van de kwaliteitseisen uit de Netcode, wanneer deze waarde gedurende meer dan 5% van een week wordt overschreden.

Snelle spanningsvariatiën kunnen veroorzaakt worden door het veelvuldig in- en uitschakelen van grote, lokale belastingen of door belastingen met een repeterend karakter. Voorbeelden zijn: lasapparatuur, liften, kopieermachines en röntgenapparatuur.

Vaak is een betere verdeling van storende belastingen over de fasen en/of kabels een kosteneffectieve oplossing van flikkerproblemen. Eventueel kan het schakelgedrag worden aangepast. Bij grotere verbruikers kan speciale compensatieapparatuur worden geplaatst.

2.3 Spanningsasymmetrie

We spreken over asymmetrie wanneer in een driefasen systeem de effectieve waarden van de fasespanningen en/of de fasehoeken niet aan elkaar gelijk oftewel in onbalans zijn. In de praktijk kan bijvoorbeeld de aansluiting van zonnepanelen in een straat op dezelfde fase voor asymmetrie zorgen. In de Netcode worden eisen gesteld aan de maximale afwijking. Zo geldt voor het laag- en middenspanningsnet onder andere dat de inverse component van de spanning gedurende 95% van een week maximaal 2% van de normale component mag bedragen. In het (extra) hoogspanningsnet is deze eis strenger: maximaal 1% gedurende 99,9% van een week.

Door asymmetrie kunnen apparaten verstoord en beschadigd raken. Een ander belangrijk gevolg van asymmetrie is de opwarming van motoren, generatoren en kabels. Deze opwarming heeft energieverliezen tot gevolg, maar resulteert ook in levensduurverkorting. Een niet-symmetrische belasting is de veroorzaker van asymmetrie. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer één-fase belastingen (denk aan lampen, computers) niet goed over de verschillende fasen van een driefasen aansluiting worden verdeeld. Daarnaast zorgen illegale aansluitingen van bijvoorbeeld wettelers vaak voor (tijdelijke) asymmetrie.

Asymmetrie kan worden opgelost door belastingen beter te verdelen over de fasen. Ook kan het plaatsen van een nulpunttransformator voor verbetering zorgen.

2.4 Harmonische vervorming

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. Mogelijke gevolgen van harmonische vervorming zijn: extra energieverliezen en uitval van elektronische apparatuur. De Netcode stelt grenzen aan de totale harmonische vervorming. Een grenswaarde voor het laag- en middenspanningsnet (tot 35 kV) is 8% gedurende 95% van een week. Voor het hoogspanningsnet (tot 150 kV) geldt een strengere eis van maximaal 6% gedurende 95% van een week.

Harmonische vervorming wordt veroorzaakt door niet-lineaire belastingen. De belangrijkste bron van harmonische vervuiling is vermogenslektronica, zoals wordt toegepast in voedingen van computers, lichtdimmers, magnetrons of frequentieregelaars van elektrische motoren. Ook spaarlampen, LED-/ TL-verlichting en omvormers voor zonnepanelen kunnen hogere harmonischen in het elektriciteitsnetwerk veroorzaken. Er zijn verschillende methoden om harmonische vervuiling terug te dringen, zoals het toepassen van passieve filters voor een specifieke frequentie en actieve filters, die zich kunnen aanpassen aan de variatie van de harmonischen.

2.5 Spanningsdips

Vanaf 2005 worden binnen het PQM-project spanningsdips in het hoogspanningsnetvlak geregistreerd. Een spanningsdip is een korte (tijdelijke) en plotselinge daling van de spanning met minstens 10%. In het PQM-meetsysteem vindt registratie plaats ten opzichte van de op dat moment heersende spanning. In tegenstelling tot de eerder genoemde verschijnselen stellen de Netcode en NEN-EN 50160 geen eisen aan dit verschijnsel. Door het kortstondig wegvallen van het gewenste spanningsniveau kan gevoelige elektronische apparatuur uitvallen. Het gaat hierbij onder andere om computers, frequentieomvormers en nulspanningsbeveiligingen van machines. Bij diepe dips kunnen motoren tot stilstand komen.

Spanningsdips worden vooral veroorzaakt door kortsluitingen in het elektriciteitsnetwerk, bijvoorbeeld ontstaan door blikseminslag of een kapot getrokken kabel. Daarnaast kan het inschakelen van grote apparaten (belastingen), zoals transformatoren en industriële motoren, leiden tot spanningsdips. Er zijn verschillende mogelijkheden om spanningsdips te voorkomen of te overbruggen. Soft-starters kunnen bijvoorbeeld worden toegepast om te zorgen voor een geleidelijke inschakeling van een zware belasting. Zo kunnen compressoren van koelhuizen na elkaar in plaats van tegelijkertijd ingeschakeld worden. Aan de verbruikerskant kan eventueel een spanningsstabilisator of UPS-systeem (back-up voeding/ batterij) worden geïnstalleerd.

3 Spanningskwaliteit in 2013

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de spanningskwaliteitsmetingen die in 2013 zijn uitgevoerd. Bij toetsing van de metingen zijn voor de LS- en MS-netvlakken de volgende spanningsverschijnselen beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (leidend tot flikker), spanningsasymmetrie en harmonische vervorming. Voor de HS- en EHS-netvlakken worden aanvullend de geregistreerde spanningsdips gepresenteerd. Voor de transiënten op deze twee netvlakken is nog geen consensus over de wijze waarop deze gerapporteerd moeten worden. In Bijlage F is informatie van de stand van zaken tot nu toe weergegeven.

3.1 Geplande en bruikbare weekmetingen

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de power quality metingen die in 2013 binnen het PQM-project zijn gepland en uitgevoerd. Met 'gepland' wordt bedoeld op het aantal weekmetingen dat volgt uit de steekproef. Voor het laag- en middenspanningsnetvlak zijn dit er 60. Binnen het hoogspanningsnetvlak zijn er in totaal 1040 weekmetingen (52 weken x 20 meetlocaties) gepland. Bij extra hoogspanning worden in totaal 884 weekmetingen gepland (52 weken x 17 meetlocaties).

In de praktijk wordt het geplande aantal metingen niet altijd gehaald, omdat zich voorziene of onvoorziene omstandigheden hebben voorgedaan. Denk hierbij aan geplande onderbrekingen (onderhoud), kalibraties, defecte apparatuur, communicatieproblemen of storingen. In 2013 is van de geplande metingen in het LS-netvlak 100% uitgevoerd, in het MS-netvlak 93% (56 van de 60), in het HS-netvlak 93% (964 van de 1040) en in het EHS-netvlak 80% (708 van de 884). Zie ook tabel 3.1.

Tijdens de steekproeftrekking worden de LS- en MS-metingen gekoppeld aan een aselekt gekozen kalendermaand. De metingen moeten zoveel mogelijk in de aangegeven maand gestart worden om de invloed van eventuele seizoenseffecten op de totale meetresultaten te voorkomen. Bij HS en EHS speelt dit niet, omdat er gedurende het hele jaar metingen uitgevoerd worden. In tabel 3.1 toont aan dat in 2013 in het LS-netvlak 56 bruikbare metingen in de juiste maand gestart zijn en 49 in het MS-netvlak.

Tabel 3.1: Geplande en bruikbare weekmetingen

Categorie	Laagspanning	Middenspanning	Hoogspanning	Extra Hoogspanning
Gepland	60	60	1040	884
Bruikbaar	60	56	964	708 ³
Juiste maand	56	49	n.v.t.	n.v.t.

³ Een uitzondering hierop vormt het verschijnsel snelle spanningsvariatie. Voor dit verschijnsel waren 564 weekmetingen beschikbaar.

3.2 Laagspanningsnetvlak

Tabel 3.2 bevat een overzicht van alle bruikbare metingen die in 2013 in het LS-netvlak zijn uitgevoerd. Ook worden de overschrijdingen ten aanzien van de eisen uit de Netcode getoond. Uit de tabel blijkt dat er bij 13 van de 60 weekmetingen een overschrijding is geconstateerd. Alle overschrijdingen hebben betrekking op de 15^e harmonische en het aantal ligt hoger dan de afgelopen jaren. Bij alle andere verschijnselen heeft geen overschrijding plaatsgevonden. Hiermee scoort 2013 beter dan afgelopen jaren. Zie bijlage F voor een overzicht van het aantal metingen en overschrijdingen van de afgelopen tien jaar.

In bijlage A worden de meetresultaten van alle verschijnselen grafisch gepresenteerd. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 90% gesteld dat in 2013 in het LS-netvlak tussen de 68% en 86% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria met betrekking tot de 15^e harmonische. Met betrekking tot alle andere verschijnselen wordt met een betrouwbaarheid van 90% gesteld dat in 2013 in het LS-netvlak tussen de 94% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria.

Tabel 3.2: Metingen en overschrijdingen LS-netvlak

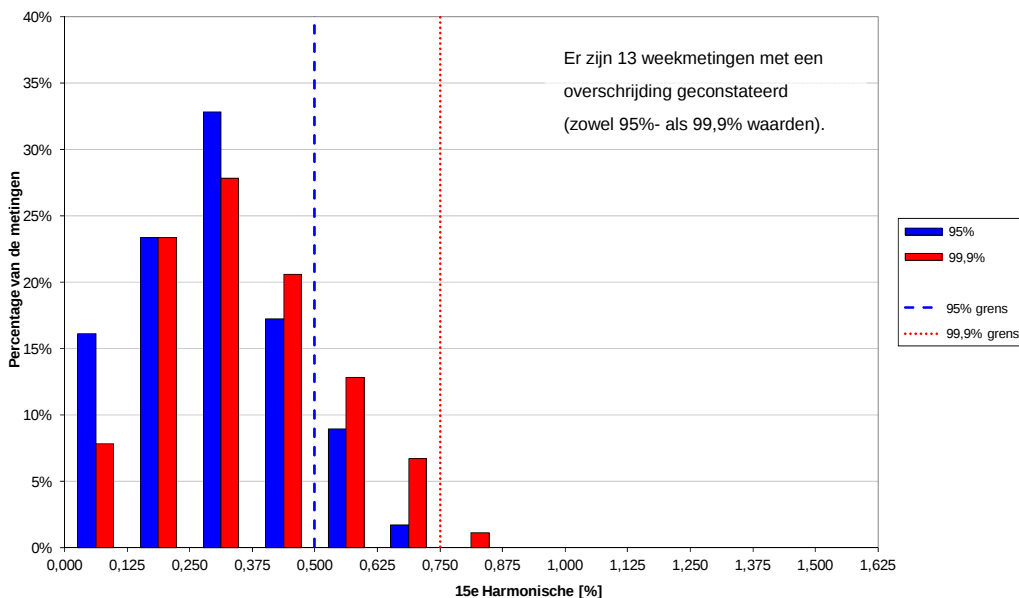
Mate van stedelijkheid	Metingen	Overschrijdingen 15e harmonische	Overschrijdingen overige
zeer sterk	19	3	0
sterk	5	2	0
matig	9	1	0
weinig	13	5	0
niet	14	2	0
Totaal	60	13	0

Op verzoek van toezichthouder ACM worden de metingen en overschrijdingen met ingang van dit jaar ook ingedeeld in subpopulaties voor de mate van stedelijkheid. Uit tabel 3.2 blijkt dat zowel de metingen als de overschrijdingen binnen alle subpopulaties hebben plaatsgevonden. 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

Figuur 3.1 toont de meetresultaten van de 15^e harmonische. Met een blauwe en rode stippellijn zijn in de figuur de grenswaarden uit de Netcode weergegeven. De figuur laat zien dat zowel de 95% als de 99,9% grens is overschreden. In totaal is bij 13 weekmetingen een overschrijding geconstateerd. In bijlage E geven de netbeheerders een nadere toelichting op de overschrijdingen. Hieruit blijkt dat klanten zover bekend geen overlast ondervinden met betrekking tot de overschrijdingen, maar de netbeheerders desondanks een onderzoek gestart zijn. Uit het onderzoek is gebleken dat de overschrijdingen niet toe te schrijven zijn aan een bepaalde regio en ook niet tijd- of seizoensgebonden zijn. Wel is gebleken dat de normen

voor de 15^e harmonischen streng zijn ten opzichte van de andere individuele harmonischen. In 2013 is daarom via de normcommissie Systeemaspecten van de elektriciteitsvoorziening (NEC 8) richting CEN-CENELEC kenbaar gemaakt dat verruiming van de normering (NEN-EN 50160) met betrekking tot de individuele harmonischen gewenst lijkt te zijn. In internationaal verband is hierop in kringen van TC8 positief gereageerd. De ervaring leert dat het reviseren van een Europese norm, in verband met de te doorlopen trajecten jaren in beslag neemt. Om binnen Nederland stappen te zetten, zullen de netbeheerders in 2014 een amendement met een gemoderniseerde tabel 1 indienen via NEC 8. Deze tabel betreft de grenswaarden voor individuele harmonischen tot en met 25. Na goedkeuring door de leden van NEC 8 kan dit amendement via Netbeheer Nederland en de ACM worden geëffectueerd door middel van een wijziging in de Netcode Elektriciteit.



Figuur 3.1: meetresultaten 15^e harmonische LS-netvlak

3.3 Middenspanningsnetvlak

Tabel 3.3 bevat een overzicht van alle bruikbare metingen die in 2013 in het MS-netvlak zijn uitgevoerd. Ook worden de overschrijdingen ten aanzien van de eisen uit de Netcode getoond. Uit de tabel blijkt dat er bij geen van de 56 weekmetingen een overschrijding is geconstateerd. Hiermee scoort 2013 beter dan vorig jaar. Zie bijlage F voor een overzicht van het aantal metingen en overschrijdingen van de afgelopen tien jaar.

In bijlage B worden de meetresultaten van alle verschijnselen grafisch gepresenteerd. Op basis van de meetresultaten wordt met een betrouwbaarheid van 90% gesteld dat in 2013 in het MS-netvlak tussen de 96% en 100% van de klantaansluitingen voldeed aan de geldende kwaliteitscriteria met betrekking alle verschijnselen.

Tabel 3.3: Metingen en overschrijdingen MS-netvlak

Subpopulatie	Metingen	Overschrijdingen
zeer sterk stedelijk	7	0
sterk stedelijk	9	0
matig stedelijk	5	0
weinig stedelijk	15	0
niet stedelijk	20	0
Totaal	56	0

Op verzoek van toezichthouder ACM worden de metingen en overschrijdingen met ingang van dit jaar ook ingedeeld in subpopulaties voor de mate van stedelijkheid. Uit tabel 3.3 blijkt dat de metingen binnen alle subpopulaties hebben plaatsgevonden. Voor een definitie van de gehanteerde subpopulaties wordt verwezen naar voorgaande paragraaf.

3.4 Hoogspanningsnetvlak

In het HS-netvlak is in 2013 op 20 vaste meetlocaties continu de spanningskwaliteit bewaakt. In totaal zijn 964 weekmetingen geanalyseerd. In lijn met voorgaande jaren zijn er geen overschrijdingen geconstateerd. Zie bijlage F voor een overzicht van het aantal metingen en overschrijdingen van de afgelopen jaren.

In bijlage C worden de meetresultaten van verschillende verschijnselen grafisch gepresenteerd. Wanneer de resultaten statistisch vertaald worden naar landelijke proporties, kan met een betrouwbaarheid van 90% worden gesteld dat in 2013 klantaansluitingen in het HS-netvlak tussen 99% en 100% van de tijd voldeden aan de geldende kwaliteitscriteria met betrekking de verschijnselen langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie, spanningsasymmetrie en harmonische vervorming.

Resultaten spanningsdips

De resultaten van de dipregistratie zijn weergegeven in tabel 3.4 conform de norm NEN-EN 50160 [2]. Sinds 2010 bevat deze norm een diptabel. Voorheen is binnen het PQM-project de diptabel opgesteld zoals is vastgesteld binnen PREGO onderzoek [3]. Dips met een restspanning lager dan 5% worden volgens de genoemde norm aangemerkt als onderbreking en zijn in de tabel gearceerd weergegeven. In de tabel zijn de spanningsdips verdeeld over twintig diptypen; elk met een eigen restspanning en duur.

Per diptype worden vier indicatoren gerapporteerd:

- Indicator 1 (linksboven): het gemiddelde aantal spanningsdips over alle meetlocaties
- Indicator 2 (rechtsboven): het hoogste aantal geregistreerde spanningsdips op één en dezelfde meetlocatie
- Indicator 3 (linksonder): het totale aantal geregistreerde spanningsdips op alle meetlocaties
- Indicator 4 (rechtsonder): het aantal meetlocaties waarbij het diptype is geregistreerd.

Zoals uit tabel 3.4 kan worden afgeleid, zijn er in 2013 in totaal 203 spanningsdips geregistreerd. Verreweg het merendeel van deze dips (ruim 93%) had een duur van tussen de 10 en 200 ms. Binnen deze duurcategorie lag de restspanning van het merendeel (61%) van de spanningsdips boven de 70%. In andere woorden: de meeste dips die zijn geregistreerd hebben een relatief korte tijdsduur en beperkte spanningsdaling.

Tabel 3.4: Geregistreerde spanningsdips HS-netvlak

Restspanning u (%)	Duur t (ms)							
	10 ≤ t ≤ 200		200 ≤ t ≤ 500		500 ≤ t ≤ 1 000		1 000 ≤ t ≤ 5 000	
90 > u ≥ 80	4,3	20	0,1	1	0,1	1	0,0	0
	85	18	2	2	1	1	0	0
80 > u ≥ 70	1,6	10	0,1	1	0,0	0	0,0	0
	31	12	1	1	0	0	0	0
70 > u ≥ 40	1,6	13	0,2	1	0,0	0	0,0	0
	31	10	3	3	0	0	0	0
40 > u ≥ 5	1,3	10	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	25	4	0	0	0	0	0	0
5 > u	0,9	12	0,0	0	0,2	3	0,2	3
	17	5	0	0	3	1	4	2

In de praktijk hebben de meters niet altijd 100% van de tijd dips geregistreerd, omdat zich voorziene of onvoorziene omstandigheden hebben voorgedaan. Denk hierbij aan geplande onderbrekingen (onderhoud), kalibraties, defecte apparatuur en communicatieproblemen. Per meter is de beschikbaarheid bepaald voor 2013. Vervolgens zijn de dips per meter gecorrigeerd aan de hand van de beschikbaarheidsfactor. De gemiddelde beschikbaarheid van het HS meetsysteem bedraagt in 2013 99%. Tabel 3.5 bevat de gecorrigeerde aantallen dips in het HS-netvlak.

Tabel 3.5: Gecorrigeerde spanningsdips HS-netvlak

Restspanning u (%)	Duur t (ms)							
	10 ≤ t ≤ 200		200 ≤ t ≤ 500		500 ≤ t ≤ 1 000		1 000 ≤ t ≤ 5 000	
90 > u ≥ 80	4,3	20,0	0,1	1,0	0,1	1,0	0,0	0,0
	85,4	18,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0
80 > u ≥ 70	1,6	10,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	31,3	12,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70 > u ≥ 40	1,6	13,4	0,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	31,4	10,0	3,1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40 > u ≥ 5	1,3	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	25,3	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 > u	0,9	12,0	0,0	0,0	0,2	3,0	0,2	3,0
	17,1	5,0	0,0	0,0	3,0	1,0	4,0	2,0

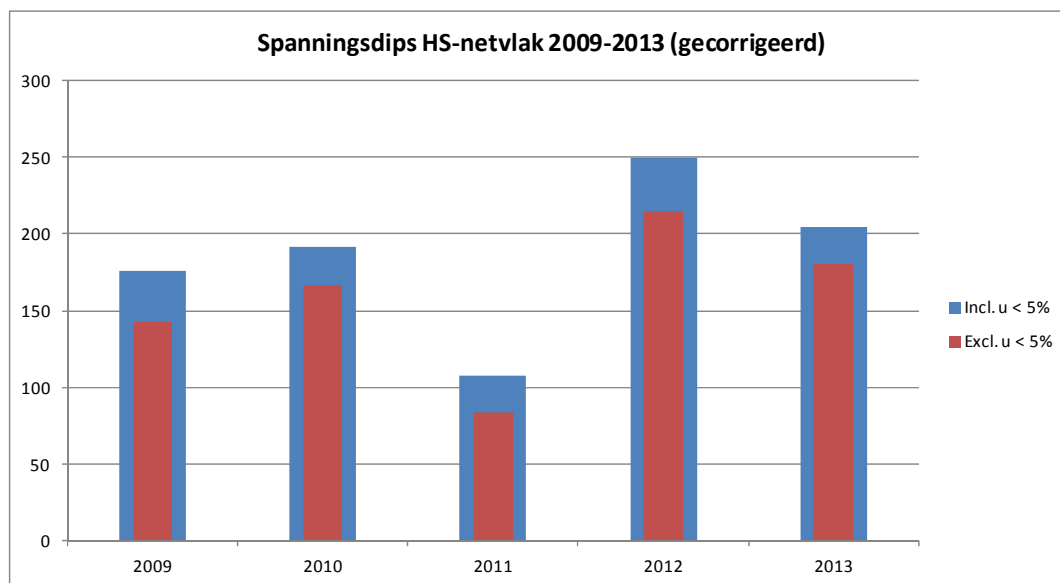
Tabel 3.6 bevat een vergelijking van het gemiddelde en totale aantal dips tussen 2013 en het vijfjarige gemiddelde (2008-2012). Om de vergelijking zuiver te houden is naast het aantal geregistreerde dips, ook het aantal dips met een correctie voor de niet bruikbare meetperioden opgenomen. Verder wordt onderscheid gemaakt in aantallen inclusief en exclusief dips met restspanning van onder de 5%.

Tabel 3.6: Geregistreerde en gecorrigeerde spanningsdips, 2013 versus 2008-2012

	2013		2008-2012	
	Incl. u < 5%	Excl. u < 5%	Incl. u < 5%	Excl. u < 5%
Totaal aantal dips, geregistreerd	203	179	167	143
Gemiddelde aantal dips, geregistreerd	10,2	9,0	8,4	7,1
Totaal aantal dips, gecorrigeerd	204,7	180,5	174,9	148,9
Gemiddelde aantal dips, gecorrigeerd	10,2	9,0	8,7	7,4

Op basis van de gecorrigeerde aantallen, blijkt dat er in 2013 ca. 17% meer dips hebben plaatsgevonden dan gemiddeld in de periode 2008-2012 (204,7 in plaats van 174,9). Verder kan worden geconcludeerd dat er in 2013 10,2 dips per meetlocatie zijn geconstateerd, in de afgelopen vijf jaar bedroeg dit aantal gemiddeld 8,7. Tenslotte wordt opgemerkt dat het aandeel dips met een restspanning van onder de 5% in 2013 en gemiddeld in de afgelopen vijf jaar minder dan een kwart van het totale aantal dips betrof.

Figuur 3.2 geeft een overzicht van de spanningsdips die de afgelopen vijf jaar zijn geregistreerd. Het betreft de gecorrigeerde aantallen. De figuur laat zien dat het aantal dips door de jaren heen sterk varieert.



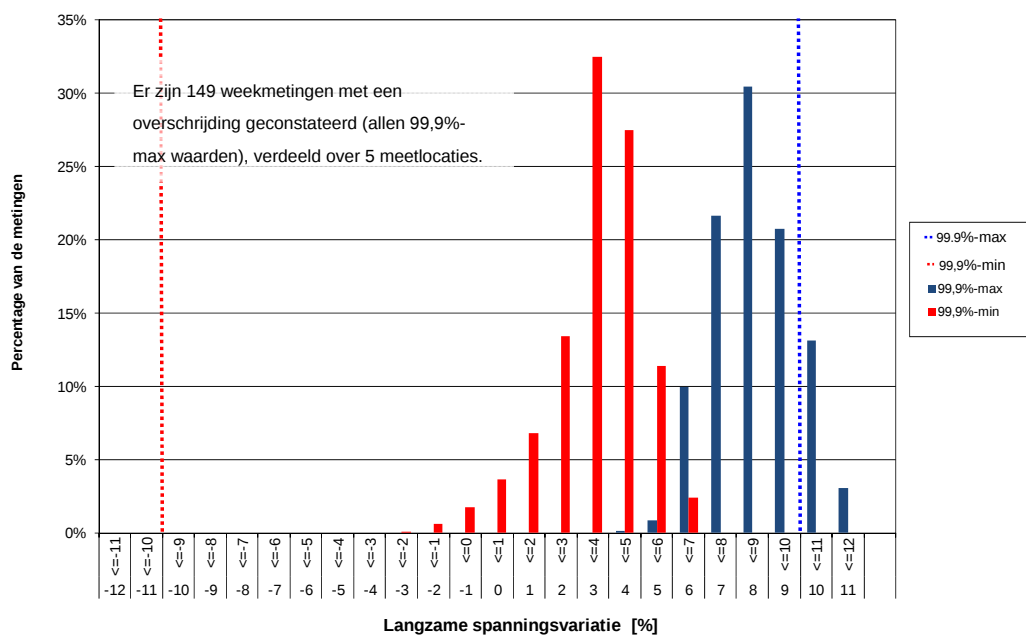
Figuur 3.2: Gecorrigeerde spanningsdips HS-netvlak, 2009-2013

3.5 Extra hoogspanningsnetvlak

In het EHS-netvlak is in 2013 op 17 vaste meetlocaties continu de spanningskwaliteit bewaakt. In totaal zijn 708 weekmetingen geanalyseerd, behalve voor het verschijnsel snelle spanningsvariatie. Hiervoor waren 564 weekmetingen beschikbaar.

Figuur 3.3 geeft een grafisch overzicht van de meetresultaten voor langzame spanningsvariatie. Uit de toetsing van de metingen blijkt dat er overschrijdingen ten aanzien van de eisen uit de Netcode zijn geconstateerd. Bij 149 weekmetingen (21% van alle metingen) betreft dit een overschrijding met betrekking tot langzame spanningsvariatie. Deze weekmetingen zijn verdeeld over vijf meetlocaties. Bij dit verschijnsel kan dus worden gesteld dat in 2013 klantaansluitingen in het EHS-netvlak 79% van de tijd voldeden aan de geldende kwaliteitscriteria.

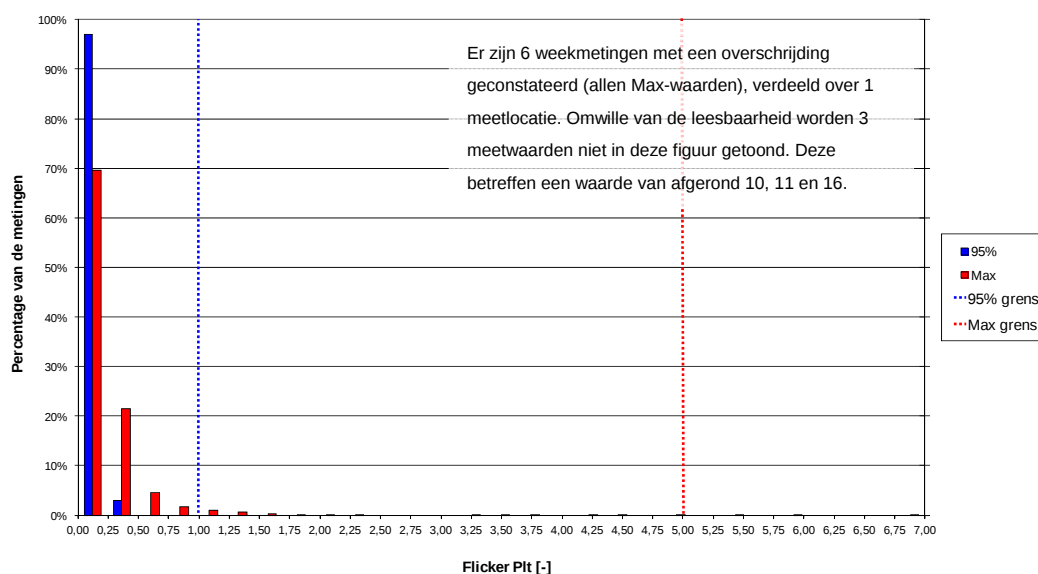
In bijlage E geeft TenneT een nadere toelichting op de overschrijdingen. Samengevat blijkt hieruit dat in het noorden van Nederland en in de regio Simonshaven-Bleiswijk/Wateringen de spanning regelmatig boven de toegestane waarde van 10% uitstijgt. De oorzaak hiervan betrof een beperkte(re) beschikbaarheid van het gecontracteerde blindvermogen op productiemiddelen.



Figuur 3.3: meetresultaten langzame spanningsvariatie EHS-netvlak

Figuur 3.4 geeft een grafisch overzicht van de meetresultaten voor snelle spanningsvariatie. Uit de toetsing van de metingen blijkt dat er overschrijdingen ten aanzien van de eisen uit de Netcode zijn geconstateerd. Bij zes weekmetingen (minder dan 2% van alle metingen) betreft dit een overschrijding met betrekking tot snelle spanningsvariatie. Deze weekmetingen zijn gerelateerd aan één meetlocatie. Bij dit verschijnsel kan dus worden gesteld dat in 2013 klantaansluitingen in het EHS-netvlak ruim 98% van de tijd voldeden aan de geldende kwaliteitscriteria.

In bijlage E geeft TenneT een nadere toelichting op de overschrijdingen. Samengevat blijkt hieruit dat de overschrijdingen zijn gerelateerd aan station Bleiswijk. Het in- en uitschakelen van één van de circuits van de 380kV verbinding Wateringen – Bleiswijk wordt als oorzaak gezien.



Figuur 3.4: meetresultaten snelle spanningsvariatie (Plt) EHS-netvlak

Bij de verschijnselen spanningsasymmetrie en harmonische vervorming heeft geen overschrijding plaatsgevonden. Er kan dus worden gesteld dat in 2013 klantaansluitingen in het EHS-netvlak 100% van de tijd voldeden aan de geldende kwaliteitscriteria. In bijlage D worden de meetresultaten van alle verschijnselen grafisch gepresenteerd.

Resultaten spanningsdips

De resultaten van de dipregistratie zijn weergegeven in tabel 3.7 volgens dezelfde normering als gehanteerd is bij het HS-netvlak. De opzet van de tabel en weergegeven indicatoren zijn gelijk aan die van het HS-netvlak (zie paragraaf 3.4 voor een toelichting).

Zoals de tabel 3.7 kan worden afgeleid, zijn er in 2013 in totaal 49 spanningsdips geregistreerd. Verreweg het merendeel van deze dips (90%) had een duur van tussen de 10 en 200 ms. Binnen deze duurcategorie lag de restspanning van het merendeel (62%) van de spanningsdips boven de 70%. In andere woorden: de meeste dips die zijn geregistreerd hebben een relatief korte tijdsduur en beperkte spanningsdaling.

Tabel 3.7: Geregisteerde spanningsdips EHS-netvlak

Restspanning u (%)	Duur t (ms)							
	10 ≤ t ≤ 200		200 ≤ t ≤ 500		500 ≤ t ≤ 1 000		1 000 ≤ t ≤ 5 000	
90 > u ≥ 80	1,2	4	0,1	1	0,0	0	0,0	0
	20	10	1	1	0	0	0	0
80 > u ≥ 70	0,5	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	8	6	0	0	0	0	0	0
70 > u ≥ 40	0,5	4	0,1	1	0,0	0	0,0	0
	9	3	1	1	0	0	0	0
40 > u ≥ 5	0,4	2	0,2	3	0,0	0	0,0	0
	6	4	3	1	0	0	0	0
5 > u	0,1	1	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	1	1	0	0	0	0	0	0

In de praktijk hebben de meters niet altijd 100% van de tijd dips geregistreerd, omdat zich voorziene of onvoorziene omstandigheden hebben voorgedaan. Denk hierbij aan geplande onderbrekingen (onderhoud), kalibraties, defecte apparatuur en communicatieproblemen. Per meter is de beschikbaarheid bepaald voor 2013. Vervolgens zijn de dips per meter gecorrigeerd aan de hand van de beschikbaarheidsfactor. De gemiddelde beschikbaarheid van het EHS meetsysteem bedraagt in 2013 88%. Tabel 3.5 bevat de gecorrigeerde aantallen dips in het EHS-netvlak.

Tabel 3.8: Gecorrigeerde spanningsdips EHS-netvlak

Restspanning u (%)	Duur t (ms)							
	10 ≤ t ≤ 200		200 ≤ t ≤ 500		500 ≤ t ≤ 1 000		1 000 ≤ t ≤ 5 000	
90 > u ≥ 80	1,2	4,2	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	20,9	10,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80 > u ≥ 70	0,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	8,9	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70 > u ≥ 40	0,6	4,3	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	9,5	3,0	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40 > u ≥ 5	0,4	2,1	0,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	6,2	4,0	3,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 > u	0,1	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

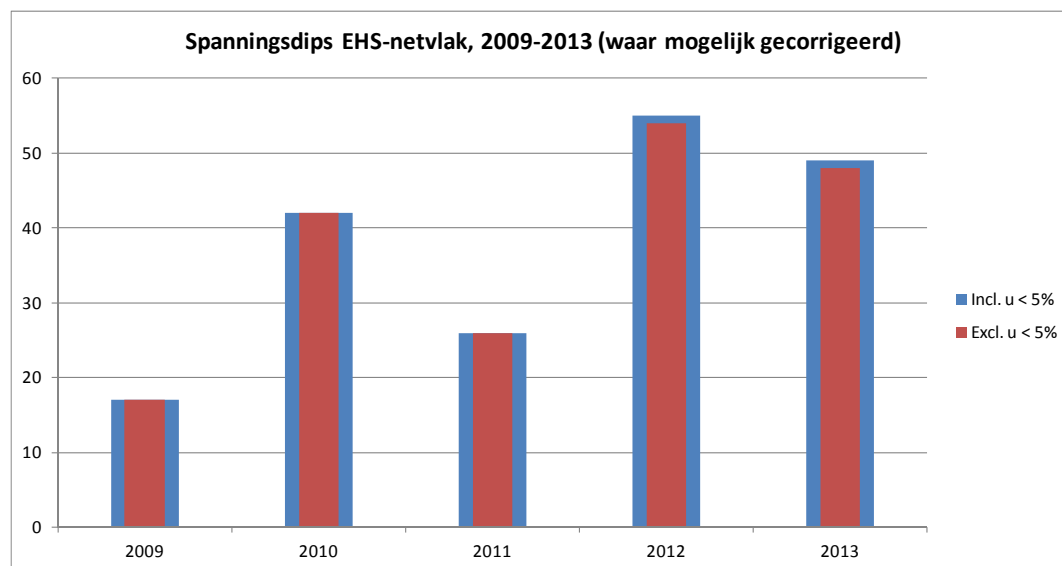
Tabel 3.9 bevat een vergelijking van het gemiddelde en totale aantal dips tussen 2013 en het vierjarige gemiddelde (2009-2012). Van het jaar 2008 zijn geen dipgegevens beschikbaar. Opgemerkt wordt dat analyse van en rapportage over spanningsdips in het EHS-netvlak pas sinds 2012 onderdeel uitmaakt van het landelijke PQM-project (zie ook hoofdstuk 5). De cijfers van de dipaantallen van voor 2012 zijn afkomstig uit rapportages van TenneT. Er wordt onderscheid gemaakt in aantallen inclusief en exclusief dips met restspanning van onder de 5%.

In tegenstelling tot het HS-netvlak blijken de aantallen ditmaal nagenoeg gelijk te zijn. Op basis de tabel blijkt verder dat er in 2013 circa 30% meer dips hebben plaatsgevonden dan in voorgaande jaren (49 in plaats van 35). Ook wordt geconstateerd dat er in 2013 gemiddeld 2,88 dips per meetlocatie zijn geregistreerd ten opzichte van 2,06 dips vorig jaar.

Tabel 3.9: Geregistreeerde spanningsdips, 2013 versus 2009-2012

	2013		2009-2012	
	Incl. u < 5%	Excl. u < 5%	Incl. u < 5%	Excl. u < 5%
Totaal aantal dips, geregistreerd	49	48	35	35
Gemiddelde aantal dips, geregistreerd	2,88	2,82	2,06	2,04
Totaal aantal dips, gecorrigeerd	52	51	-	-
Gemiddelde aantal dips, gecorrigeerd	3,08	2,99	-	-

Figuur 3.5 geeft een overzicht van de spanningsdips die de afgelopen vijf jaar zijn geregistreerd. In het EHS-netvlak is voor 2013 nooit over gecorrigeerde dipaantallen gerapporteerd en daarom zijn in de figuur voor de jaren 2009-2012 alleen de geregistreeerde aantallen weergegeven. Voor het jaar 2013 zijn de dipaantallen wel gecorrigeerd. De figuur laat zien dat het aantal dips door de jaren heen sterk varieert.



Figuur 3.5: Spanningsdips EHS-netvlak, 2009-2013

4 Trendanalyse

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van een trendanalyse van een select aantal verschijnselen. De trendanalyse betreft de afgelopen tien jaar en geeft inzicht in het stijgen of dalen van de spanningskwaliteit in Nederland. De volgende verschijnselen zijn beschouwd: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie, asymmetrie en totale harmonische vervorming.

In het HS-netvlak is de meetdata van de afgelopen negen jaar beschouwd. Oftewel de periode 2005-2013. Voor 2005 vond geen registratie plaats, zie ook hoofdstuk 5.

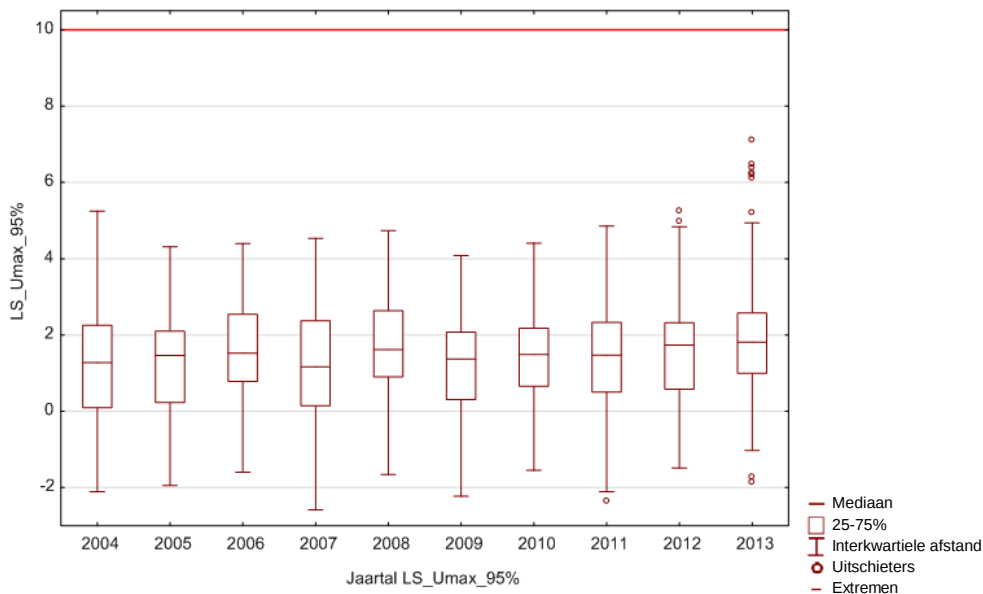
In EHS-netvlak is meetdata vanaf 2009 beschouwd. In dit jaar heeft een ombouw van het meetsysteem plaatsgevonden naar een systeem met een hogere frequentiebandbreedte. Hierdoor is het geschikt gemaakt voor het meten van onder andere harmonische spanningen. Daarnaast is het meetsysteem uitgebreid naar negen meetlocaties (inmiddels telt het meetsysteem 17 locaties). Voor 2009 werd de spanningskwaliteit op slechts enkele locaties gemeten.

Voor de trendanalyse wordt bij alle netvlakken gebruik gemaakt van de 95%-toetswaarden. Een uitzondering hierop vormen de verschijnselen langzame spanningsvariatie en spanningsasymmetrie in het HS-netvlak. Voor deze verschijnselen wordt van de 99,9%-toetswaarden gebruik gemaakt. Dit is in lijn met de eisen uit de Netcode. De toetswaarden zijn gebruikt om zogenaamde boxplots samen te stellen.

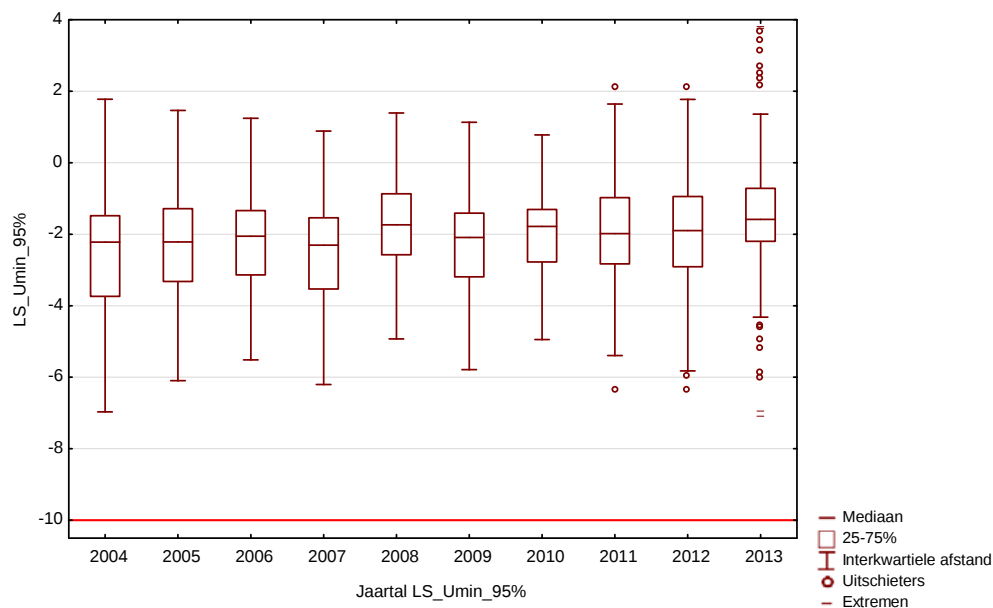
Boxplots geven een grafische weergave van de verdeling van de toetswaarden. In deze weergave wordt middels een 'box' de middelste 50% van de waarden getoond. Het streepje in de box betreft de mediaan, ook wel bekend als centrummaat. De mediaan wordt in de statistiek veel gebruikt voor trendanalyses. De 'poten' van de box betreffen de eerste en laatste 25% van de waarden, maar zijn nooit langer dan 1,5 keer de hoogte van de box. Deze hoogte staat bekend als de interkwartiele afstand. Indien waarden boven of onder de poten liggen, wordt over uitschieters en extremen gesproken. In de figuren zijn deze waarden vanaf 2011 opgenomen. Voorheen werden uitschieters en extremen niet in kaart gebracht, waardoor deze informatie niet voorhanden is.

4.1 Langzame spanningsvariatie

De figuren 4.1 en 4.2 tonen de trendanalyse van langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}) in het LS-netvlak. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt de afgelopen jaren onder de 3 en boven de -3. Uit beide figuren blijkt verder dat de boxplots alle jaren voldoen aan de grenswaarde uit de norm (rode lijn). Op basis van de mediaan laten de figuren in de afgelopen drie jaar een licht stijgende trend zien. De netbeheerders houden deze trend de komende jaren nauwlettend in de gaten.

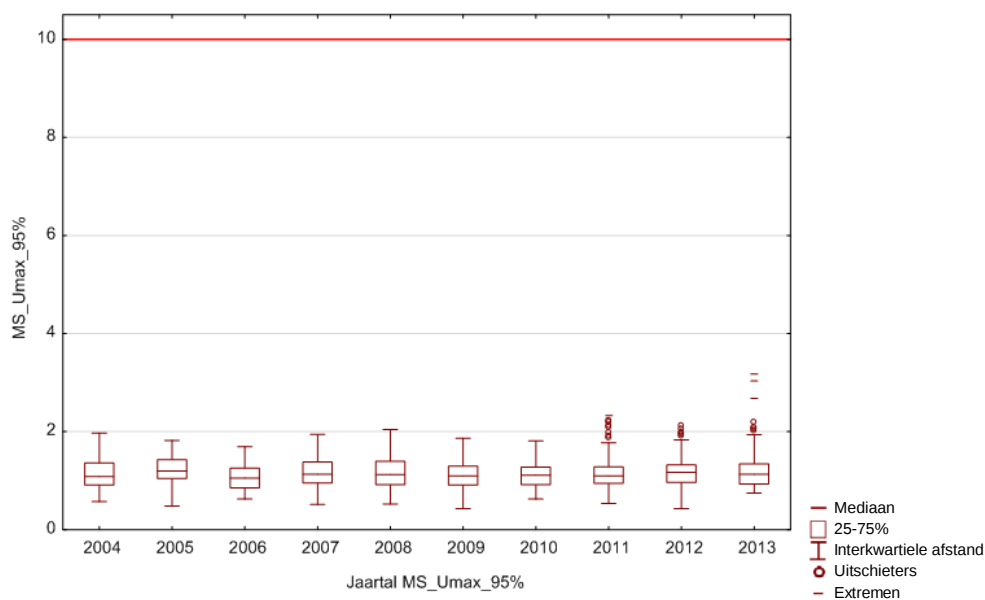


Figuur 4.1: Langzame spanningsvariatie (U_{max}) LS-netvlak, 2004-2013

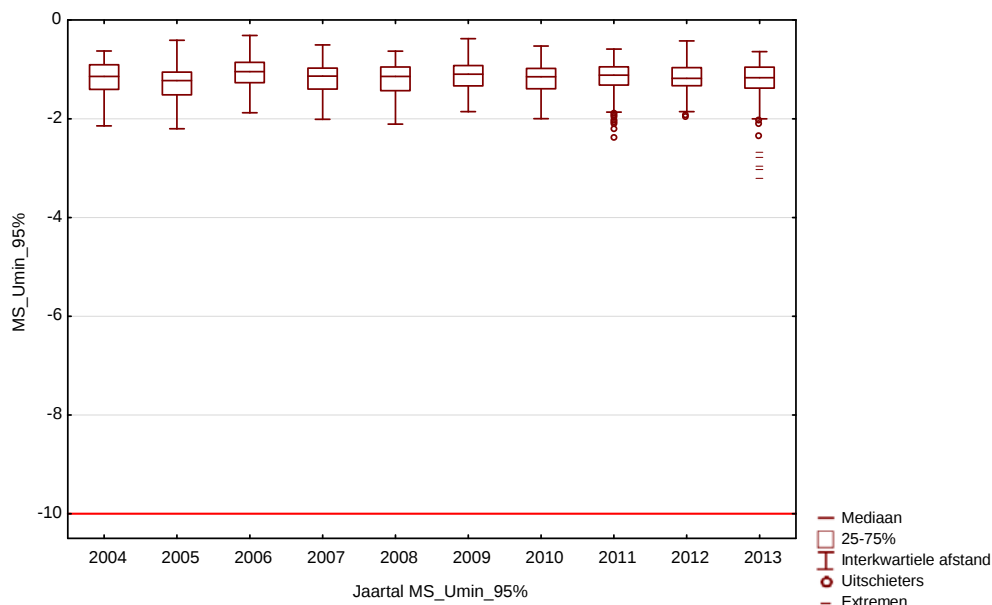


Figuur 4.2: Langzame spanningsvariatie (U_{min}) LS-netvlak, 2004-2013

De figuren 4.3 en 4.4 tonen de trendanalyse van langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}) in het MS-netvlak. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt de afgelopen jaren rond de 1 en -1. Uit beide figuren blijkt dat de boxplots alle jaren ruimschoots voldoen aan de grenswaarde uit de norm (rode lijn). Op basis van de mediaan is er in de afgelopen tien jaar geen duidelijke trend zichtbaar.

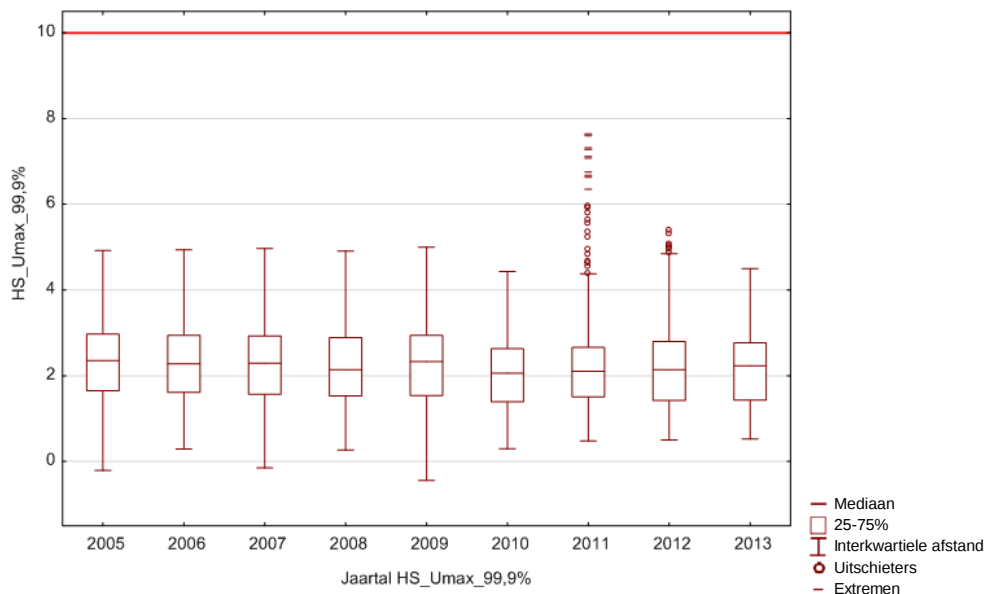


Figuur 4.3: Langzame spanningsvariatie (U_{max}) MS-netvlak, 2004-2013

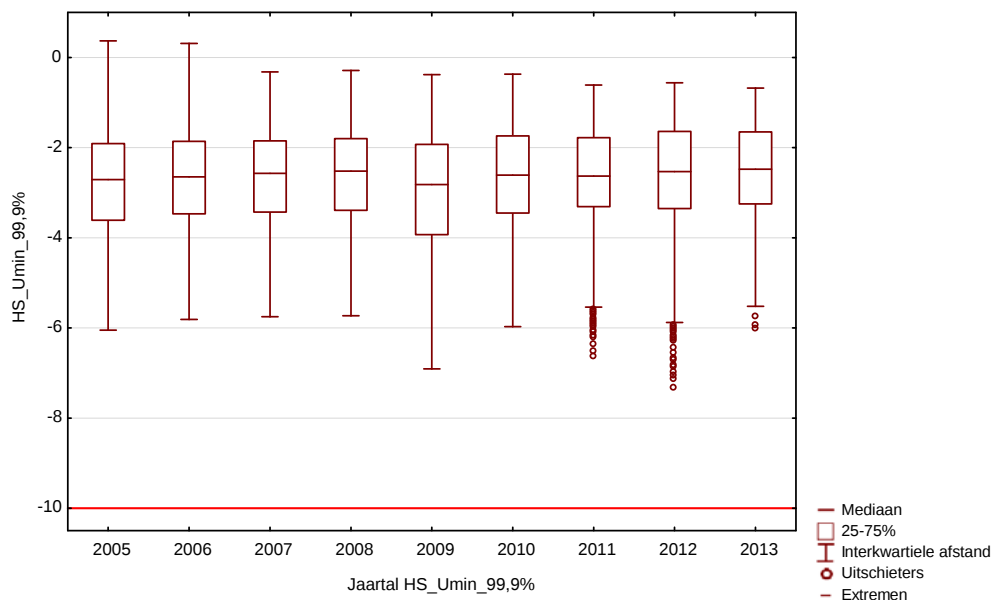


Figuur 4.4: Langzame spanningsvariatie (U_{min}) MS-netvlak, 2004-2013

De figuren 4.5 en 4.6 tonen de trendanalyse van langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}) in het HS-netvlak. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt de afgelopen jaren onder de 3 en boven de -4. Uit beide figuren blijkt dat de boxplots alle jaren voldoen aan de grenswaarde uit de norm (rode lijn). Op basis van de mediaan is er in de afgelopen tien jaar geen duidelijke trend zichtbaar.

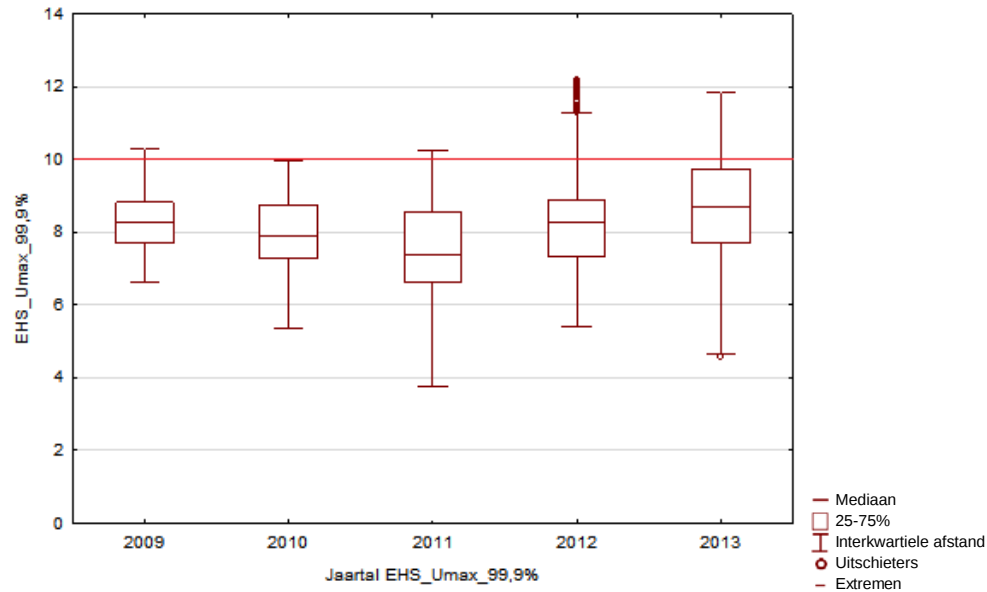


Figuur 4.5: Langzame spanningsvariatie (U_{max}) HS-netvlak, 2005-2013

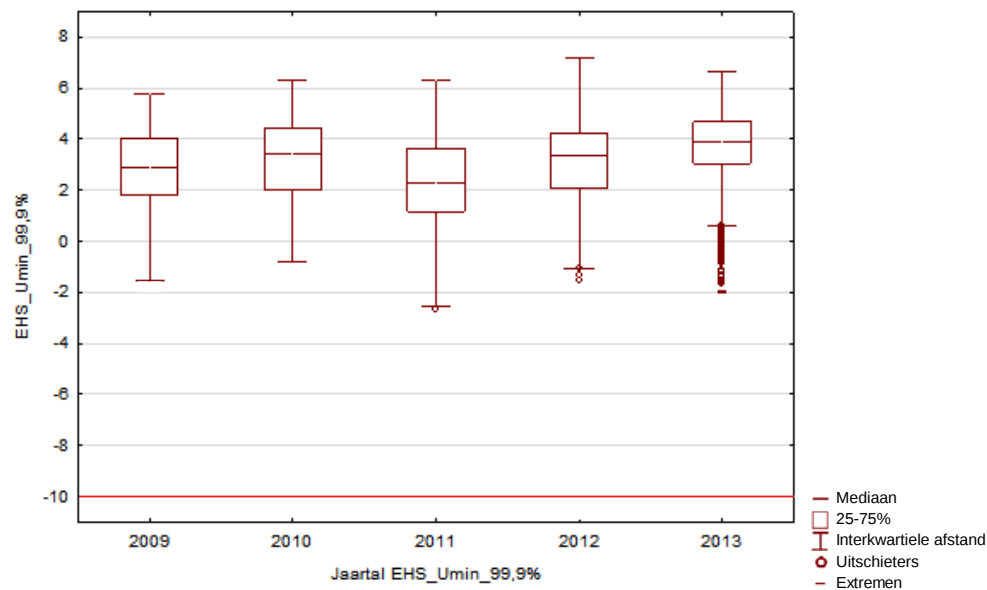


Figuur 4.6: Langzame spanningsvariatie (U_{min}) HS-netvlak, 2005-2013

De figuren 4.7 en 4.8 tonen de trendanalyse van langzame spanningsvariatie (U_{max} en U_{min}) in het EHS-netvlak. Bij figuur 4.7 valt het op dat een deel van de meetwaarden boven de 99,9%-grens ligt (zie bijlage E voor een toelichting). Bij figuur 4.8 zijn geen overschrijdingen aanwezig. Op basis van de mediaan is er in de afgelopen vijf jaar geen duidelijke trend zichtbaar.



Figuur 4.7: Langzame spanningsvariatie (U_{max}) EHS-netvlak, 2009-2013

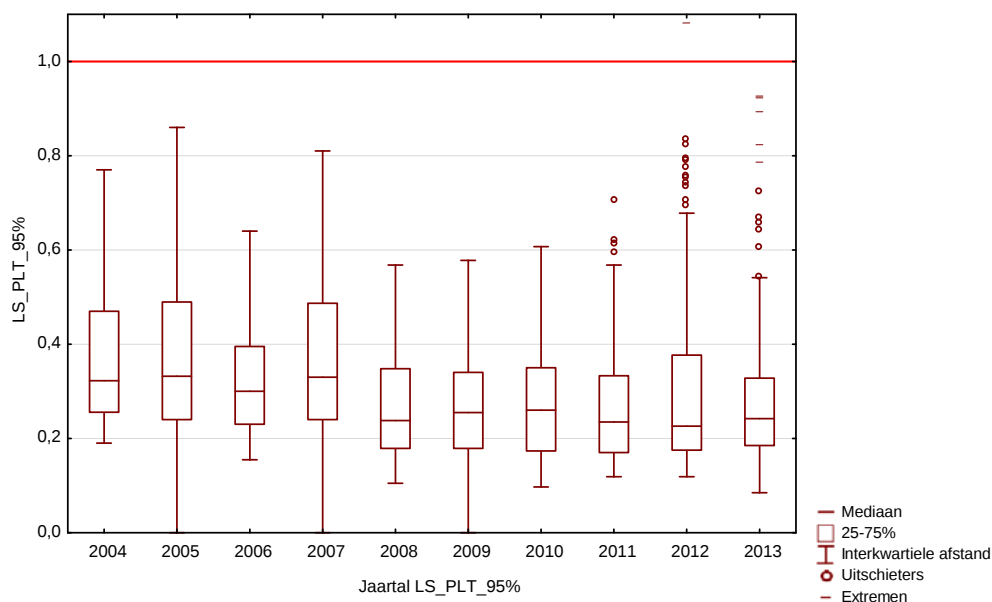


Figuur 4.8: Langzame spanningsvariatie (U_{min}) EHS-netvlak, 2009-2013

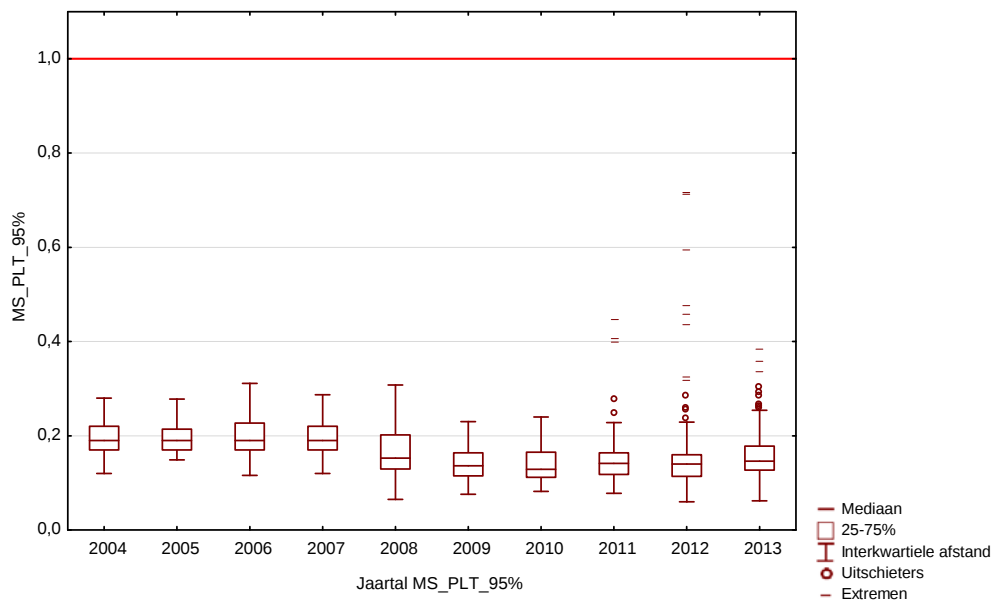
4.2 Snelle spanningsvariatie

De figuren 4.9 en 4.10 tonen de trendanalyse van snelle spanningsvariatie (Plt) in het LS- en MS-netvlak. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt de afgelopen jaren bij het LS-netvlak onder de 0,4 en bij het MS-netvlak onder de 0,2. Uit beide figuren blijkt verder dat de boxplots alle jaren voldoen aan de grenswaarde uit de norm (rode lijn), maar in het LS-netvlak de ruimte beperkt is.

Op basis van de mediaan is er in de afgelopen zes jaar geen duidelijke trend zichtbaar. Wel is er tussen 2007 en 2008 een duidelijke sprong waarneembaar. Deze sprong wordt verklaard door de overstap naar een klasse A meetinstrument voor de metingen in het LS- en MS-netvlak. Met dit nieuwe meetinstrument worden de spanningsverschijnselen als gevolg van soft- en hardwarematige verbeteringen anders gemeten. De overstap was benodigd om te blijven voldoen aan de laatste eisen zoals gesteld in de normen IEC 61000-4-30 en IEC 61000-4-7.

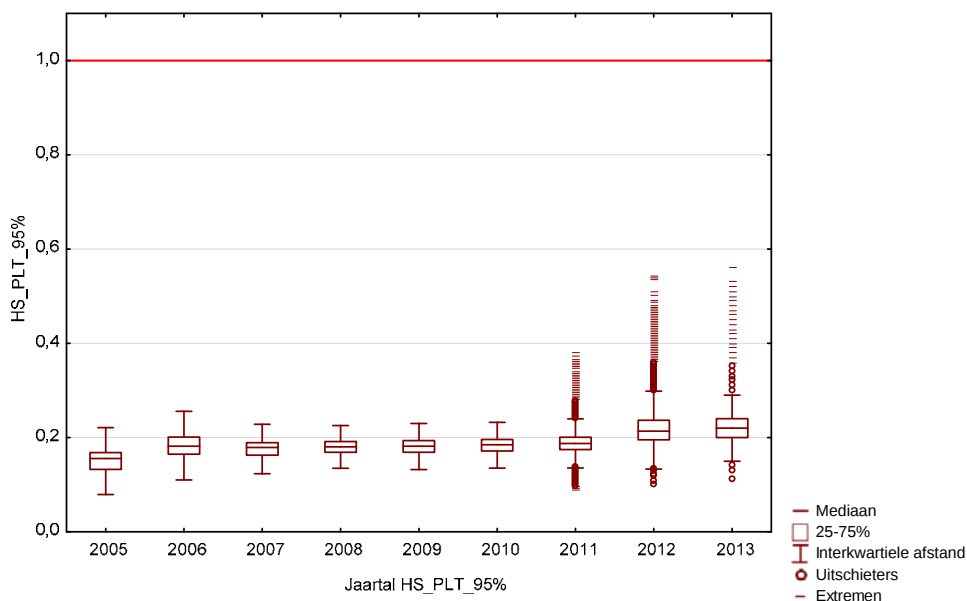


Figuur 4.9: Snelle spanningsvariatie LS-netvlak, 2004-2013

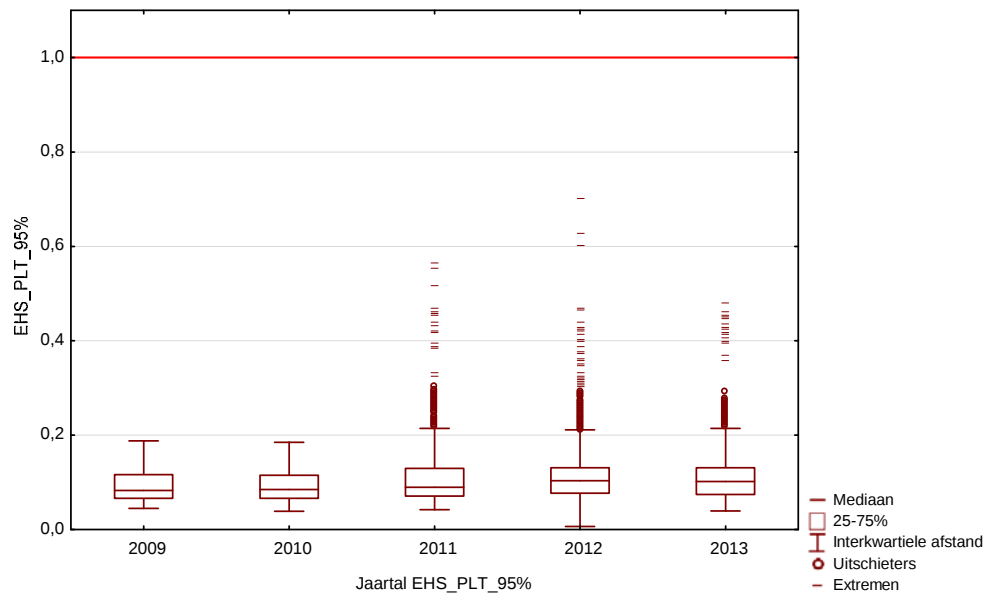


Figuur 4.10: Snelle spanningsvariatie MS-netvlak, 2004-2013

De figuren 4.11 en 4.12 tonen de trendanalyse van snelle spanningsvariatie in het HS- en EHS-netvlak. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt doorgaans onder de 0,2 in beide figuren. Uit de figuren blijkt dat de boxplots alle jaren voldoen aan de 95%-grenswaarde uit de norm (rode lijn). Op basis van de mediaan laat figuur 4.11 de afgelopen drie jaar een licht stijgende trend zien in het HS-netvlak. Een duidelijke oorzaak is niet aan te wijzen. De trend zal de komende jaren nauwkeurig worden gevolgd in relatie tot de mogelijke oorzaken. In het EHS-netvlak is geen trend zichtbaar.



Figuur 4.11: Snelle spanningsvariatie HS-netvlak, 2005-2013

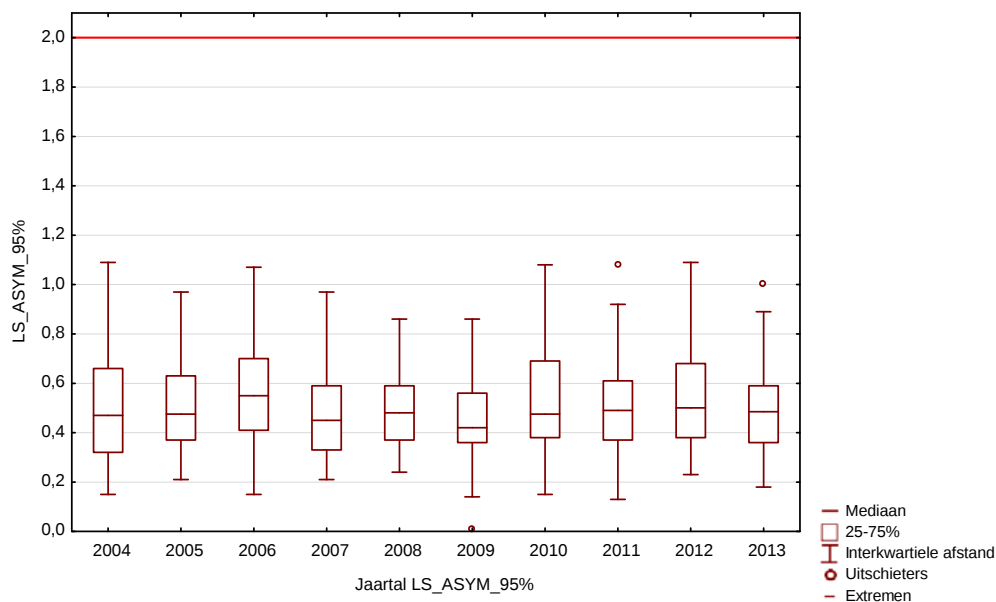


Figuur 4.12: Snelle spanningsvariatie EHS-netvlak, 2009-2013

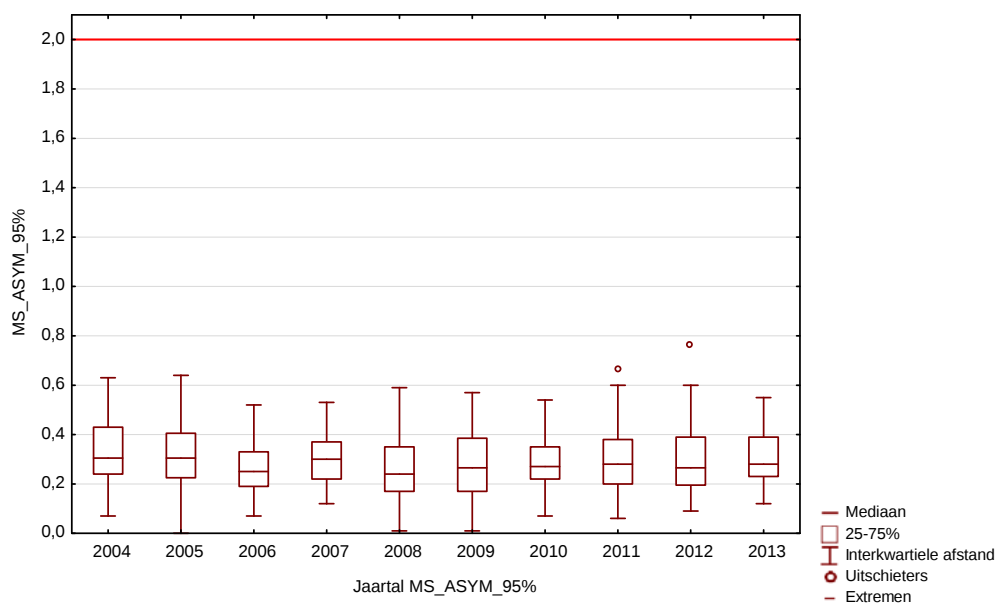
4.3 Spanningsasymmetrie

De figuren 4.13 tot en met 4.16 tonen de trendanalyse van spanningsasymmetrie in alle netvlakken. De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt de afgelopen jaren bij het LS-netvlak onder de 0,7 en bij de overige netvlakken onder de 0,5.

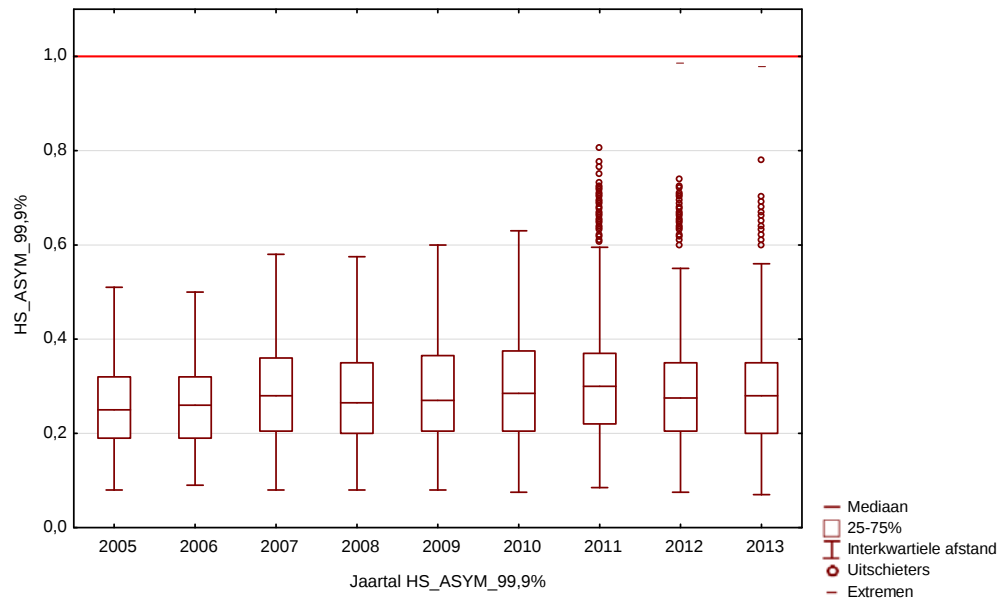
Uit alle figuren blijkt dat de boxplots alle jaren voldoen aan de grenswaarde uit de norm (rode lijn). Op basis van de mediaan is er in geen van de figuren een duidelijke trend zichtbaar.



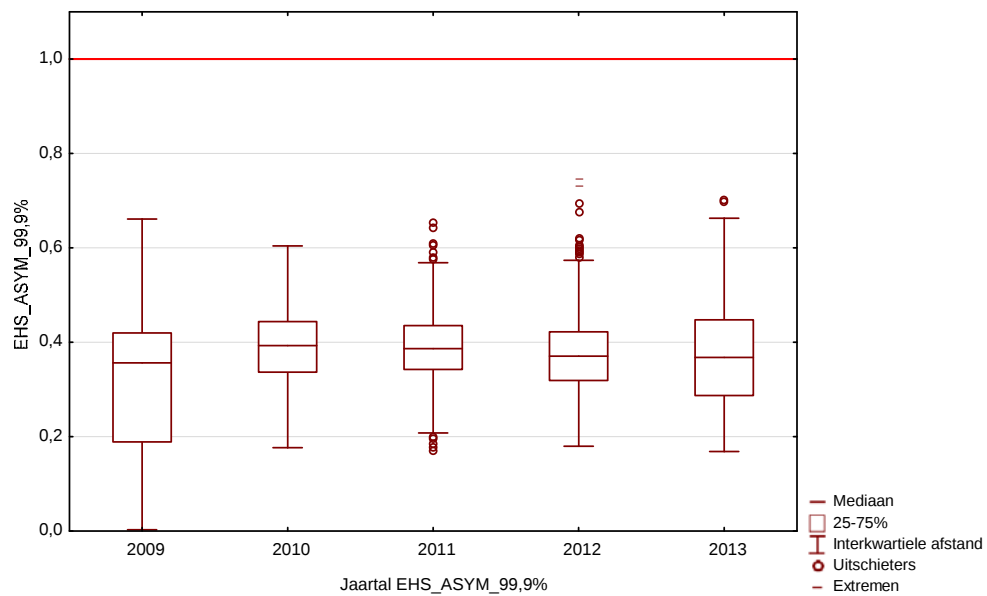
Figuur 4.13: Spanningsasymmetrie LS-netvlak, 2004-2013



Figuur 4.14: Spanningsasymmetrie MS-netvlak, 2004-2013



Figuur 4.15: Spanningsasymmetrie HS-netvlak, 2005-2013

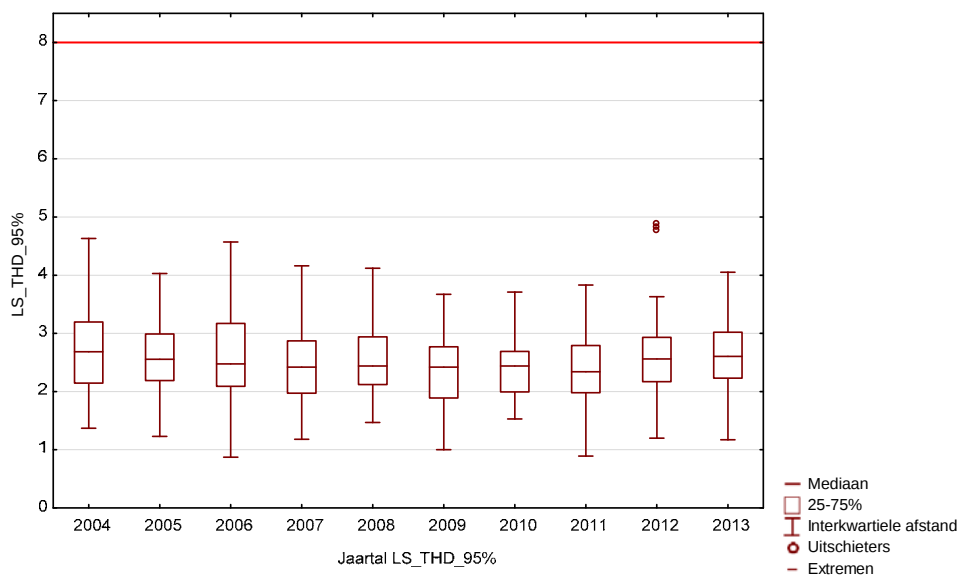


Figuur 4.16: Spanningsasymmetrie EHS-netvlak, 2009-2013

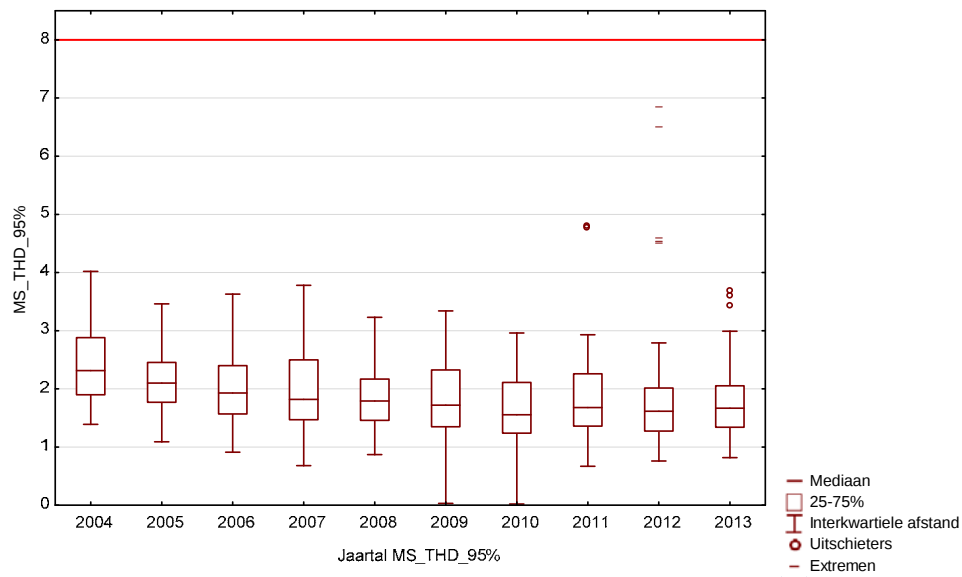
4.4 Totale harmonische vervorming

De figuren 4.17 tot en met 4.20 tonen de trendanalyse van de totale harmonische vervorming (THD) in alle netvlakken. Uit de figuren blijkt dat de boxplots ruimschoots voldoen aan de grenswaarde uit de norm (rode lijn). De helft van de meetwaarden bevindt zich in de 'box' en ligt doorgaans in alle netvlakken onder de 3.

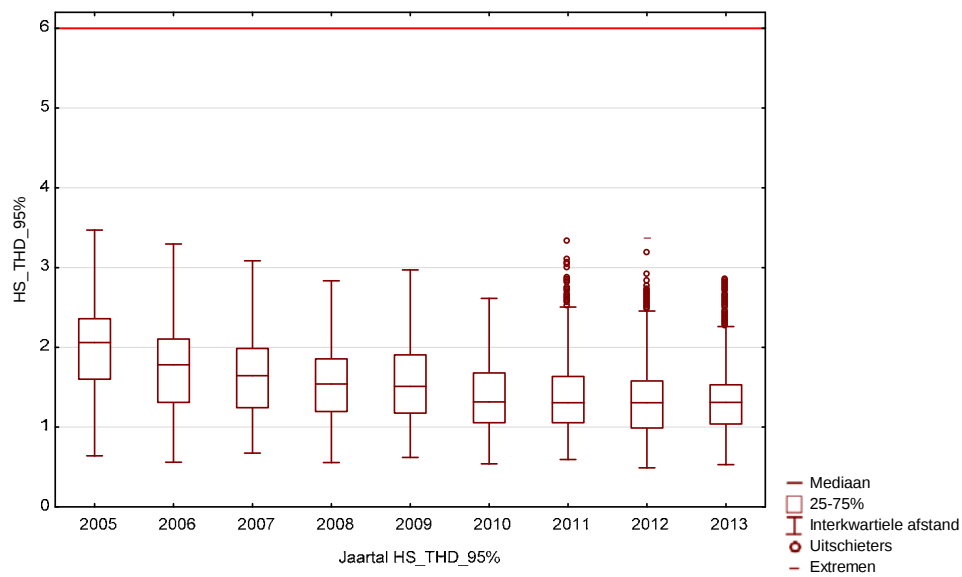
Op basis van de mediaan zijn er de afgelopen jaren trends zichtbaar. In het LS-netvlak is een kleine stijging zichtbaar gedurende de afgelopen 3 jaar. Deze stijging vertoont overeenkomsten met de eerder geconstateerde stijging bij het verschijnsel langzame spanningsvariatie (zie paragraaf 4.1). In het MS- en HS-netvlak is in de periode 2004-2010 sprake van een dalende trend, maar zijn de meetresultaten vanaf 2010 nagenoeg gelijk. In het EHS-netvlak is geen significante trend aanwezig.



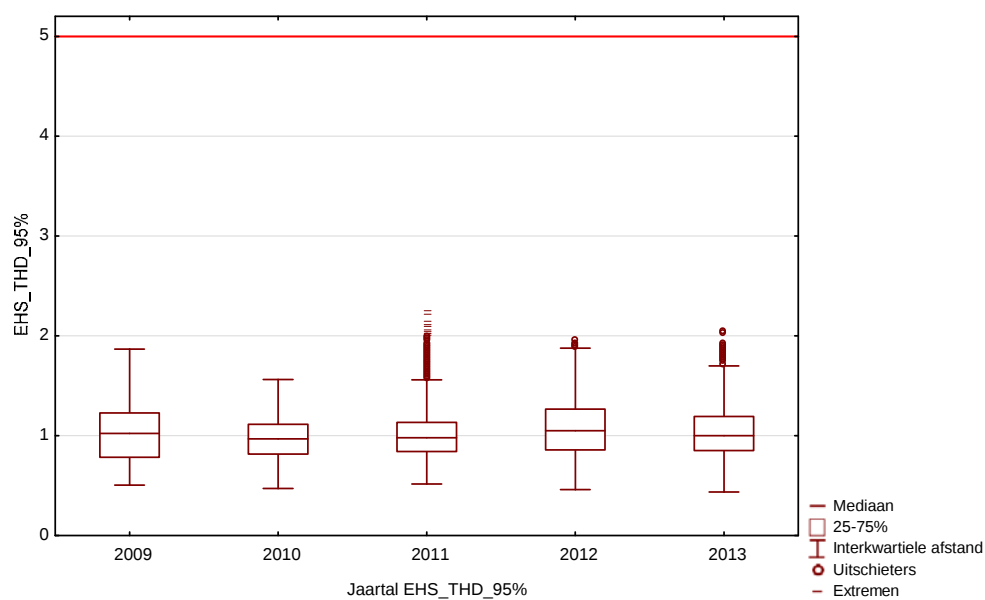
Figuur 4.17: Totale harmonische vervorming LS-netvlak, 2004-2013



Figuur 4.18: Totale harmonische vervorming MS-netvlak, 2004-2013



Figuur 4.19: Totale harmonische vervorming HS-netvlak, 2005-2013



Figuur 4.20: Totale harmonische vervorming EHS-netvlak, 2009-2013

5 Ontwikkelingen PQM-project

De Nederlandse netbeheerders bewaken al vele jaren de spanningskwaliteit van hun elektriciteitsnet. Ze zijn hier grotendeels op eigen initiatief mee begonnen. In het PQM-project zijn verschillende wijzigingen doorgevoerd, waarmee werd ingespeeld op ontwikkelingen in de (Europese) regelgeving en de maatschappij.

circa 1989	Diverse Nederlandse netbeheerders bewaken de 5e en 11e harmonischen in hun elektriciteitsnetten.
1994	In het kader van het Meerjarenprogramma Studie en Onderzoek van Netbeheer Nederland (voorheen: EnergieNed) wordt gestart met het ontwikkelen van een meetsysteem voor het bewaken van de netspanning in de Nederlandse elektriciteitsnetten.
1995	Het Nederlands Elektrotechnisch Comité aanvaardt de EN 50160 als Nederlandse norm en noemt het: NEN-EN 50160: Spanningskarakteristieken in openbare elektriciteitsnetten.
1996	Het ontwikkelde meetsysteem wordt binnen het pilot-project Power Quality Monitoring (PQM) uitgerold. Dit project toetst volgens criteria uit de norm NEN-EN 50160. De volgende spanningsverschijnselen worden statistisch bewaakt: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie, spanningsasymmetrie en harmonische spanningen. PQM richt zich op drie netvlakken: laag-, midden- en hoogspanning (50 – 150 kV). Per netvlak wordt op minimaal 50 locaties gedurende één week de spanningskwaliteit geregistreerd.
1997	Het pilot-project is succesvol verlopen en de netbeheerders besluiten per 1998 over te gaan op een jaarlijks terugkerend landelijk PQM-project. De rapportage Spanningskwaliteit in Nederland wordt voor het eerst uitgebracht.
1999	Er wordt een handleiding uitgebracht, die betrokkenen meer inzicht geeft in de achtergrond, opzet en praktische uitvoering van het PQM-project.
2000	In het kader van de Elektriciteitswet 1998 wordt de Netcode uitgebracht. Deze nationale standaard bepaalt dat de kwaliteit van de geleverde transportdienst moet voldoen aan de eisen uit de NEN-EN 50160.
2002	Er verschijnt een nieuwe versie van de Netcode die een verdere aanscherping en aanvulling bevat van de kwaliteitscriteria uit de NEN-EN 50160.
2003	In opdracht van het ministerie van Economische Zaken wordt binnen het programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO) een meet-systeem ontworpen dat de spanningskwaliteit in het hoogspanningsnet continu bewaakt. De NMa besluit dat de spanningskwaliteit van hoogspanningsnetten dient te worden bewaakt. Tot 2003 was er nog geen verplichting. De NMa scherpt de kwaliteitscriteria met betrekking tot HS-netten in de Netcode nogmaals aan.
2004	Het continue meetsysteem wordt bij twintig aselekt getrokken HS meetlocaties geïnstalleerd en is vanaf eind 2004 volledig operationeel. Met het continue meetsysteem worden in Nederland voor het eerst structureel spanningsdips geregistreerd.
2005	In opdracht van het ministerie van Economische Zaken wordt binnen het programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO) een verbeterde rapportagevorm voor de PQM-resultaten ontwikkeld en toegepast.

2007	Het Handboek Power Quality Monitoring wordt uitgebracht en zal worden bijgewerkt indien van toepassing. Dit document is een uitgebreide versie van de handleiding uit 1999. Introductie van vertalingen van de steekproefsgewijze metingen naar landelijke proporties.
2008	De steekproeftrekking voor de LS- en MS-metingen wordt gebaseerd op EAN-codes in plaats van postcodes met als doel een betere afspiegeling te krijgen van de “gemiddelde klantaansluiting”. De netbeheerders maken vanaf 2008 voor de PQM-metingen in het LS- en MS-netvlak gebruik van een klasse A meetinstrument, conform NEN-EN-IEC 61000.
2009	Per medio 2009 is gestart met het registreren van transiënten in het hoogspanningsnetvlak.
2010	De nieuwe versie van de norm NEN-EN 50160 bevat een diptabel voor het rapporteren van spanningsdips. De diptabel in de PQM rapportage is hierop aangepast. In aanvulling op deze tabel zijn de (vier) indicatoren volgens de PREGO methodiek echter gehandhaafd.
2012	Er is een workshop georganiseerd voor alle betrokken meetspecialisten. Tijdens de workshop is nader aandacht besteed aan het belang van het meten in de juiste maand
2013	De rapportage met betrekking tot LS-, MS, HS en EHS-netvlakken worden geïntegreerd in één rapport. Een onafhankelijke instantie neemt het beheer van het EHS-meetsysteem over. In opdracht van toezichthouder ACM wordt door de netbeheerders een plan van aanpak opgesteld dat betrekking heeft op uitbreiding van het PQM-project.
2014	De ACM keurt het plan van aanpak goed. Dit houdt onder andere in dat: • Het aantal metingen in zowel het LS- als MS-netvlak vanaf 2014 wordt uitgebreid van 60 naar 250. • Het aantal meetlocaties in het HS- en EHS-netvlak in 2014 en 2015 wordt uitgebreid van 37 naar ruim 100 stuks. • Er een openbare website verschijnt die de resultaten van de uitgevoerde metingen individueel beschikbaar stelt.

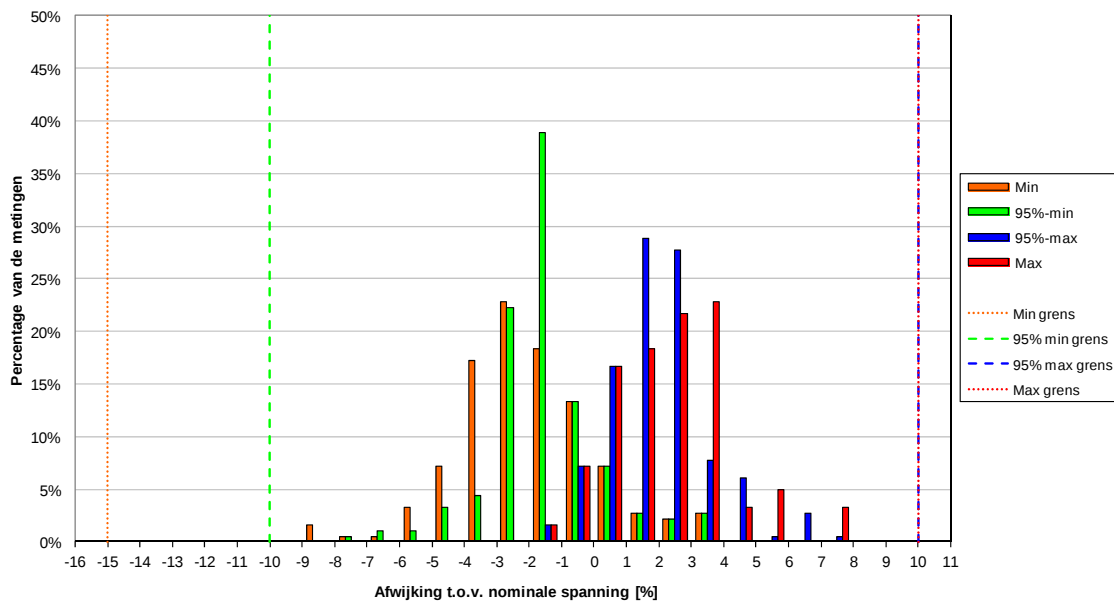
Referenties

- [1] ACM (december 2013). *Netcode Elektriciteit*. Voorwaarden als bedoeld in artikel 31, lid 1, sub a van de Elektriciteitswet 1998.
- [2] NEN (augustus 2010). *NEN-EN 50160*. Spanningskarakteristieken in openbare Elektriciteitsnetten Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks.
- [3] KEMA (februari 2005). Diplomatiek: Grenzen aan spanningsdips. PREGO 21.
- [4] NEN (februari 2009). *NEN-EN-IEC 61000-4-30*. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurements methods.
- [5] CEER (2011). 5TH CEER Benchmarking report on the quality of Electricity supply.
- [6] Movares/Netbeheer Nederland (2014). Handboek: Spanningskwaliteit in Nederland.
- [7] KEMA (april 2004). Memo aan Netbeheer Nederland. Kenmerk 74100907-ETD/SG 12-00642V01
- [8] NEN-EN-IEC 61000-4-30 (2008). Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods
- [9] CEER / ECRB (december 2012). Guidelines of Good Practice on the Implementation and Use of Voltage Quality Monitoring Systems for Regulatory Purposes. Kenmerk: C12-EQS-51-03.
- [10] Survey of 2011 country reports related to power systems (November 2012).
- [11] Movares (juni 2012). Memo: Onderzoek trendbreuk 15^e harmonische.
- [12] Sharmistha Bhattacharyya/TUe (2011). Power Quality Requirements and Responsibilities at the Point of Connection.
- [13] Movares/Netbeheer Nederland (2013). Notulen: Tussentijdsoverleg herzien PvA monitoring spanningskwaliteit. Kenmerk RM131183-1610.

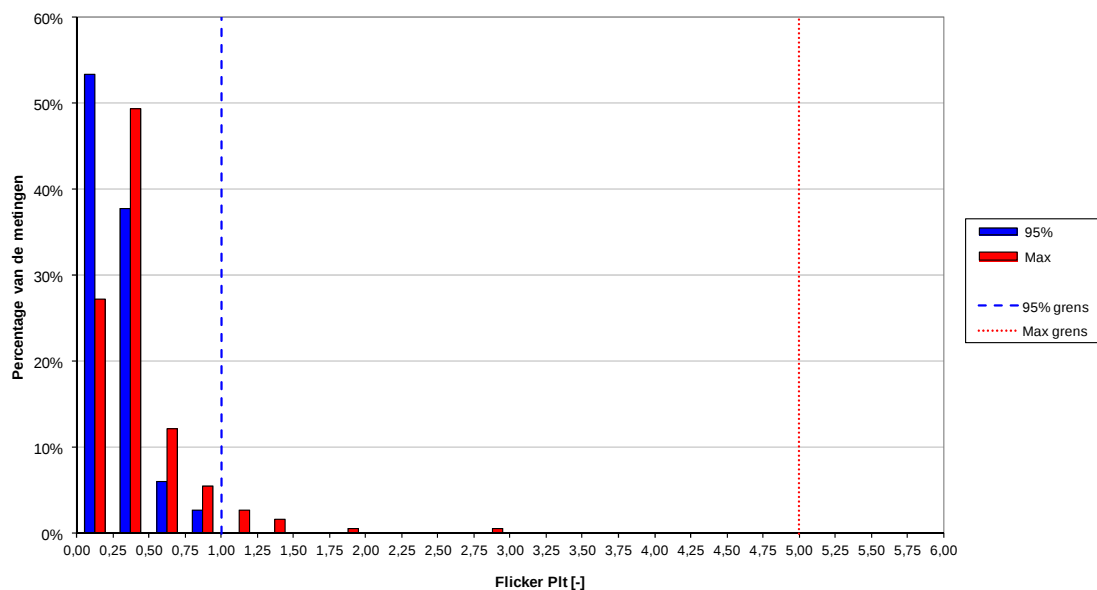
Bijlagen

Bijlage A: Meetresultaten laagspanningsnetvlak	37
Bijlage B: Meetresultaten middenspanningsnetvlak	39
Bijlage C: Meetresultaten hoogspanningsnetvlak	41
Bijlage D: Meetresultaten extra hoogspanningsnetvlak	43
Bijlage E: Toelichting overschrijdingen	45
Bijlage F: Metingen en overschrijdingen, 2004 – 2013	51
Bijlage F: Transiënten	52

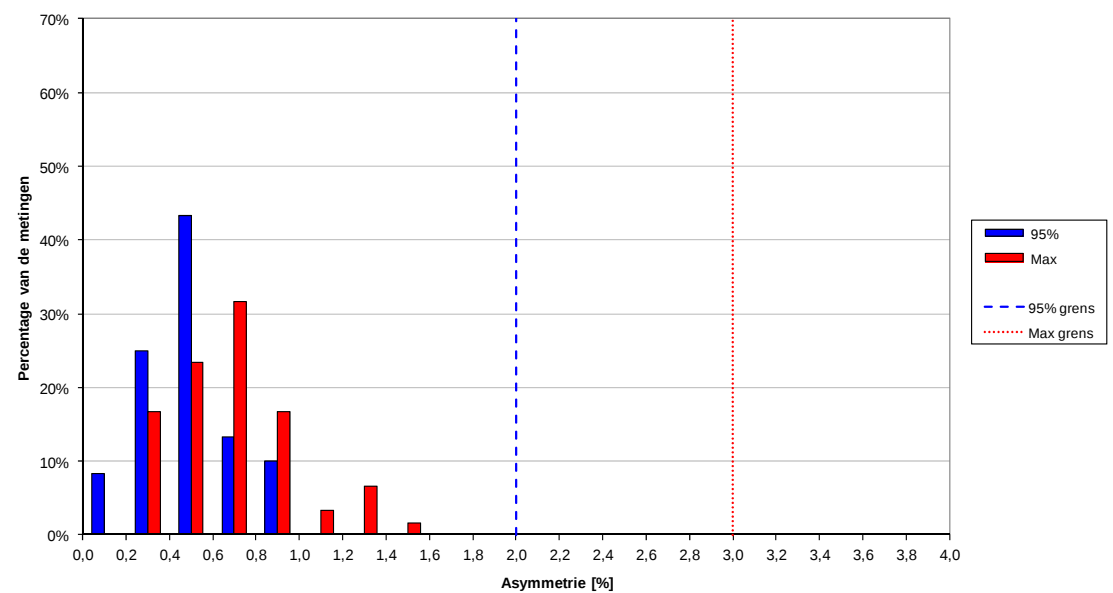
Bijlage A: Meetresultaten laagspanningsnetvlak



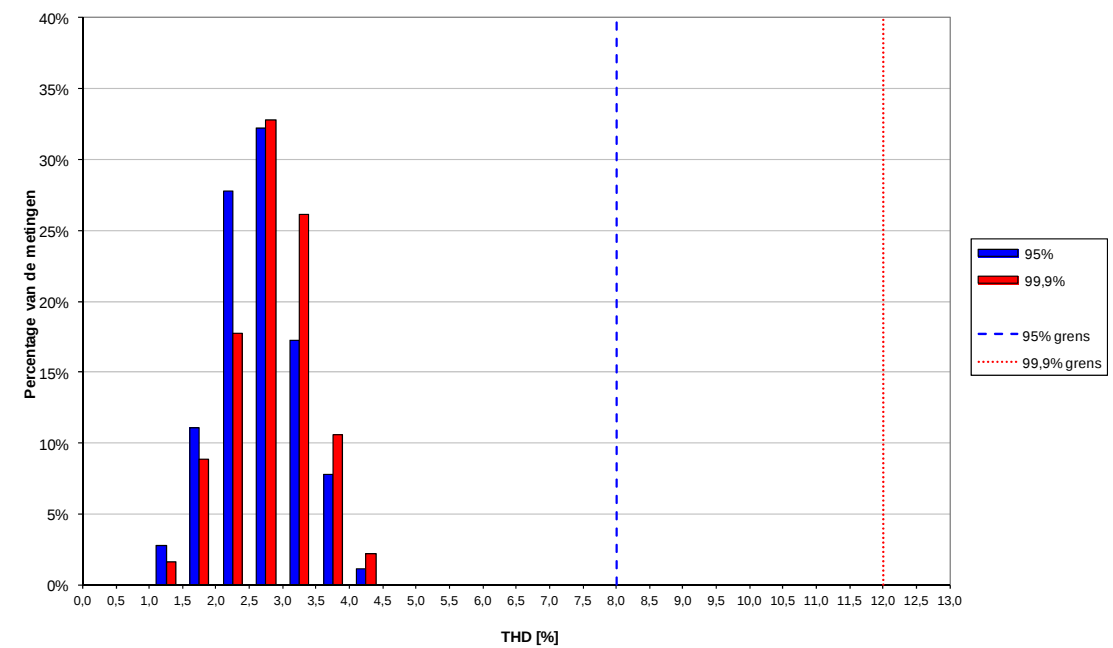
Figuur A1: Langzame spanningsvariatie LS-netvlak



Figuur A2: Snelle spanningsvariatie LS-netvlak

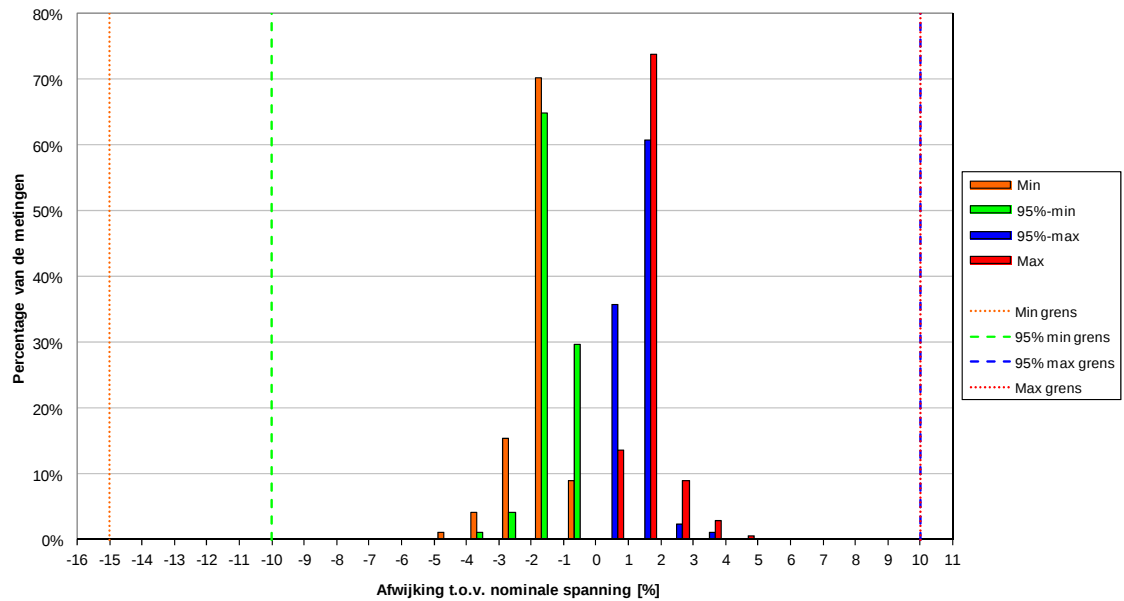


Figuur A3: Asymmetrie LS-netvlak

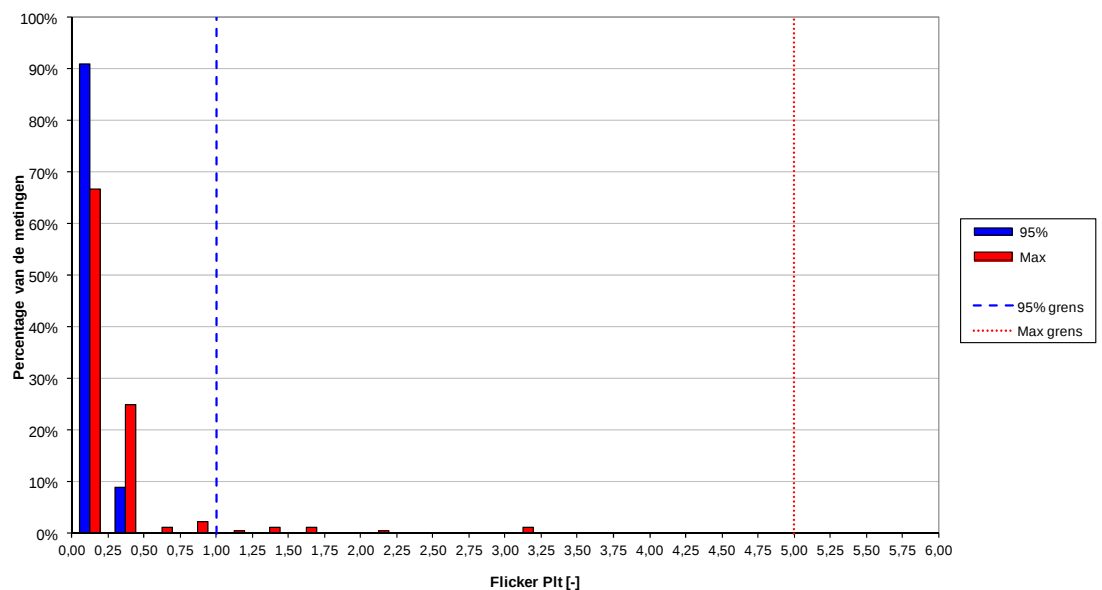


Figuur A4: Totale harmonische vervorming LS-netvlak

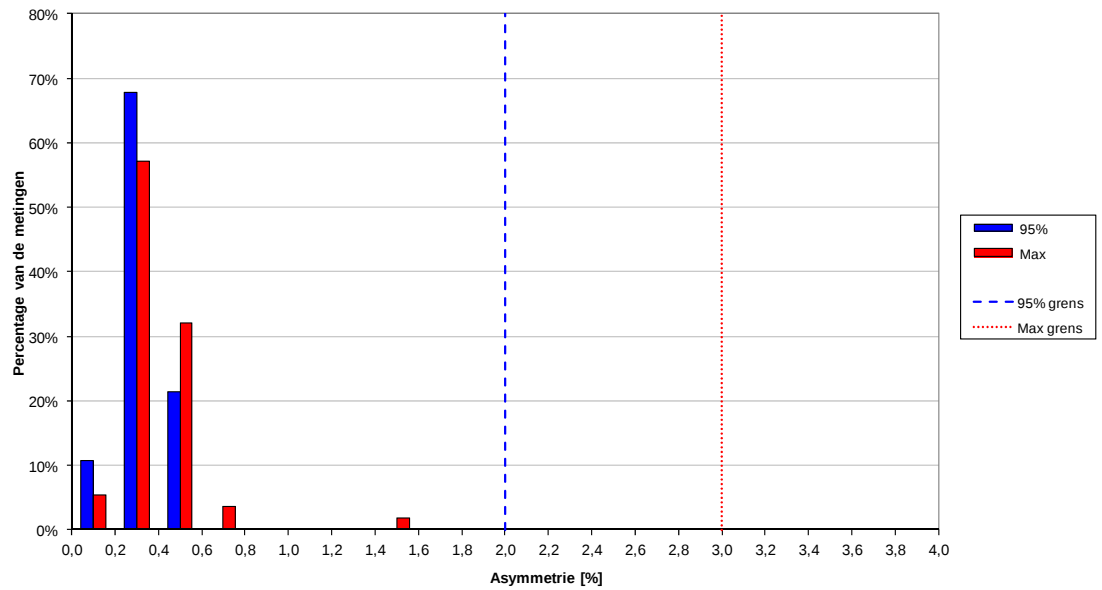
Bijlage B: Meetresultaten middenspanningsnetvlak



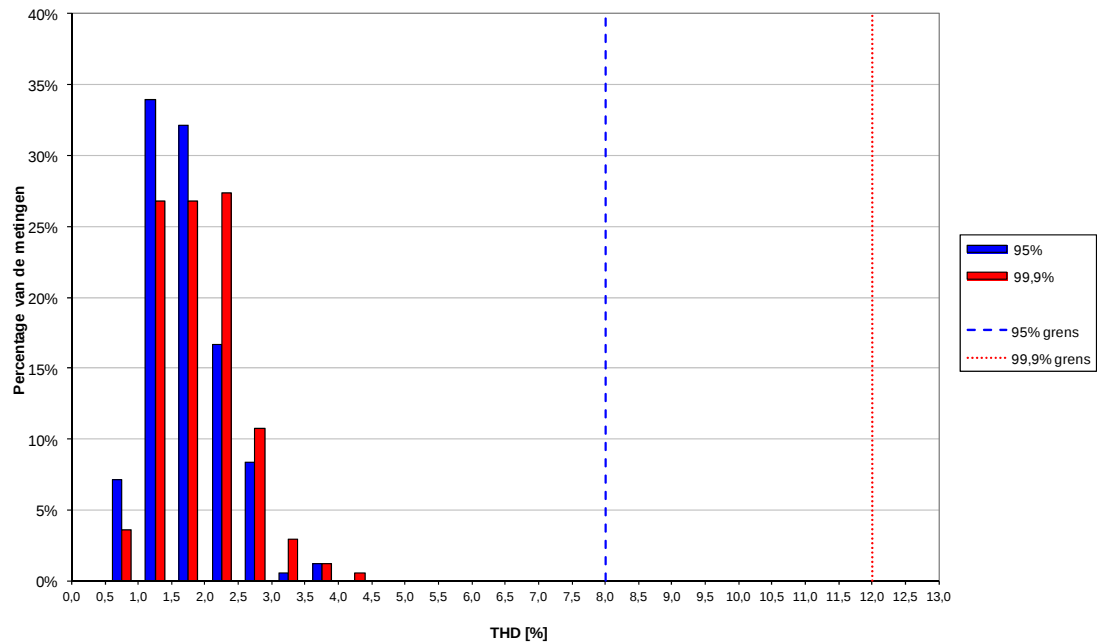
Figuur B1: Langzame spanningsvariatie MS-netvlak



Figuur B2: Snelle spanningsvariatie MS-netvlak

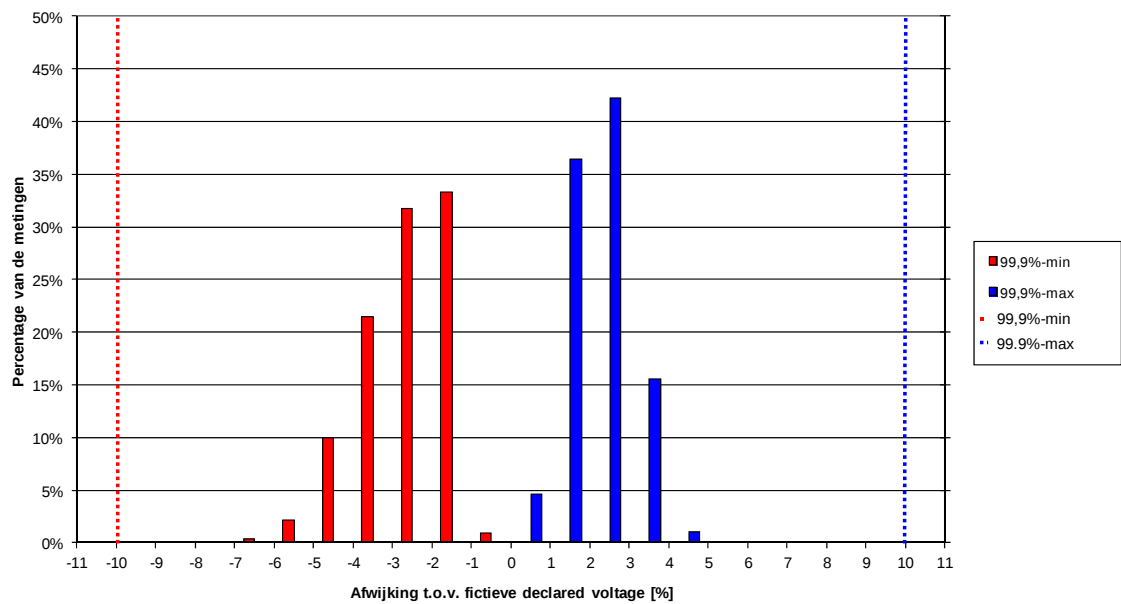


Figuur B3: Asymmetrie MS-netvlak

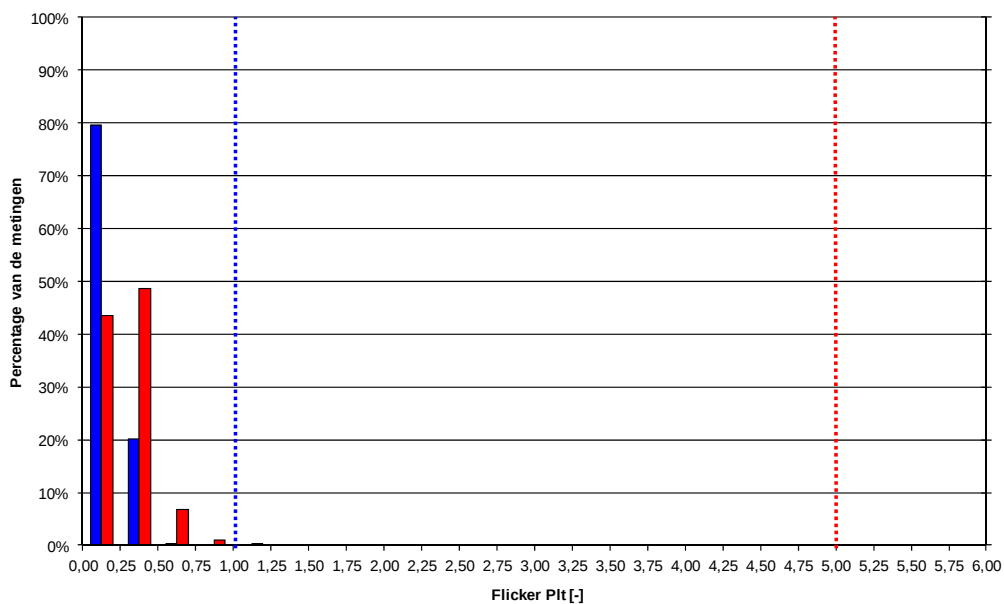


Figuur B4: Totale harmonische vervorming MS-netvlak

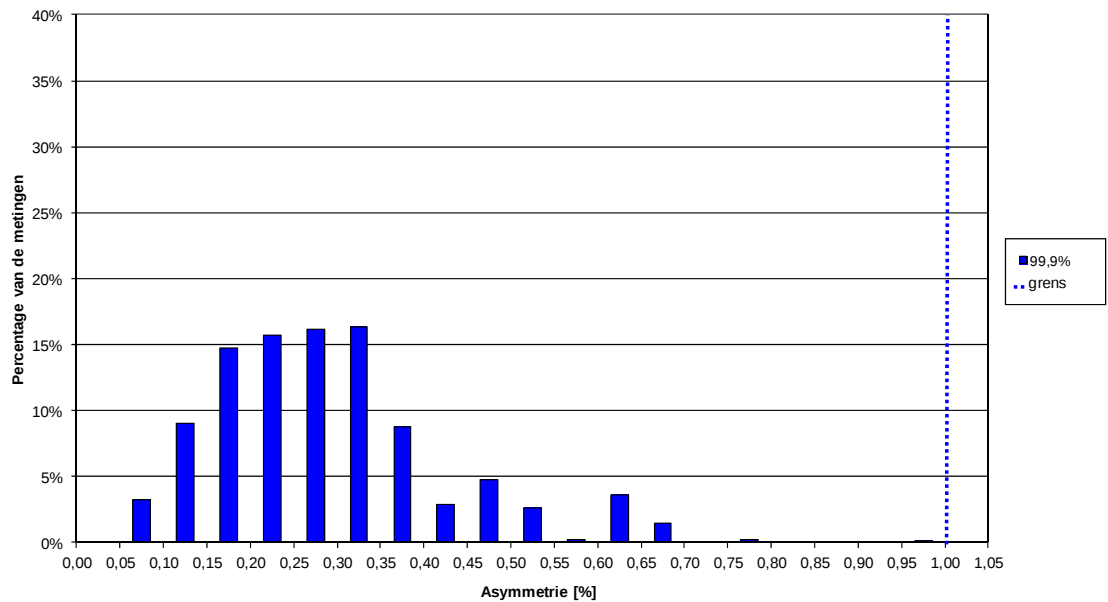
Bijlage C: Meetresultaten hoogspanningsnetvlak



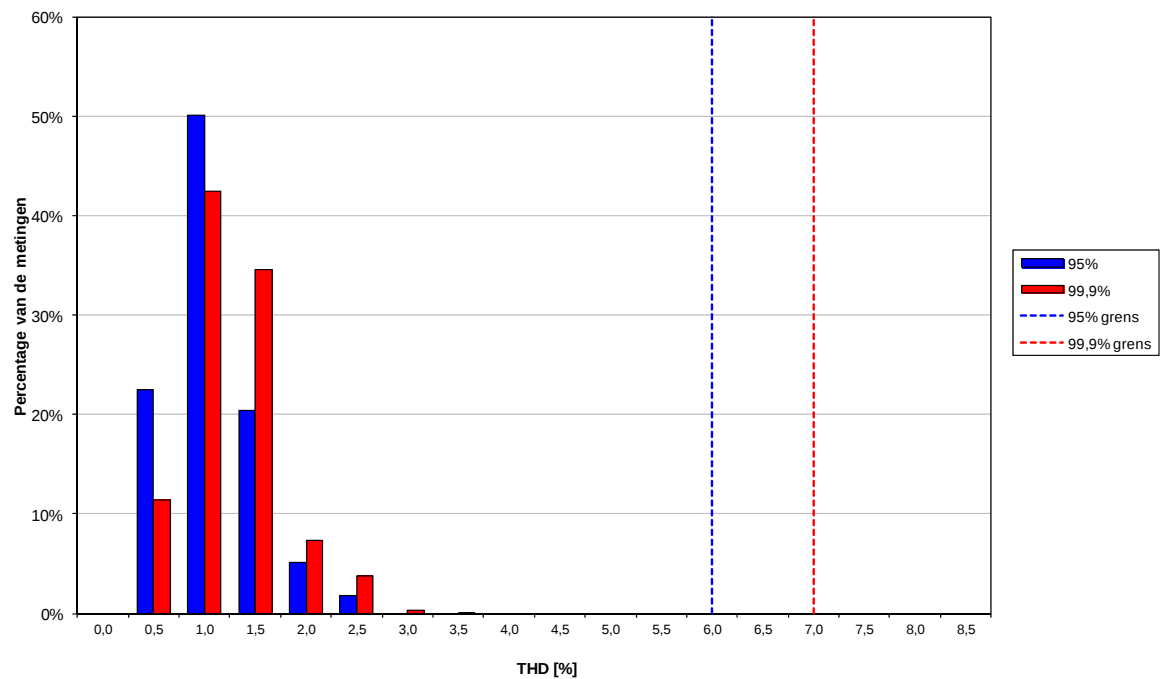
Figuur C1: Langzame spanningsvariatie HS-netvlak



Figuur C2: Snelle spanningsvariatie HS-netvlak

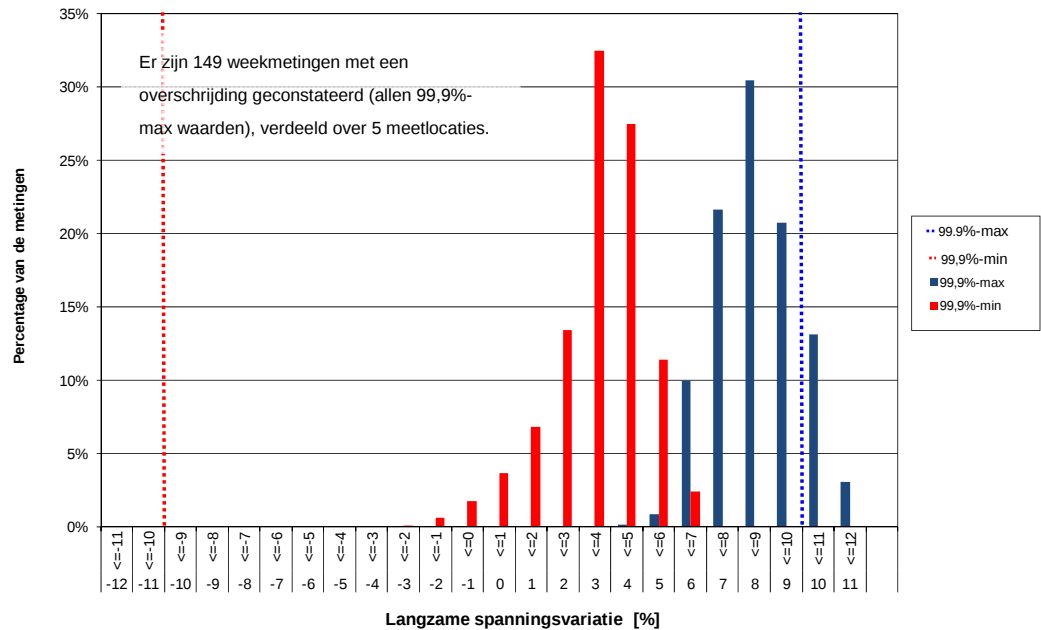


Figuur C3: Asymmetrie HS-netvlak

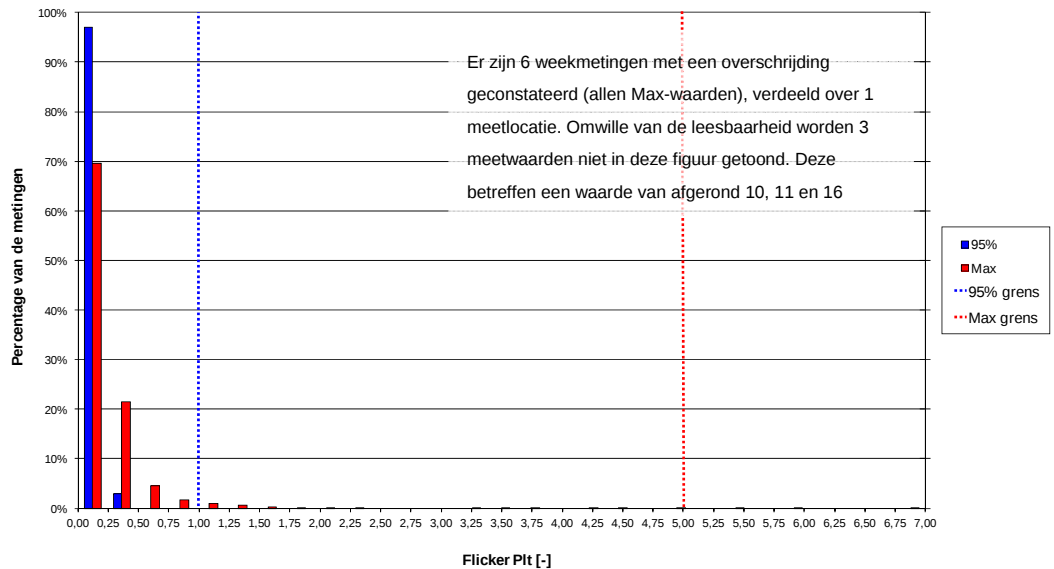


Figuur C4: Totale harmonische vervorming HS-netvlak

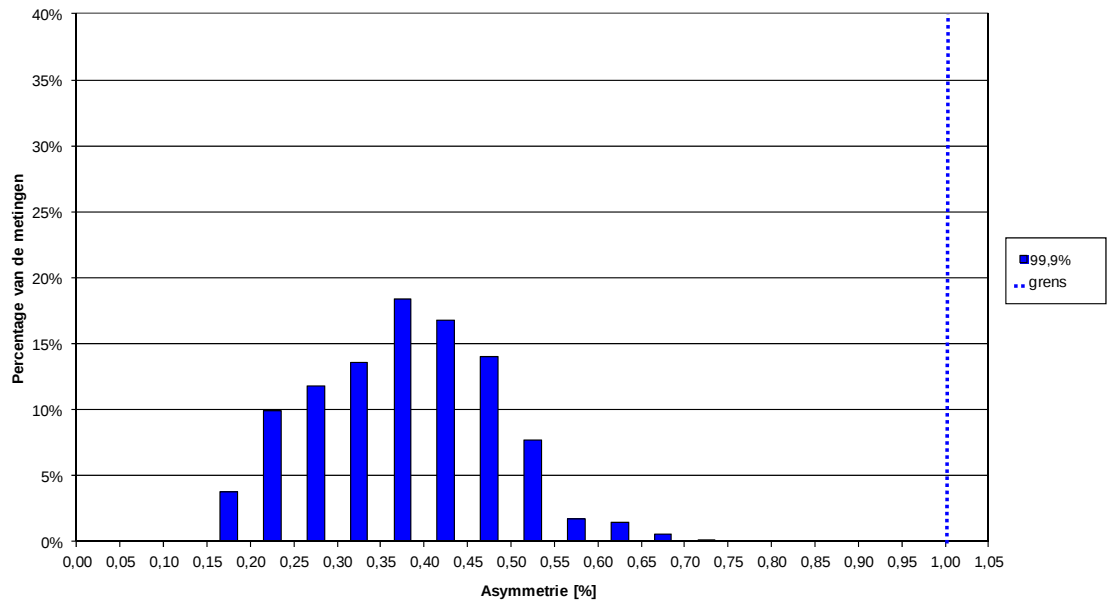
Bijlage D: Meetresultaten extra hoogspanningsnetvlak



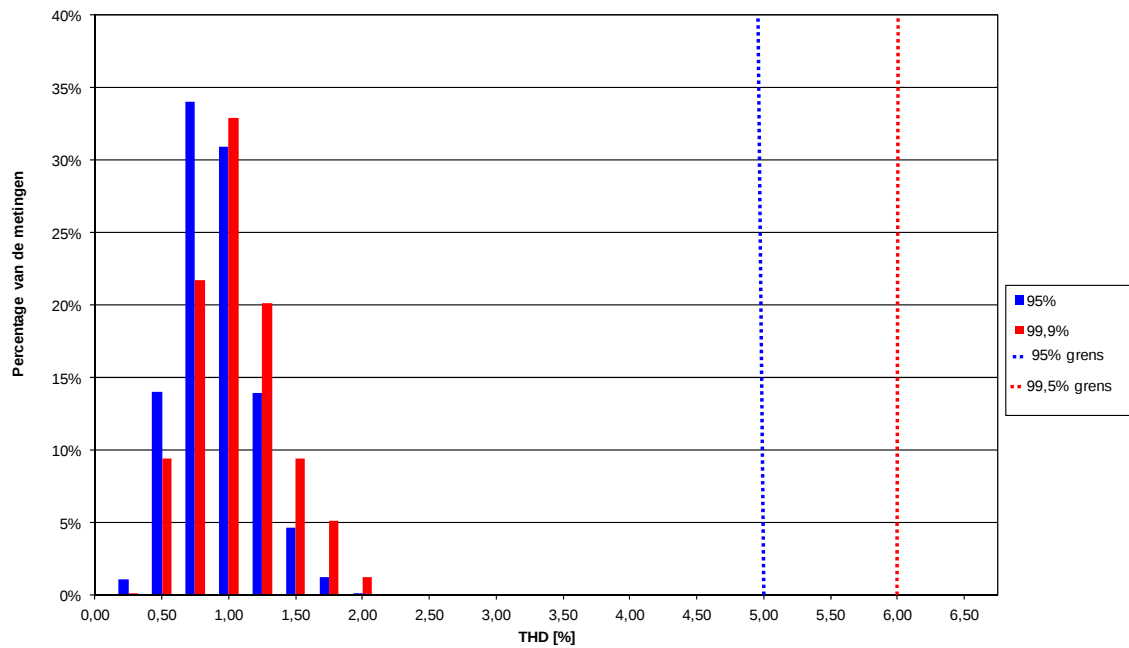
Figuur D1: Langzame spanningsvariatie EHS-netvlak



Figuur D2: Snelle spanningsvariatie EHS-netvlak



Figuur D3: Asymmetrie EHS-netvlak



Figuur D4: Totale harmonische vervorming EHS-netvlak

Bijlage E: Toelichting overschrijdingen

E1: Overschrijdingen 15e harmonische LS-netvlak			
Spanningsniveau	230 V (laagspanning)		
Kenmerk	15e harmonische		
Aantal metingen	13 stuks		
Meetperiode (in 2013)		<u>Startdatum</u>	<u>Einddatum</u>
	Meting 1	26 april	3 mei
	Meting 2	8 mei	15 mei
	Meting 3	4 juli	11 juli
	Meting 4	10 september	17 september
	Meting 5	9 oktober	16 oktober
	Meting 6	7 november	14 november
	Meting 7	4 december	11 december
	Meting 8	15 januari	22 januari
	Meting 9	29 januari	5 februari
	Meting 10	3 juni	10 juni
	Meting 11	4 december	11 december
	Meting 12	26 maart	2 april
	Meting 13	12 augustus	19 april
Grenswaarden	H15 - 95%	0,5	
	H15 - 99,9%	0,75	
Toetswaarden per fase		<u>95%-toetswaarden</u>	
	Meting 1	0,55	0,55 -
	Meting 2	0,53	0,62 -
	Meting 3	0,58	0,59 -
	Meting 4	-	- 0,53
	Meting 5	-	- 0,50
	Meting 6	-	0,50 -
	Meting 7	0,6	0,56 -
	Meting 8	0,61	0,54 0,64
	Meting 9	-	- 0,52
	Meting 10	-	- 0,50
	Meting 11	-	0,59 -
	Meting 12	0,52	0,61 -
	Meting 13	0,64	0,57 0,63
		<u>99,9%-toetswaarden*</u>	
	Meting 13	0,77	- 0,76
*Bij meting 1 t/m 12 is geen overschrijding m.b.t. de 99,9%-grenswaarde geconstateerd.			

Beschrijving

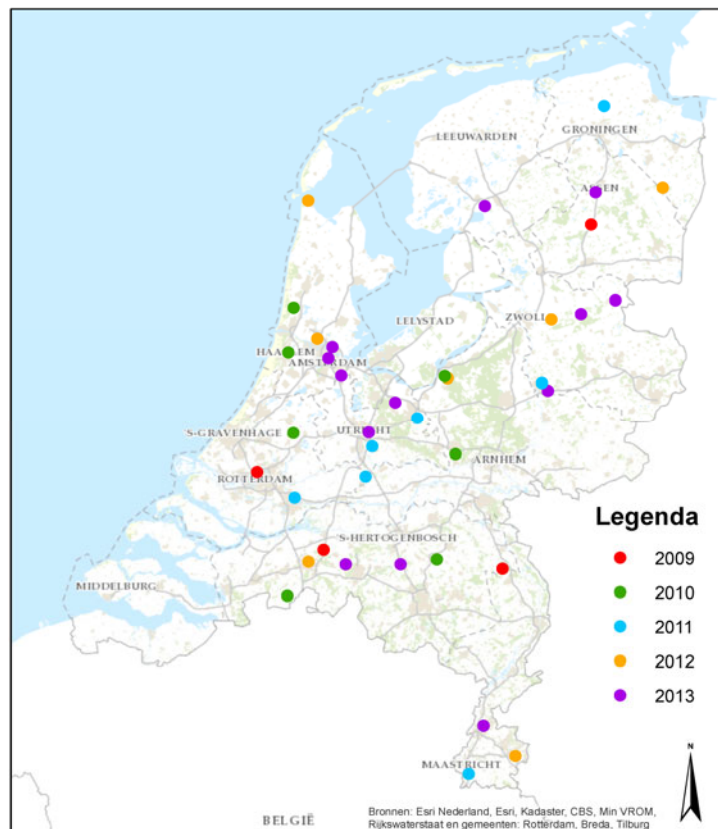
Bij 13 van de 60 geanalyseerde LS-metingen is een overschrijding geconstateerd ten aanzien van de 95%-grenswaarde. Bij één van deze metingen is daarnaast ook de 99,9%-grenswaarde overschreden. Het aantal overschrijdingen ligt hoger dan het aantal van de afgelopen jaren (zie bijlage F).

Oorzaak

Voor zover bekend ondervinden klanten geen overlast met betrekking tot de overschrijdingen van bovengenoemde grenswaarden. Er zijn de afgelopen jaren geen klachten in relatie tot de betreffende meetlocaties ontvangen. Desondanks is de PQM-contactgroep in 2011 gestart met onderzoek naar het verschijnsel. Hieronder volgt een samenvatting van de resultaten.

Geografische spreiding

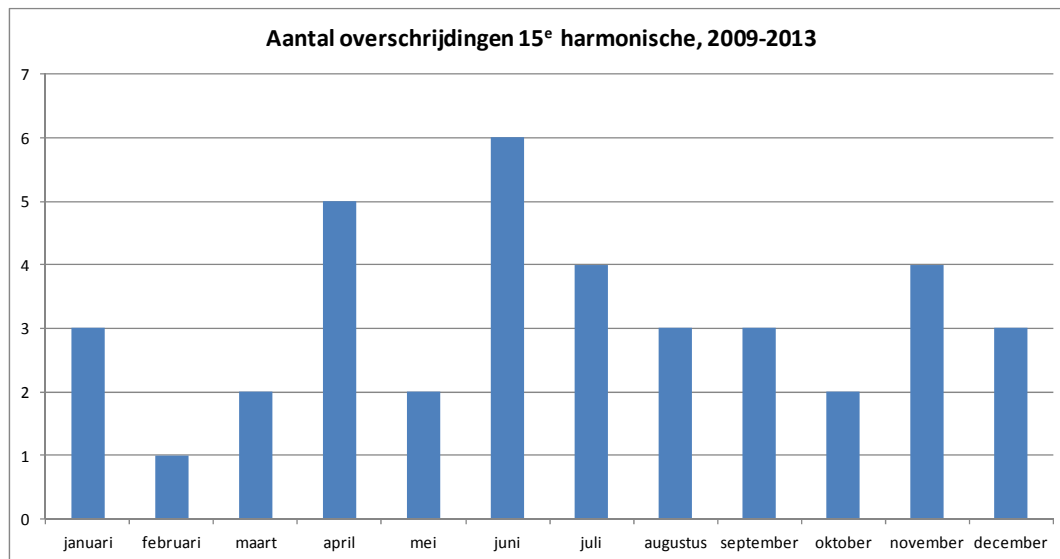
Er is een onderzoek uitgevoerd naar de geografische spreiding van de overschrijdingen. Zijn de overschrijdingen toe te schrijven aan een bepaalde regio? Uit het onderzoek blijkt dit niet het geval te zijn, zie ook figuur E2. In de afgelopen vijf jaar hebben de overschrijdingen verspreid over heel Nederland plaatsgevonden, zowel in stedelijke gebieden als op het platteland.



Figuur E1: Geografische spreiding overschrijdingen 15^e harmonische

Tijd- of seizoensgebonden

Er is onderzocht of de overschrijdingen (vooral) in een bepaald seizoen of rondom een bepaald tijdstip plaatsvinden. Dit blijkt ook niet het geval te zijn. De overschrijdingen vinden zowel in de zomer als winter plaats en zowel overdag als 's nachts. Ter informatie zijn in figuur E2 de overschrijdingen van de afgelopen vijf jaar uitgezet over de verschillende kalendermaanden.



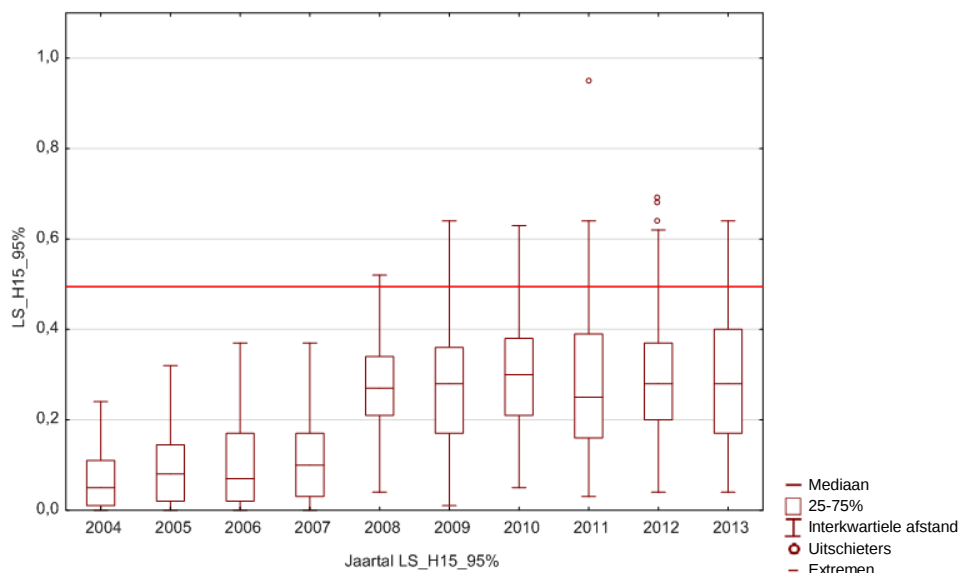
Figuur E2: Spreiding overschrijdingen 15^e harmonische over kalendermaanden

Normeisen

In 2011 is een promotieonderzoek afgerond aan de TU Eindhoven met als titel 'Power Quality Requirements and Responsibilities at the Point of Connection' [12]. Uit het onderzoek is gebleken dat er steeds meer toestellen op de markt komen, waarbij harmonischen prominent aanwezig zijn. Een belangrijk onderdeel van het onderzoek betrof de uitvoering van representatieve simulaties met betrekking tot harmonische vervuiling. Hieruit blijkt dat van alle harmonische grenswaarden alleen die van de 15^e en de 21^e worden overschreden. Eén van de verklaringen hiervoor is dat de normeisen voor de 15^e en 21^e harmonischen relaties streng zijn ten opzichte van de andere individuele harmonischen.

Trendanalyse

Uit een trendanalyse blijkt dat er tussen 2007 en 2008 een sprong heeft plaatsgevonden in de meetwaarden (zie figuur E3). Deze sprong is statistisch zeer significant. Movares heeft in 2012 onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen de trendbreuk [11] en de overstap naar een nieuw meetinstrument per 1 januari 2008. Vanaf deze datum is de Fluke 435 toegepast, voorheen werd gebruik gemaakt van de Memobox.



Figuur E3: Trendanalyse 15^e harmonische, 2004-2013

Een belangrijke conclusie uit het onderzoek is dat de Memobox bij de registratie van harmonischen gebruik maakt van een gemiddelde waarde van alle metingen binnen een 10-minuten meetinterval en de Fluke 435 van een RMS-gemiddelde. Dit leidt tot verschillen bij variërende harmonische inhoud. Daarnaast blijken er verschillende hard- en softwarematige verschillen te zijn, onder andere m.b.t. de sampling rate (specificatie Fluke: 200 kHz, specificatie Memobox: 10,25 kHz) en het gebruik van FFT filter.

Om zeker te stellen dat het nieuwe meetinstrument voldoet aan de meeteisen en onnauwkeurigheden zoals gesteld in de normen IEC 61000-430 Class A en IEC 61000-4-7, is een Statement of Compliance aangevraagd en controlemeting uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat het meetinstrument ruimschoots aan de gestelde criteria voldoet.

De onderzoeksresultaten maken het aannemelijk dat de trendbreuk is ontstaan door de overstap naar het nieuwe meetinstrument die voldoet aan de huidige normen. De Memobox voldoet niet aan de normen die op dit moment geldig zijn. De Fluke 435 is aantoonbaar beter in staat om een representatief beeld te geven van de golfvorm van het net.

Oplossing

In 2013 is via de normcommissie Systeemaspecten van de elektriciteitsvoorziening (NEC 8) richting CEN-CENELEC kenbaar gemaakt dat verruiming van de normering (NEN-EN 50160) met betrekking tot de individuele harmonischen gewenst lijkt te zijn. In internationaal verband is hierop in kringen van TC8 positief gereageerd. Besloten is om ook binnen de normcommissies over toestellen (TC77) een voorstel voor verhoging van de limietwaarde voor spanning te bespreken. De ervaring leert dat het reviseren van een Europese norm, in verband met de te doorlopen trajecten jaren in beslag neemt. Om binnen Nederland stappen te zetten, zullen de netbeheerders in 2014 een amendement met een gemoderniseerde tabel 1 indienen via NEC 8. Deze tabel betreft de grenswaarden voor individuele harmonischen tot en met 25. Na goedkeuring door de leden van NEC 8, waaronder Philips IP&S, HyTeps en GL DNV, kan dit amendement via Netbeheer Nederland en de ACM worden geëffectueerd door middel van een wijziging in de Netcode Elektriciteit.

E2: Overschrijdingen langzame spanningsvariatie	
Spanningsniveau	380 kV
Kenmerk	Langzame spanningsvariatie (99,9%-max)
Aantal weekmetingen	149
Aantal meetlocaties	5
Meetperiode	Verdeeld over het jaar
Grenswaarde	99,9%-max: 10%
Toetswaarden	Allen tussen de 10% en 12%

Beschrijving

In het noorden van Nederland komt het in Eemshaven (EOS, Eems-EOS Wit en Eems-EOS-Zwart) regelmatig voor dat de spanning boven de toegestane waarden van 10% uit stijgt. Dit fenomeen doet zich ook voor in de regio Simonshaven/Bleiswijk/Wateringen. In 2013 is bij 149 weekmetingen een overschrijding geconstateerd. Deze overschrijdingen zijn gerelateerd aan 5 meetlocaties uit de genoemde regio's.

Oorzaak

De beschikbaarheid van het gecontracteerde blindvermogen op productiemiddelen was lager dan afgelopen jaren waardoor de spanningshuishouding moeilijker te regelen was. Het betreft met name het niet in bedrijf zijn van gasgestookte productiemiddelen die "uit de markt worden gedrukt" door de overvloed van aanbod aan duurzame energie uit Duitsland. Extra blindvermogenscontracten zijn afgesloten om de beschikbare blindvermogenscapaciteit te vergroten. Verder is vastgesteld dat de laatste jaren in het gebied van Centraal West Europa (CWE) de problematiek van te hoge spanningen door meerdere TSO's wordt ervaren. De vaststelling van de problematiek van een te hoge spanning is verwoord in artikel [10].

Oplossing

Om te hoge netspanningen te voorkomen is naast het inzetten van compensatiespoelen gebruik gemaakt van additionele spanningsverlagende maatregelen. Deze maatregelen zijn onder andere: het uitschakelen van circuits, het afroepen van blindvermogenscontracten onder verplichte inzet condities voor de betreffende productiemiddelen. Om de beschikbaarheid van blindvermogen te verhogen zijn compensatiespoelen aangebracht in Crayestein en Simonshaven, en zijn er (investerings)plannen in ontwikkeling om 750 Mvar blindvermogenscompensatie op te stellen in het noorden van het land.

E3: Overschrijdingen snelle spanningsvariatie	
Spanningsniveau	380 kV
Kenmerk	Snelle spanningsvariaties (Plt-max)
Aantal weekmetingen	6
Aantal meetlocaties	1
Meetperiode	Verdeeld over het jaar
Grenswaarde	Plt-max: 5
Toetswaarden	5, 6, 9, 10, 11 en 16%

Beschrijving

Er zijn 6 overschrijdingen zijn geconstateerd. Allen zijn gerelateerd aan een meetlocatie, namelijk station Bleiswijk

Oorzaak

Het inschakelen en respectievelijk uitschakelen van één van de circuits van de verbinding 380 kV Wateringen – Bleiswijk.

Oplossing

Het in- dan wel uitschakelen van de circuits tijdens adequate condities van het net of, indien nodig, met extra aan te brengen maatregelen. Zolang het onderzoek hiervoor nog gaande is, zal het inschakelen respectievelijk uitschakelen zoveel mogelijk beperkt gaan worden.

Bijlage F: Metingen en overschrijdingen, 2004 – 2013

Tabel F1: Aantal metingen en overschrijdingen, 2004 – 2013

Jaar	Netvlak	Aantal bruikbare weekmetingen	Aantal weekmetingen met overschrijding			
			Langzame spanningsvariatie	Snelle spanningsvariatie	Asymmetrie	Harmonischen (incl. THD)
2013	LS	60	-	-	-	13
	MS	56	-	-	-	-
	HS	964	-	-	-	-
	EHS	708	149	6	-	-
2012	LS	57	-	1	-	7
	MS	60	-	1	-	1
	HS	966	-	-	-	-
	EHS ⁴	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	-	-	-
2007	LS	58	2	3	-	-
	MS	60	-	-	-	-
	HS	1024	-	2	1	3
2006	LS	58	-	2	-	2
	MS	57	-	-	-	-
	HS	941	-	-	-	-
2005	LS	60	-	2	-	-
	MS	56	-	1	-	-
	HS ⁵	914	1	-	-	-
2004	LS	56	-	3	-	-
	MS	55	-	-	-	-

⁴ Het is voor het eerst dat de rapportage voor het extra hoogspanningsnet is geïntegreerd in de jaarrapportage van Netbeheer Nederland. Voorgaande jaren werd de rapportage voor EHS door TenneT zelf opgesteld.

⁵ In de loop van 2004 is er bij twintig aselect geselecteerde klantaansluitingen in het hoogspanningsnet een permanent monitorsysteem geïnstalleerd. Het jaar 2005 is het eerste jaar waarin op deze meetlocaties de spanningskwaliteit continue bewaakt werd.

Bijlage F: Transiënten

In de de Netcode Elektriciteit en NEN-EN 50160 [1 en 2] staan de kwaliteitsaspecten ten aanzien van de kwaliteit van de transportdienst. Er zijn echter geen kwaliteitscriteria met betrekking tot transiënten. De ACM heeft de gezamenlijke netbeheerders een opdracht gegeven om voor transiënten tot normontwikkeling te komen en erover te rapporteren in het rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland'. De scope betreft transiënten in netten met een nominale spanning groter of gelijk aan 50 kV. Deze tekst geeft invulling aan de rapportage over 2013. Het geeft een overzicht van de stand van zaken inclusief achtergronden.

Transiënten spanningen zijn niet permanente fenomenen, in de NEN-EN 50160 [2] gedefinieerd als:

Short duration oscillatory or non-oscillatory overvoltage usually highly damped and with a duration of a few milliseconds or less [IEV 604-03-13, modified]

NOTE Transient overvoltages are usually caused by lightning, switching or operation

Kenmerkend is verder dat ze breedbandig zijn, lokaal optreden, veelal moeilijk te meten zijn en niet vermijdbaar zijn bij de bedrijfsvoering van hoogspanningnetten.

Netbeheer Nederland heeft in 2011 aangegeven het voornemen te hebben om met betrekking tot het dossier transiënten de volgende acties op te pakken:

1. *De huidige meting van transiënten als onderdeel van het PQM-project wordt voortgezet en over de resultaten daarvan wordt gerapporteerd;*
2. *Er vindt onderzoek plaats naar de beschikbaarheid en bruikbaarheid van relevante ANSI/IEEE normen;*
3. *Er vindt nader onderzoek plaats naar de mogelijkheid om de grenswaarden uit de systematiek van isolatiecoördinatie (bliksemhoudspanning of de schakelhoudspanning) te gebruiken als mogelijke norm voor transiënten in combinatie met nader onderzoek van het opgetreden verschijnsel in geval van transiënten die de houdspanning overschrijden.*

Uitkomsten/stand van zaken

Deze acties hebben, samengevat per actie, tot de volgende inzichten geleidt:

- 1) *De huidige meting van transiënten als onderdeel van het PQM-project wordt voortgezet en over de resultaten daarvan wordt gerapporteerd;*

Alvorens deze actie verder in te vullen, moet stilgestaan worden bij een aantal aspecten:

- Tot op heden zijn te weinig (details van) praktijkproblemen bekend. Zowel VEMW als Energie-Nederland zijn in 2012 verzocht om de vermeende klachten met betrekking tot transiënten nader te onderbouwen met praktijkvoorbeelden. Doel van deze vraag was om meer informatie te krijgen met betrekking tot de aard en de omvang van de problemen. Met deze informatie kan getoetst worden of de beoogde toekomstige aanpak en gemeten parameters afdoende zijn om praktijkproblemen te analyseren, en welke informatie eventueel nog ontbreekt. Eind 2013 heeft VEMW aangegeven dat zij haar leden meerdere malen heeft verzocht om een onderbouwing, maar geen reactie heeft ontvangen. Haar conclusie hieruit was dat het spanningsverschijnsel transiënten klaarblijkelijk geen grote problemen (meer) oplevert voor de getroffen leden [13].
- Analyseren van bestaande metingen geeft weliswaar inzicht, maar beantwoordt niet per definitie de hoger liggende vraag: *Welke transiënten zijn hinderlijk, hoe worden deze gekarakteriseerd en hoe kunnen ze bepaald worden?*

Omdat niet iedere transiënt problemen veroorzaakt, zou men analoog aan spanningsdips een onderscheid tussen *Hinderlijke* en *Niet Hinderlijke* transiënten kunnen maken.

- Er zijn twijfels of de meetketen van de bestaande PQM meetapparatuur ten aanzien van het meten van transiënten ook voldoet. Hiervoor zijn ook geen normen (zie actie 2).
- Een belangrijk aspect is op welke wijze de transiënten worden overdragen tussen netten met verschillende systeemspanningen. Hiermee wordt bedoeld dat de transiënte golfvorm (inclusief amplitude) zoals die gemeten wordt aan de hoogspanningszijde afwijkt ten opzichte van de transiënte golfvorm bij de apparatuur van de aangeslotene. Enkel een meting in het hoogspanningsnet geeft onvoldoende informatie over een eventuele beïnvloeding. Theoretische analyses beperken zich veelal tot beschermingsmaatregelen tegen schakel- en bliksemspanningen in een net met één systeemspanning en zijn vaak niet één op één toepasbaar, of bruikbaar, voor de overdracht van transiënten tussen netten met verschillende systeemspanningen.
- Er is een grote verscheidenheid aan mogelijke configuraties en de noodzakelijke (locatiespecifieke) parameters zijn veelal onbekend om een gedetailleerde uitspraak te kunnen doen over de invloed van de transiënten achter het overdrachtspunt.
- Het CEER/ECRB-document [9] geeft Guidelines of Good Practice, opgesteld door internationale experts. In paragraaf 4.2 wordt bevestigd dat er geen standaard methoden zijn voor de berekening van voor transiënten karakteristieke parameters. Internationaal zijn er ook geen ontwikkelingen gaande om dit te gaan standaardiseren.

Samengevat is niet duidelijk of “het goede” gemeten wordt in relatie tot eventuele problemen. Bij het vaststellen van de eventuele normgeving en de daarbij te rapporteren gegevens is inzicht in de bovengenoemde aspecten een vereiste.

2) *Er vindt onderzoek plaats naar de beschikbaarheid en bruikbaarheid van relevante ANSI/IEEE normen;*

Met betrekking tot het meten van transiënte spanningen zijn diverse (Nederlandse en internationale) normen beschouwd. Tevens is een aantal standaarden of richtlijnen beschouwd die enig raakvlak hebben met dit onderwerp en is bekeken welke CIGRE werkgroepen actief zijn op dit gebied [7].

Binnen IEEE is in juni 2013 een Project Authorisation Request (PAR) goedgekeurd genaamd 'Guide for Online Monitoring and Recording Systems for Transient Overvoltages in Electric Power Systems'. Op dit moment werkt een werkgroep binnen project P1894 aan het samenstellen van een conceptversie van de richtlijn voor transiënte overspanningen. Een concrete planning met opleverdatum van de richtlijn is niet gegeven.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat de beschouwde normen en IEEE/CIGRE-stukken onvoldoende basis bieden voor het registreren en classificeren van transiënte spanningen in het hoogspanningsnet. Een methodiek voor de rapportage is dus niet voorhanden.

3) *Er vindt nader onderzoek plaats naar de mogelijkheid om de grenswaarden uit de systematiek van isolatiecoördinatie (bliksemhoudspanning of de schakelhoudspanning) te gebruiken als mogelijke norm voor transiënten in combinatie met nader onderzoek van het opgetreden verschijnsel in geval van transiënten die de houdspanning overschrijden;*

Het isolatiecoördinatiedocument is gereed en wordt op dit moment voorbereid om te worden ingevoerd. Transiënten zijn bepaald die van nature aanwezig zijn in elektriciteitsnetwerken.

Colofon

Project Spanningskwaliteit in Nederland, resultaten 2013

Projectnummer RM131261

Opdrachtgever **Netbeheer Nederland**

Opdrachtnemer **Movares Nederland B.V.**
Movares Energy

Uitgave Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.

Projectmanager Rik Luiten

Auteurs Luuk Derksen, Tom Bogaert

Kenmerk RM-ME-RM131261-01 / Versie 1.0

Datum 24 april 2014

Contactgegevens **Netbeheer Nederland**
Martijn Boelhouwer (woordvoerder)
Postbus 90608
2509 LP Den Haag

070 - 205 50 00
secretariaat@netbeheernederland.nl