



Handboek Spanningskwaliteit in Nederland

Bedrijfsinterne rapportage

Opdrachtgever **Netbeheer Nederland**

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

Kenmerk RM-ME-RM131261-01 / Versie 1.0 (definitief)

Datum Utrecht, 12 juni 2014

Autorisatieblad**Handboek Spanningskwaliteit in Nederland**

Bedrijfsinterne rapportage

Versie	Toelichting	Datum
0.1 (concept)	Ter review aangeboden aan leden contactgroep Spanningskwaliteit	7 mei 2014
1.0 (definitief)	- Review commentaar van contactgroep verwerkt - Eindcontrole en vrijgave door Movares	12 juni 2014

	Naam	Paraaf
Opgesteld door	Tom Bogaert, Luuk Derksen en Hans Wolse	
Eindcontrole en vrijgave door	Rik Luiten	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Laag- en middenspanning	4
2.1	Steekproefselectie	4
2.2	Metingen	4
2.3	Aandachtspunten	4
2.4	Statistische uitspraak	6
2.5	Kwaliteitscriteria en toetswaarden	7
2.5.1.	<i>Langzame spanningsvariatie</i>	7
2.5.2.	<i>Snelle spanningsvariatie</i>	11
2.5.3.	<i>Spanningsasymmetrie</i>	13
2.5.4.	<i>Harmonische vervorming</i>	14
3	(Extra) hoogspanning	15
3.1	Steekproefselectie	15
3.2	Metingen	15
3.3	Statistische uitspraak	17
3.4	Kwaliteitscriteria en toetswaarden	18
3.4.1.	<i>Langzame spanningsvariatie</i>	18
3.4.2.	<i>Snelle spanningsvariatie</i>	18
3.4.3.	<i>Spanningsasymmetrie</i>	19
3.4.4.	<i>Harmonische vervorming</i>	19
3.4.5.	<i>Spanningsdips</i>	20
3.5	Transiënten	22
	Bijlage A: Meetformulier laag- en middenspanning	23
	Bijlage B: Overzicht meetlocaties hoogspanning	24
	Bijlage C: Overzicht meetlocaties extra hoogspanning	26
	Colofon	28

1 Inleiding

Onder de vlag van branchevereniging Netbeheer Nederland voeren de netbeheerders ieder jaar 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 (hierna: ACM).

In de Netcode Elektriciteit is bepaald dat de spanningskwaliteit moet voldoen aan een aantal kwaliteitscriteria. De landelijke spanningskwaliteit wordt gebaseerd op de uitgevoerde metingen en hierover wordt jaarlijks gerapporteerd in het rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland'. 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 en maakt onderscheidt 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

Dit handboek geeft betrokkenen bij het PQM-project meer inzicht in de opzet en praktische uitvoering van het landelijke meetproject. Zo wordt er ingegaan op de geldende kwaliteitscriteria, de gehanteerde steekproeftechniek, de verwerking van de meetresultaten en de gebruikte meetapparatuur. Gezien de doelgroep van dit handboek wordt enige basiskennis over spanningskwaliteit en bijbehorende verschijnselen als aanwezig verondersteld.

Dit handboek is gebaseerd op de inzichten en faciliteiten op het moment van schrijven. Binnen Netbeheer Nederland is een contactgroep opgericht die zich bezig houdt met landelijke vraagstukken over spanningskwaliteit, waaronder dit het PQM-project. De contactgroep bestaat uit één vertegenwoordiger per netbeheerder en is op dit moment als volgt samengesteld:

Tabel S1: Huidige samenstelling contactgroep Spanningskwaliteit

Organisatie	Vertegenwoordiger
Cogas Infra en Beheer	Gerard Geist
Delta Netwerkbedrijf	Wouter de Neijs
Endinet	Sharmistha Bhattacharyya
Enexis	Danny Geldtmeijer
Liander	Sjef Cobben (voorzitter)
Rendo	Gerrit Scharrenberg
Stedin	Theo Meeks
TenneT	Frans van Erp
Westland Infra	Amrish Sookhlall
Netbeheer Nederland	Henk van Bruchem

De netbeheerders worden in het PQM-project sinds 2012 door het onafhankelijke ingenieursbureau Movares Energy ondersteund. Movares Energy voert binnen het project onder andere een aselechte steekproef uit, analyseert alle metingen en stelt het jaarlijkse rapport op. Voor 2012 vond ondersteuning door GL-DNV (voorheen: KEMA) plaats.

2 Laag- en middenspanning

2.1 Steekproefselectie

In overleg met ACM en heeft de contactgroep besloten om de steekproef vanaf 2014 te vergroten naar 500 metingen (250 in het LS-netvlak en 250 in het MS-netvlak). Voorheen werden er tenminste 100 metingen (50 per netvlak) uitgevoerd. De steekproeftrekking wordt door Movares representatief en aselekt uitgevoerd. Dit betekent vrij vertaald dat de trekking niet-selectief wordt uitgevoerd en iedere meetlocatie eenzelfde kans heeft om getrokken te worden.

Een meetlocatie betreft een postcodegebied. Binnen of zoveel mogelijk in de buurt van dit gebied voert de netbeheerder een power quality meting uit. Voor de trekking van de postcodegebieden is rekening gehouden met de aansluitdichtheid door inzet van de EAN-codelijst van EDSN. Dit wil zeggen dat een postcodegebied dat veel EAN-codes bevat, een grotere kans heeft om getrokken te worden dan een postcodegebied met weinig EAN-codes.

2.2 Metingen

In lijn met voorgaande jaren worden de volgende spanningsverschijnselen bewaakt en gemeten: langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie (Plt), asymmetrie en harmonischen. Het is de verantwoordelijkheid van de verschillende netbeheerders om ervoor te zorgen dat op de getrokken meetlocaties op de juiste manier wordt gemeten. In het LS-netvlak worden fase-nul metingen uitgevoerd en in het MS-netvlak fase-fase metingen.

De metingen dienen uitgevoerd te worden met het meetinstrument Fluke 435 Series I of Series II op 3-fasen aansluitpunten van klanten. Beide Fluke-instrumenten betreffen een klasse A meetinstrument conform de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30. Een klasse A instrument wordt gebruikt voor het uitvoeren van metingen waarbij slechts een kleine onzekerheid gewenst is. Hieronder valt het toetsen van de spanningskwaliteit op een aansluitpunt. Bij een klasse A instrument worden eisen gesteld aan de registratiemethode en meetonzekerheid. De meetinstrumenten dienen eenmaal per jaar gekalibreerd te worden. Het is de verantwoording van de netbeheerders zelf dat deze kalibratie jaarlijks uitgevoerd wordt. Tevens is het van belang dat de meter is voorzien van de laatste beschikbare versie van de firmware. Dit geldt ook voor de software om de meters uit te lezen.

2.3 Aandachtspunten

Als hulpmiddel voor het uitvoeren van de metingen en ter voorkoming van onnodige meetfouten zijn in overleg met de contactgroep aandachtspunten opgesteld. Deze zijn nader besproken met de betrokken meespecialisten en worden jaarlijks onder hen verspreid. De aandachtspunten zijn:

1: Meting binnen getrokken postcodegebied uitvoeren

De meting wordt bij voorkeur uitgevoerd binnen het geselecteerde postcodegebied. Indien hier geen geschikt driefasen meetpunt aanwezig is, wordt verzocht om zo dicht mogelijk bij het opgegeven gebied een alternatief aansluitpunt te selecteren. De ervaring leert dat het met name bij de MS-locaties voorkomt dat in een aantal gevallen uitgeweken moet worden. Dit omdat er binnen het geselecteerde gebied geen geschikte spannings-/meettransformatoren aanwezig zijn.

Benadrukt wordt dat uitwijken naar een verderop gelegen gebied binnen het betreffende MS-net de voorkeur heeft ten opzichte van het meten op een MS-rail van het voedende station binnen het getrokken gebied. Er mag in geen geval in een ander netvlak (lees: in het LS-net in plaats van het MS-net) worden gemeten.

2: Meting minimaal één volledige week uitvoeren

De kwaliteitscriteria uit de Netcode Elektriciteit hebben betrekking op een meetperiode van één week. Wanneer een meting korter heeft geduurd wordt deze meting als onbruikbaar gezien en niet meegenomen in de rapportage. Let erop dat een meting die in de middag wordt geplaatst en start, niet een week later in de ochtend kan worden opgehaald. In dit geval wordt de meting afgekeurd, omdat hij geen volle 7 dagen heeft geduurd.

3: Meting uitvoeren in opgegeven kalendermaand

Leidend is hierbij de startdatum van de meting. Door spreiding van de metingen over de kalendermaanden wordt de invloed van eventuele seizoenseffecten op de totale meetresultaten zoveel mogelijk voorkomen. ACM heeft erop aangedrongen dat metingen in de aangegeven maand gestart dienen te worden. Graag jullie aandacht hiervoor. Een evaluatie van afgelopen jaren leert dat dit in circa 10% van de gevallen niet is gebeurd.

4: Juiste instellingen voor de meting gebruiken

Het is belangrijk om de juiste instellingen goed te controleren voordat een meting wordt gestart. Dit geldt vooral voor de MS-metingen. Dit om te voorkomen dat een aangeleverde MS-meting niet bruikbaar is als gevolg van een verkeerd gekozen inputrange en/of overzetverhouding. In het LS-net worden fase-nul metingen uitgevoerd, in het MS-net fase-fase metingen.

5: Aanleveren metingen aan Movares Energy

De netbeheerders worden verzocht om ruwe meetdata te e-mailen naar PQM@movares.nl. Movares beoordeelt de ontvangen metingen maandelijks en koppelt het resultaat daarvan terug. U wordt verzocht om het meetformulier mee te sturen (zie bijlage A).

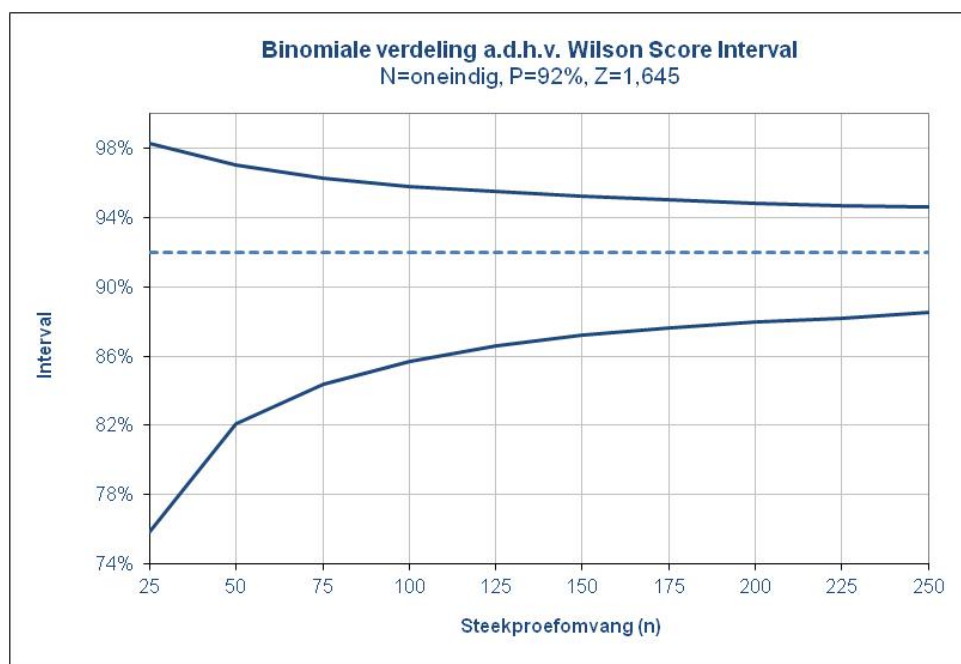
In verband met een zoveel mogelijk geautomatiseerde verwerking van de metingen voor publicatie op de website www.UwSpanningskwaliteit.nl is het van belang dat de meetbestanden voortaan een uniforme naam meekrijgen. Deze naam is:

[metingnummer]_[postcode]_[meetjaar].fpq (bijvoorbeeld LS031_1234AB_2014.fpq). Het metingnummer moet beginnen met de afkorting van het netvlak (LS of MS) gevolgd door het nummer. Het nummer bestaat altijd uit drie cijfers, LS31 wordt dus LS031. De postcode bestaat altijd uit vier cijfers en twee letters (zonder spatie) en betreft de locatie waar de meting daadwerkelijk is uitgevoerd. Het meetjaar betreft het jaartal waarin de meting is gestart. Indien er een overschrijding wordt geconstateerd, dient dit zo snel mogelijk bij de contactpersoon te worden gemeld. Dit in verband met het uitvoeren van een eventuele hermeting. De contactpersoon is verantwoordelijk voor het aanleveren van een toelichting op overschrijdingen, maar input hiervoor vanuit de meetspecialisten is van harte welkom.

2.4 Statistische uitspraak

Met de meetresultaten worden in het jaarlijkse rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland' uitspraken gedaan die van toepassing zijn op alle aansluitpunten die samen de populatie (het netvlak) vormen. De conclusies kunnen niet worden gebruikt voor een uitspraak over de spanningskwaliteit in deelnetten of op individuele aansluitingen. Voor bepaling van de uitspraken wordt een Wilson Score Interval gegenereerd bij een zogenaamde binominale verdeling. Het interval heeft betrekking op het percentage aangeslotenen dat binnen een netvlak aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet. De statistische betrouwbaarheid van de uitspraak bedraagt 90%. Op basis van de meetresultaten kan bijvoorbeeld worden gesteld dat in het laagspanningsnet tussen de 75% en 92% van de klantaansluitingen in Nederland voldoen aan de geldende kwaliteitscriteria'.

De grootte van een steekproef is direct van invloed op de nauwkeurigheid van de statistische uitspraak. Hoe groter de steekproef, hoe nauwkeuriger de uitspraak. Figuur 2.1 geeft de winst in nauwkeurigheid weer ten opzichte van de grootte van de steekproef. Bij samenstelling van de figuur op basis van de afgelopen 10 jaar als uitgangspunt gehanteerd dat 92% van de meetpopulatie aan de gestelde kwaliteitseisen zal voldoen. De figuur geeft de winst in nauwkeurigheid weer ten opzichte van de grootte van de steekproef.



Figuur 2.1: Betrouwbaarheidsinterval bij verschillende steekproefgrootten

Figuur 2.1 laat zien dat de bandbreedte van de uitspraak circa 15% bedraagt bij een steekproef van 60 meetlocaties. Bij een steekproefomvang van 250 meetlocaties wordt de bandbreedte verkleind naar circa 6%. De nauwkeurigheid van de uitspraak is bij deze steekproefomvang dus ruim tweemaal groter. De figuur laat zien dat de positieve gevolgen van een steekproefvergroting het grootst zijn bij een relatief kleine vergroting. Oftewel, het effect van een steekproefvergroting van 25 naar 75 is groter dan het effect van een vergroting van 200 naar 250. Zoals eerder gemeld heeft de contactgroep op verzoek van ACM besloten om de steekproefomvang met ingang van 2014 te verhogen van 60 naar 250 meetlocaties per netvlak. In totaal worden er vanaf 2014 dus 500 metingen in het distributienet (LS plus MS) uitgevoerd.

2.5 Kwaliteitscriteria en toetswaarden

Tijdens een bijeenkomst met de contactgroep in kwartaal 1 van het jaar worden de meetresultaten van afgelopen jaar besproken. Op individuele basis hebben de netbeheerders al eerder terugkoppeling over de meetresultaten ontvangen. Na goedkeuring van de totale, landelijke meetresultaten tijdens de bijeenkomst wordt het jaarlijkse rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland' samengesteld. In deze rapportage worden onder andere de overschrijdingen gerapporteerd, inclusief toelichting over de oorzaak en oplossing, en worden eventuele trends inzichtelijk gemaakt met behulp van boxplots.

Van alle LS en MS metingen wordt tenminste elk kwartaal een individuele rapport gepubliceerd op de website www.UwSpanningskwaliteit.nl. Van ieder verschijnsel wordt in het rapport aangegeven of al dan niet aan de kwaliteitscriteria wordt voldaan.

De meetresultaten van de bewaakte spanningsverschijnselen worden getoetst aan de nationale kwaliteitscriteria uit de Netcode. De Netcode bevat een verscherpte versie van de kwaliteitscriteria uit de Europese norm EN 50160. In navolgende paragrafen wordt de verwerking en presentatie van de relevante spanningskenmerken nader toegelicht.

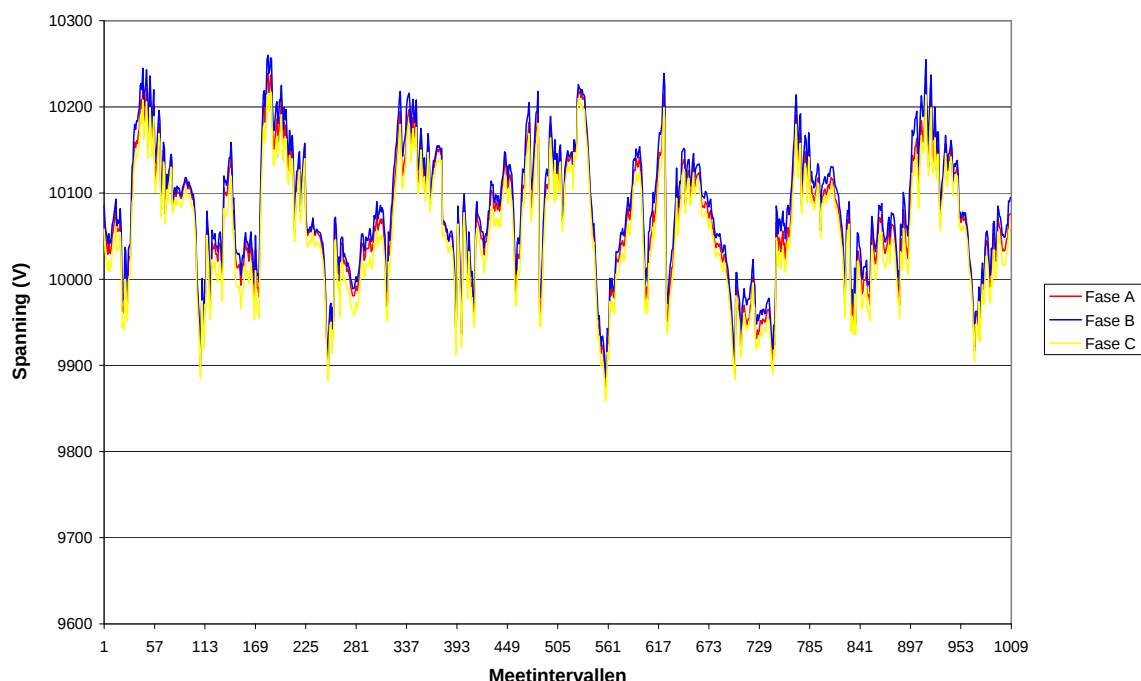
Binnen het project wordt flagging toegepast, zie de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30 voor meer informatie. Door toepassing van dit concept wordt voorkomen dat over een overschrijding van een continue spanningsverschijnsel wordt gerapporteerd als deze het gevolg is van een spanningsonderbreking, -dip of -stijging (swell).

2.5.1. Langzame spanningsvariatie

In de Netcode zijn de volgende kwaliteitscriteria opgenomen met betrekking tot het verschijnsel langzame spanningsvariatie. Ze gelden voor zowel het LS- als MS-netvlak.

- $U_n \pm 10\%$ voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende één week.
- $U_n +10\% / -15\%$ voor alle over 10 minuten gemiddelde waarden.

In figuur 2.2 is een lijndiagram weergegeven van een willekeurig gekozen MS-meting. Het lijndiagram is gebaseerd op een weekmeting die bestaat uit 1.008 opeenvolgende meetintervallen (7 dagen x 24 uur x 6 meetwaarden).

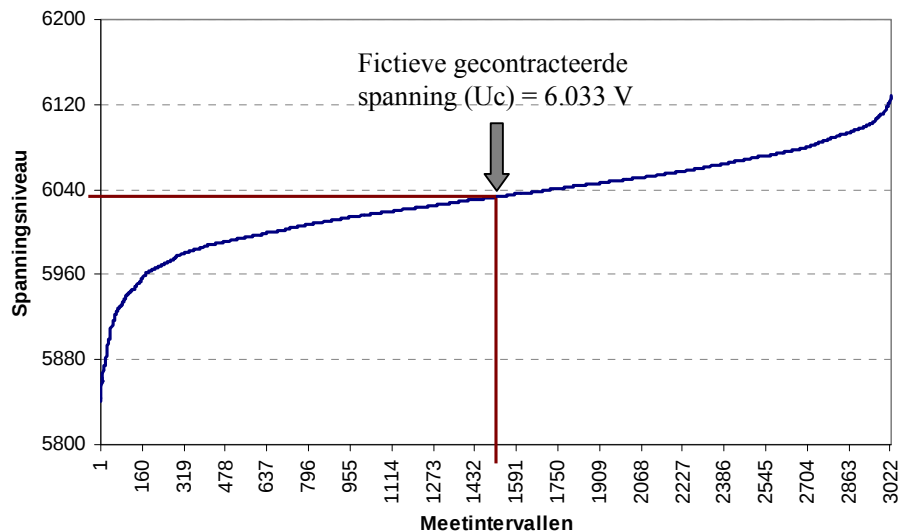


Figuur 2.2: Voorbeeld lijndiagram langzame spanningsvariatie

De metingen worden volgens de eisen in de Netcode geanalyseerd. Voor elk spanningsverschijnsel wordt per fase voor elke weekmeting de toetswaarde gepresenteerd en vergeleken met de geldende kwaliteitscriteria. Voor de LS-metingen wordt de procentuele afwijking van de spanning bepaald ten opzichte van de nominale spanning (U_n). Voor LS-netten bedraagt deze spanning 230 V.

Voor MS-netten dient de ‘gecontracteerde spanning’ (U_c) vastgesteld te worden. Deze spanning heeft betrekking op het contractueel afgesproken niveau van de geleverde spanning op de betreffende meetlocatie. In de praktijk blijkt het spanningsniveau meestal niet contractueel te zijn vastgesteld. Binnen de contactgroep is daarom besloten om voor alle gevallen de U_c per meting vast te stellen aan de hand van de meetresultaten. Deze U_c is dus een fictieve gecontracteerde spanning en wordt bepaald door de mediaan te selecteren uit alle meetresultaten van de drie fasen. Voor alle drie de fase wordt dezelfde mediaanwaarde gehanteerd.

In de praktijk gaat dit als volgt te werk: om te beginnen worden alle meetwaarden van de drie fasen van klein naar groot gesorteerd (zie figuur 2.3). Vervolgens wordt de mediaan bepaald: dit is de gemiddelde meetwaarde van de middelste meetwaarde (te weten: het gemiddelde van de meetwaarde 1.512 en 1.513). De waarde hiervan wordt vervolgens vastgesteld als U_c . In het voorbeeld is dit een fasespanning van 6.033 V.



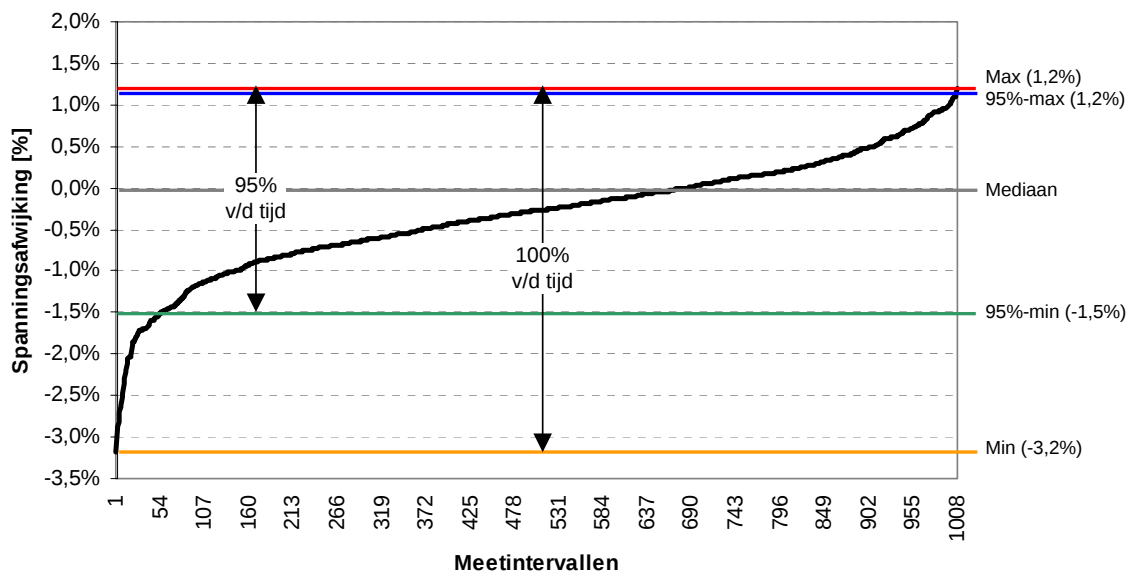
Figuur 1.3: Vaststellen fictieve gecontracteerde spanning (U_c)

Als de nominale spanning (bij LS) of declared voltage (bij MS) bekend is, kunnen de toetswaarden worden bepaald. In het geval van langzame spanningsvariatie gaat het hierbij om de procentuele afwijkingen. Er moet bekeken worden of deze afwijkingen aan de eerder genoemde kwaliteitscriteria voldoen.

Er worden twee soorten afwijkingen onderscheiden:

- *Maximale afwijking*: heeft betrekking op de afwijking van het hoogst gemeten spanningsniveau ten opzichte van U_n of U_c .
- *Minimale afwijking*: heeft betrekking op de afwijking van het laagst gemeten spanningsniveau ten opzichte van U_n of U_c .

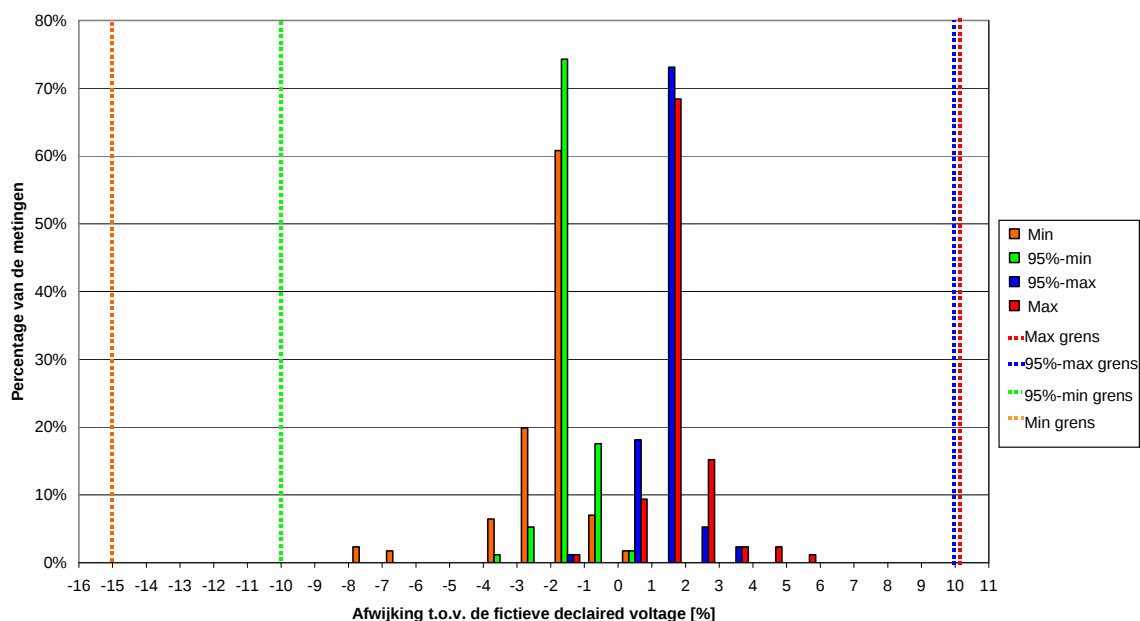
De maximale en minimale afwijking wordt voor iedere fase afzonderlijk bepaald. De eerste bepaling heeft betrekking op 100% van de meetintervallen (1.008). De tweede bepaling betreft 95% van de meetintervallen die het dichtst bij U_n of U_c liggen. In figuur 2.4 is een voorbeeld weergegeven voor één van de fasen. Voor deze fase geldt dat de toetswaarden ruimschoots aan de maximaal toelaatbare afwijkingen voldoen.



Figuur 2.4: Vaststellen toetswaarden langzame spanningsvariatie

De bewerking wordt voor alle fasen van alle metingen uitgevoerd. Per meetweek worden de te toetsen meetwaarden verzameld. Vervolgens worden de toetswaarden van alle metingen in een jaar gesorteerd en weergegeven in een histogram. In dit histogram staat de procentuele afwijking ten opzichte van U_n of U_c weergegeven op de X-as. De afwijkingen zijn verdeeld over verschillende categorieën, zoals 0-1% en 1-2%. Per categorie wordt aangegeven hoeveel procent van de toetswaarden binnen de gestelde grenzen valt. De figuur geeft dus niet alleen inzicht in de minimale en maximale afwijking van alle metingen, maar ook in de verdeling van alle toetswaarden.

Als voorbeeld is in figuur 2.5 een histogram weergegeven met de resultaten van uitgevoerde MS-metingen. Voor het middenspanningsnet stelt de Netcode dat de maximale 100%-waarde niet meer dan +10% mag afwijken. In de figuur zijn deze 100%-toetswaarden weergegeven door kolommen met een rode kleur. De figuur laat zien dat bijna 70% van de afwijkingen ligt tussen de +1% en +2%. De hoogste maximale afwijking bevindt zich tussen de +5% en +6%. Deze afwijking bevindt zich nog op een ruime afstand van de maximale grenswaarde van 10% (rode stippellijn in figuur). Aan de maximale 95%-waarde worden dezelfde kwaliteitseisen gesteld als aan de maximale 100%-waarde. Logischerwijs voldoet ook deze toetswaarde aan de kwaliteitscriteria. Uit de figuur blijkt dat ook de 95% en 100% minimale toetswaarden aan de geldende kwaliteitscriteria voldoen.



Figuur 2.5: Voorbeeld histogram langzame spanningsvariatie

Een meting voldoet niet aan de kwaliteitscriteria als één van de volgende gevallen zich voordoet:

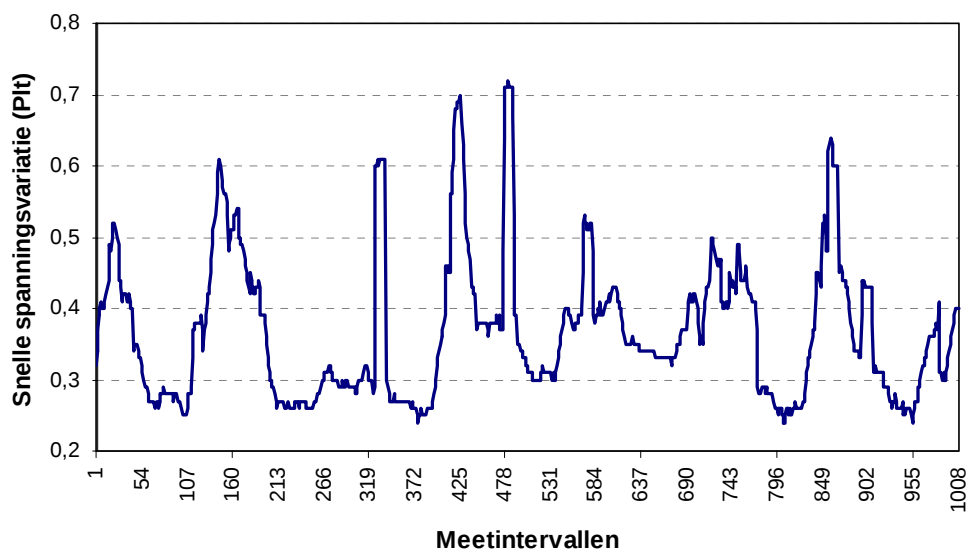
1. De (100%) minimale waarden of 95%-min waarden bevinden zich links van de bijbehorende grenswaarden.
2. De (100%) maximale waarden of 95%-max waarden bevinden zich rechts van de bijbehorende grenswaarden.

2.5.2. Snelle spanningsvariatie

In de Netcode zijn de volgende kwaliteitscriteria opgenomen met betrekking tot het verschijnsel snelle spanningsvariatie (Plt). Ze gelden voor zowel het LS- als MS-netvlak.

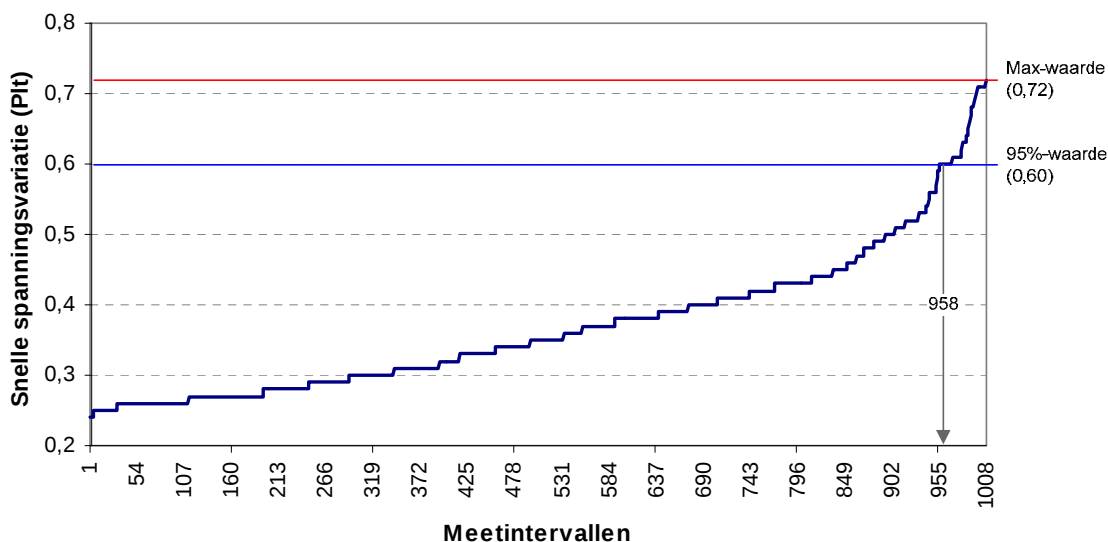
- $Plt \leq 1$ gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.
- $Plt \leq 5$ voor alle over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.

In figuur 2.6 is een lijndiagram van één van de fasen weergegeven van een willekeurig gekozen spanningsmeting. Om te bepalen of de meting aan de kwaliteitscriteria voldoet, worden de meetresultaten gesorteerd van klein naar groot.



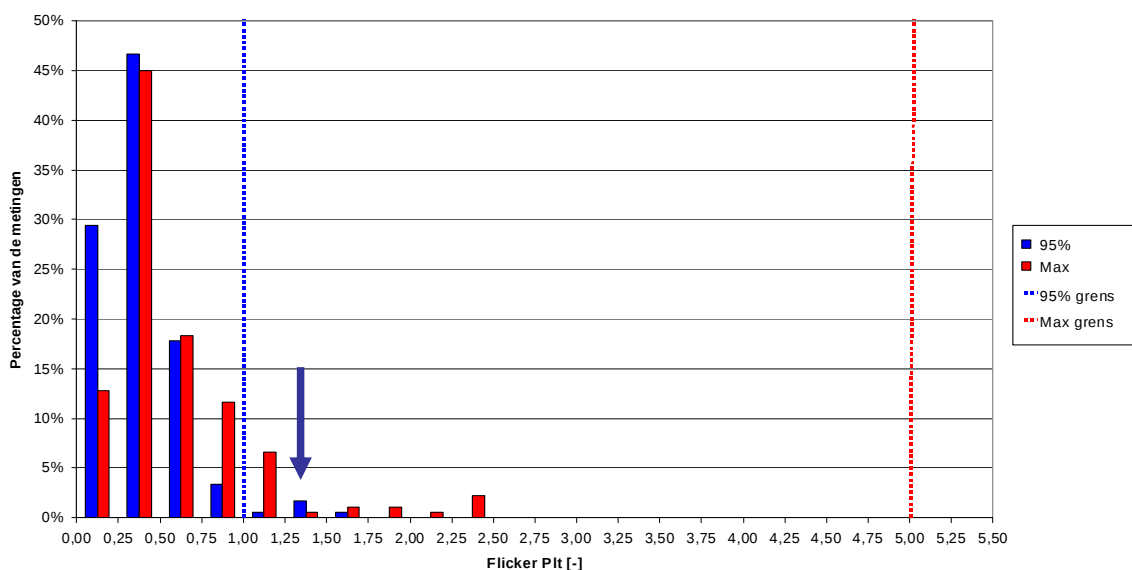
Figuur 2.6:voorbeeld lijndiagram snelle spanningsvariatie (Plt)

In figuur 2.7 is de voorbeeldmeting op deze manier uitgewerkt. Volgens de Netcode moet 95% van de 1.008 meetintervallen binnen de grenswaarde $Plt = 1$ vallen. Praktisch vertaald houdt dit in dat intervallen met de rangorden 1 tot en met 958 deze grenswaarde niet mogen overschrijden. Bij interval 958 (de toetswaarde) heeft de Plt in het voorbeeld een waarde van 0,60. De Netcode stelt ook dat de maximale waarde in de meting lager moet zijn dan 5. In het voorbeeld is de maximale waarde gelijk aan 0,72. Zowel de maximum- als de 95%-waarde voldoen in dit voorbeeld aan de gestelde kwaliteitscriteria.



Figuur 2.7: Gesorteerde meetwaarden van de snelle spanningsvariatie (Plt)

Na de verwerking worden de toetswaarden per meting (bestaande uit drie fasen) verzameld en uitgezet in een histogram die alle metingen van een jaar omvat. De 95% toetswaarden zijn in de figuur weergegeven door middel van blauwe kolommen. Een aantal van deze intervallen ligt aan de rechterkant van de grenswaarde voor 95% van de tijd (zie pijl in figuur 2.8). Dit betekent dat een deel van de metingen niet voldoet aan gestelde kwaliteitscriteria. De maximale waarden zijn in de figuur weergegeven door de rode kolommen. Deze dienen links te liggen van de maximale grenswaarde (Plt = 5); dit is voor alle meetwaarden het geval.



Figuur 2.8: Voorbeeld histogram snelle spanningsvariaties (circa 60 metingen)

2.5.3. Spanningsasymmetrie

In de Netcode zijn de volgende kwaliteitscriteria opgenomen met betrekking tot het verschijnsel spanningsasymmetrie. Ze gelden voor zowel het LS- als MS-netvlak.

- De inverse component van de spanning ligt tussen 0 en 2% van de normale component gedurende 95% van de 10 minuten meetperioden per week.
- De inverse component van de spanning ligt tussen de 0 en 3% van de normale component voor alle meetperioden.

De verwerking en presentatie van de meetresultaten met betrekking tot het verschijnsel asymmetrie verlopen op dezelfde manier als bij snelle spanningsvariatie (zie voorgaande paragraaf) en wordt daarom niet nader toegelicht.

2.5.4. Harmonische vervorming

In de Netcode zijn de volgende kwaliteitscriteria opgenomen met betrekking tot individuele harmonischen en de totale harmonische vervorming (THD). Ze gelden voor zowel het LS- als MS-netvlak.

- De relatieve spanning per harmonische is kleiner dan het in de norm genoemde percentage voor 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden. Voor harmonischen die niet vermeld zijn, geldt de kleinst vermelde waarde uit de norm¹.
- $THD \leq 8\%$ voor alle harmonischen tot en met de 40^e, gedurende 95% van de tijd.
- De relatieve spanning per harmonischen is kleiner dan $11/2^2$ x het in de norm genoemde percentage voor 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden.
- $THD \leq 12\%$ voor alle harmonischen tot en met de 40^e, gedurende 99,9% van de tijd.

De kwaliteitscriteria voor de individuele harmonische zijn samengevat in tabel 2.1.

Tabel 2.1: Kwaliteitscriteria individuele harmonischen, LS- en MS-netvlak

Oneven harmonische	95%-grenswaarde	99,9% grenswaarde	Even harmonische	95%-grenswaarde	99,9% grenswaarde
3	5,0%	7,5%	2	2,0%	3,0%
5	6,0%	9,0%	4	1,0%	1,5%
7	5,0%	7,5%	6-24	0,5%	0,75%
9	1,5%	2,25%			
11	3,5%	5,25%			
13	3,0%	4,5%			
15	0,5%	0,75%			
17	2,0%	3,0%			
19	1,5%	2,25%			
21	0,5%	0,75%			
23	1,5%	2,25%			
25	1,5%	2,25%			

Hoewel binnen het PQM-project de individuele harmonischen tot en met de 25^e worden gemeten en onderzocht, wordt in de jaarlijkse rapportage in principe alleen de THD gepresenteerd. Wanneer een overschrijding bij één van de individuele harmonischen plaatsvindt, wordt deze uiteraard wel in de rapportage opgenomen.

De verwerking en presentatie van de meetresultaten met betrekking tot harmonischen verloopt in overeenstemming met de meetresultaten van snelle spanningsvariatie. Het enige verschil is dat de Max-waarde (100%) is vervangen voor een 99,9%-waarde. Praktisch gezien houdt dit in dat één van de 1.008 meetintervallen boven de vermelde grenswaarde mag uitkomen.

¹ Met 'de norm' wordt op de NEN-EN-50160 bedoeld.

² Met '11/2' wordt 1 ½ bedoeld.

3 (Extra) hoogspanning

3.1 Steekproefselectie

Voor het HS-net is in 2004 een standaard steekproef getrokken onder alle aangesloten, zowel producenten als afnemers. In 2004 zijn 20 aangesloten aselect getrokken uit een lijst van alle aangesloten in HS-netten. Bijlage B bevat een overzicht van de getrokken meetlocaties.

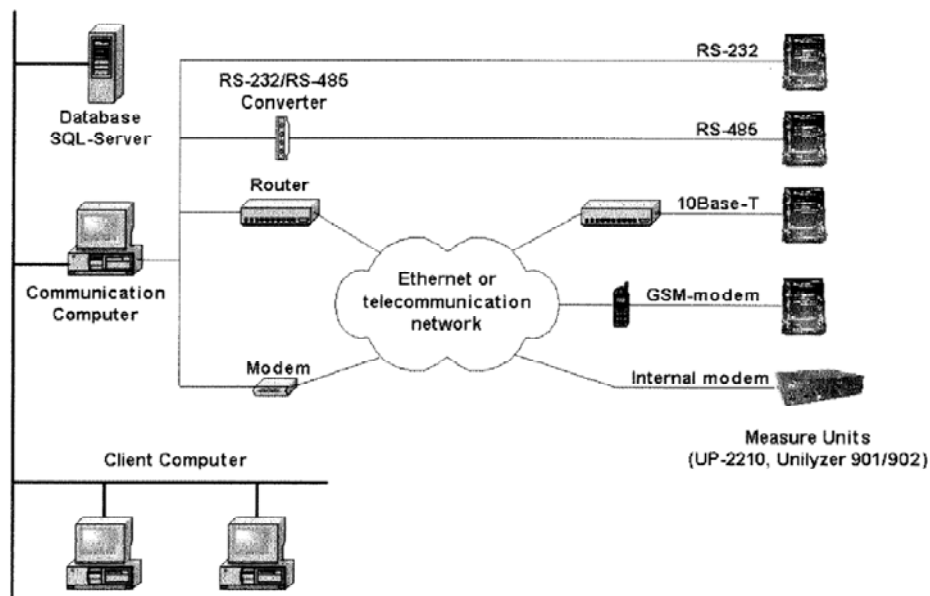
TenneT werkt momenteel in opdracht van de ACM aan uitbreiding van zijn HS-meetsysteem naar alle aangesloten. In totaal gaat het hierbij om circa 100 meetlocaties. De uitbreiding van het meetsysteem wordt in 2015 afgerond.

In het EHS-net wordt vanaf 2009 gemeten en in de loop der jaren is het meetsysteem uitgebreid naar het meten van de spanningskwaliteit bij alle aangesloten. Op dit moment telt het systeem 17 meetlocaties; hierop is dus geen steekproeftrekking van toepassing geweest. Bijlage C bevat een overzicht van deze meetlocaties.

3.2 Metingen

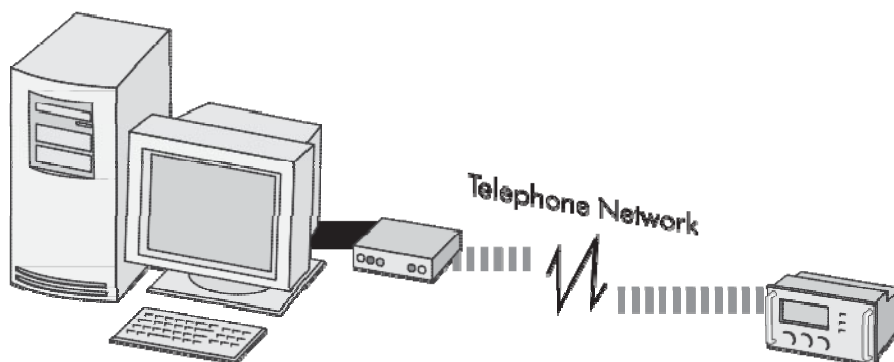
Een groot verschil tussen LS/MS-metingen en (E)HS-metingen is dat er in het de hoogspanningsnetten geen week- maar jaarmetingen worden uitgevoerd. Er wordt namelijk gebruik gemaakt van een permanent meetsysteem. Het grote voordeel hiervan is dat er door een forse vergroting van de meetperiode een beter beeld wordt verkregen van de spanningskwaliteit. Daarnaast biedt een continu meetsysteem de mogelijkheid om spanningsdips te beschouwen; naast de verschijnselen die ook in de LS- en MS-netten worden gemeten.

Figuur 3.1 geeft een schematisch overzicht van het meetsysteem in het HS-netvlak, waarbij drie onderdelen zijn te onderscheiden: de meeteenheden, communicatieapparatuur en een database waarin de data wordt opgeslagen. Het beheer van het meetsysteem ligt sinds 2011 in handen van Movares Energy; voorheen lag het beheer van het meetsysteem bij KEMA.



Figuur 3.1: Schematisch overzicht UniPower-meetsysteem

Figuur 3.2 geeft een schematisch overzicht van het meetsysteem in het EHS-netvlak. Dit systeem toont grote gelijkenis aan het HS-systeem. Ook hierbij zijn drie onderdelen te onderscheiden: de meeteenheden, communicatieapparatuur en een database waarin de data wordt opgeslagen. Het beheer van het meetsysteem ligt sinds 2014 in handen van Movares Energy; voorheen lag het beheer in handen van TenneT zelf.



Figuur 3.2: Schematisch overzicht ION-meetsysteem

Voor het HS-netvlak wordt gebruik gemaakt van de meeteenheid Unipower UP2210. Dit is een drie-fasen meetinstrument dat is ontworpen voor het gelijktijdig meten van spanningsverschijnselen en is ontwikkeld voor een permanente installatie (zie figuur 3.3). Alle meters zijn voorzien van een GSM-modem, waarop dagelijks vanuit Movares wordt ingebeld voor het binnenhalen van de data. De binnengehaalde data wordt vervolgens via de communicatie-PC naar de PQM-database (SQL-server) verstuurd. Het binnenhalen van de data via GSM-communicatie is storingsgevoelig.



Figuur 3.3: Voorbeeld Unipower-meeteenheid en modem

Voor het EHS-netvlak wordt gebruik gemaakt van meeteenheden van Schneider Electric; veelal de ION-8800. Dit is een drie-fasen meetinstrument dat is ontworpen voor het gelijktijdig meten van spanningsverschijnselen en is ontwikkeld voor een permanente installatie (zie figuur 3.4).

Alle meters zijn voorzien van een intern modem, waarop dagelijks vanuit Movares wordt ingebeld voor het binnenhalen van de data. De binnengehaalde data wordt vervolgens via de communicatie-PC naar de PQM-database (SQL-server) verstuurd.

Ook bij dit meetsysteem geldt dat het binnenhalen van de data via telefonie-communicatie storingsgevoelig.



Figuur 3.4: Voorbeeld ION-meeteenheid en modem

Het PQM-project richt zich op de spanningskwaliteit op het aansluitpunt van een klant. Omdat hoogspanningsklanten gekoppelde spanningen wordt aangeboden, is de contactgroep van mening dat er gekoppelde spanningen (fase-fase) moeten worden gemeten in zowel het HS- als EHS-netvlak.

In het EHS-netvlak is dit momenteel niet het geval en worden fase spanningen (fase-aarde) gemeten. TenneT werkt momenteel in opdracht van de ACM aan uitbreiding van zijn HS-meetsysteem en is voornemens om hierbij ook de huidige EHS-meters te vervangen. Bij deze vervanging wordt er naar gestreefd dat er niet langer op basis van fase, maar op gekoppelde spanningen worden gemeten. De uitbreiding en vervanging van het meetsysteem wordt in 2015 afgerond.

3.3 Statistische uitspraak

Net als voor het LS- en MS-netvlak, worden met de meetresultaten van het (E)HS-netvlak in het jaarlijkse rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland' uitspraken gedaan die van toepassing zijn op alle aansluitpunten die tezamen de populatie (het netvlak) vormen. De conclusies kunnen niet worden gebruikt voor een uitspraak over de spanningskwaliteit in deelnetten of op individuele aansluitingen.

Voor bepaling van de uitspraken wordt voor het HS-netvlak een interval gegenereerd bij een zogenaamde binomiale verdeling. Het interval heeft betrekking op het percentage aangesloten dat zich in een netvlak aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet. Deze eisen zijn gerelateerd aan weekmetingen en derhalve worden in de hoogspanningsmetingen 1.024 weekmetingen beschouwd (20 locaties x 52 weken) en wordt bepaald of een weekmeting voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen. De statistische betrouwbaarheid van de uitspraak die van toepassing bedraagt 90%, zie paragraaf 2.3 voor meer informatie.

In het EHS-netvlak is toepassing van een statistische uitspraak niet van toepassing, omdat hier bij alle aangesloten wordt gemeten.

3.4 Kwaliteitscriteria en toetswaarden

Deze paragraaf bespreekt de kwaliteitscriteria die gelden voor het (E)HS-net. Deze criteria wijken regelmatig af van die voor het LS- en MS-net.

De verwerking en presentatie van de verschijnselen langzame spanningsvariatie, snelle spanningsvariatie, asymmetrie en harmonischen verloopt op een vergelijkbare manier als bij LS en MS. In deze paragraaf wordt alleen op de verschillen ingegaan. Voor meer informatie over de verwerking en presentatie wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

Ook bij de metingen in het (E)HS-netvlak wordt flagging toegepast, zie de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30 voor meer informatie. Door toepassing van dit concept wordt voorkomen dat over een overschrijding van een continue spanningsverschijnsel wordt gerapporteerd als deze het gevolg is van een spanningsonderbreking, -dip of -stijging (swell).

Van de HS- en EHS-meetlocaties wordt elk kwartaal een rapportage samengesteld, die desbetreffende netbeheerders een gedetailleerd overzicht geeft van de spanningkwaliteit. Dit meetrapport wordt gepubliceerd op de website www.UwSpanningskwaliteit.nl. Van ieder verschijnsel wordt in het rapport aangegeven of al dan niet aan de kwaliteitscriteria wordt voldaan. Daarnaast wordt een diptabel gepresenteerd die alle spanningsdips van het afgelopen jaar bevat. De vier kwartaalrapportages van een jaar vormen de basis voor de meetresultaten in het jaarlijkse rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland'.

3.4.1. Langzame spanningsvariatie

In de Netcode is het volgende kwaliteitscriterium opgenomen met betrekking tot het verschijnsel langzame spanningsvariatie. Ze gelden voor zowel het HS- als EHS-netvlak.

- $U_c \pm 10\%$ voor 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.

Met de aangesloten in het HS- en EHS-net is in veel gevallen geen gecontracteerde spanning (U_c) herleidbaar. In overleg met TenneT is daarom besloten om voor toetsing van de metingen van de nominale spanning (U_n) gebruik te maken. Dit sluit aan bij de NEN-EN 50150 die de volgende definitie hanteert:

U_c = supply voltage agreed by the network operator and the network user.

Note: generally the declared voltage U_c is the nominal voltage U_n but it may be different according to the agreement between the network operator and the network user.

3.4.2. Snelle spanningsvariatie

In de Netcode zijn de volgende kwaliteitscriteria opgenomen met betrekking tot het verschijnsel snelle spanningsvariatie (Plt). Ze gelden voor zowel het HS- als EHS-netvlak.

- $Plt \leq 1$ gedurende 95% van de over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van één week
- $Plt \leq 5$ voor alle over 10 minuten voortschrijdende gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van één week.

3.4.3. Spanningsasymmetrie

In de Netcode is het volgende kwaliteitscriterium opgenomen met betrekking tot het verschijnsel spanningsasymmetrie. Ze gelden voor zowel het HS- als EHS-netvlak.

- Inverse component $\leq 1\%$ van de normale component gedurende 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.

3.4.4. Harmonische vervorming

In de Netcode zijn de volgende kwaliteitscriteria opgenomen met betrekking tot individuele harmonischen en de totale harmonische vervorming (THD). Zoals hieronder weergegeven, is er een verschil in criteria voor het HS- en EHS-netvlak.

Voor het HS-netvlak geldt:

- $THD \leq 6\%$ voor alle harmonischen tot en met de 40^e, gedurende 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.
- $THD \leq 7\%$ voor alle harmonischen tot en met de 40^e, gedurende 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.

Voor het EHS-netvlak geldt:

- $THD \leq 5\%$ voor alle harmonischen tot en met de 40^e, gedurende 95% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.
- $THD \leq 6\%$ voor alle harmonischen tot en met de 40^e, gedurende 99,9% van de over 10 minuten gemiddelde waarden gedurende een beschouwingperiode van een week.

De kwaliteitscriteria voor de individuele harmonischen zijn samengevat in tabel 3.1. Opgemerkt wordt dat de criteria alleen gelden voor het HS-netvlak. Voor het EHS-netvlak worden (vooralsnog) geen eisen aan de individuele harmonischen gesteld en vindt daarom alleen toetsing plaats op de totale harmonische vervorming (THD). In tegenstelling tot in het LS- en MS-netvlak worden er geen eisen aan 99,9% grenswaarden gesteld.

De tabel bevat een aantal **geel gearceerde waarden** die ook bij toetsing van de metingen worden gebruikt. Dit zijn waarden die afkomstig zijn uit tabel 3.1 en formeel dus alleen voor de LS- en MS-netten gelden. Voor het HS-netvlak zijn deze waarden nog niet bekend en 'under consideration'.

Tabel 3.1: Grenswaarden individuele harmonischen, HS-netvlak

Oneven harmonische	95%-grenswaarde	Even harmonische	95%-grenswaarde
3	3,0%	2	1,9%
5	5,0%	4	1,0%
7	4,0%	6-24	0,5%
9	1,3%		
11	3,0%		
13	2,5%		
15	0,5%		
17	2,0%		
19	1,5%		
21	0,5%		
23	1,5%		
25	1,5%		

3.4.5. Spanningsdips

Sinds eind 2013 geldt voor aangesloten op het HS- en EHS-net dat het aantal opgetreden spanningsdips per categorie per aansluiting per jaar in de regel kleiner is dan of gelijk is aan de in tabel 3.2 genoemde waarden. Een deel van de tabel is rood gearceerd. Dit betreffen de dipcategorieën die de Begrippenlijst Elektriciteit als hinderlijk beschrijft. De formele definitie van hinderlijke spanningsdips luidt:

Een spanningsdip met een duur van 10 tot 200 milliseconde en een restspanning van minder dan 40%, of met een duur van 200 tot 500 milliseconde en een restspanning van minder dan 70%, of met een duur van 500 tot 5.000 milliseconde en een restspanning van minder dan 80%.

De Netcode Elektriciteit vraagt van de netbeheerder om bij registratie van en rapportage over tenminste de hinderlijke spanningsdips onderscheidt te maken tussen de volgende oorzaken:

- Handeling van een netbeheerder;
- Handeling van een aangeslotene;
- Kortsluiting in het net;
- Kortsluiting in de installatie van een aangeslotene;
- Externe invloeden, zoals weersomstandigheden;
- Overige en onbekende oorzaken.

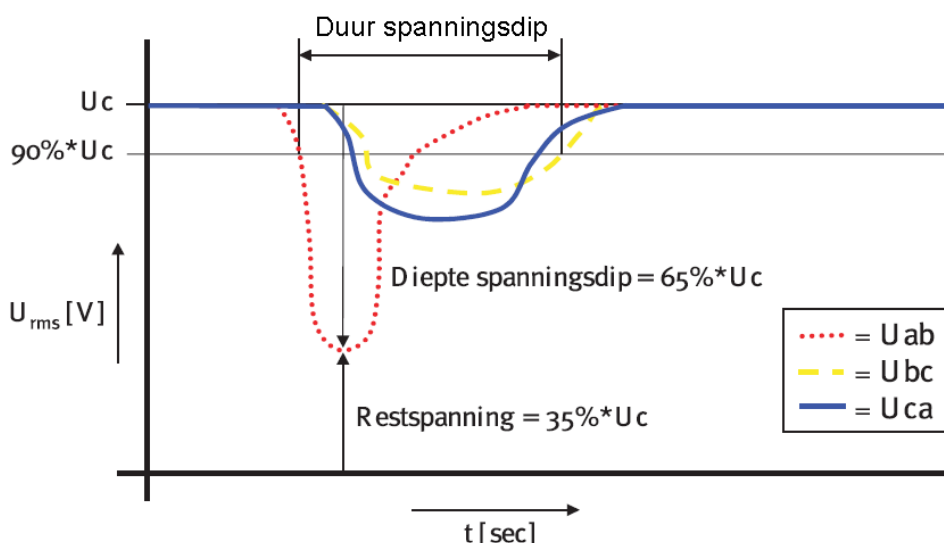
Op dit moment werken de netbeheerders individueel aan het registreren van bovenstaande oorzaken per opgetreden (hinderlijke) spanningsdip. Vanaf 2015 wordt over de oorzaken in het jaarlijkse rapport 'Spanningskwaliteit in Nederland' gerapporteerd.

Tabel 3.2: Maxima spanningsdips per categorie

Restspanning U [%]	Duur t [ms]			
	10 < t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1.000	1.000 < t ≤ 5.000
90 > U ≥ 80	13	2	1	1
80 > U ≥ 70	12	2	1	0
70 > U ≥ 40	7	1	1	0
40 > U ≥ 5	9	1	1	1
5 > U	12	1	1	3

Figuur 3.5 bevat een fictief voorbeeld van een spanningsdip in een drie-fasen systeem. Aangegeven is hoe de duur en diepte van een dip worden bepaald binnen het PQM-project. Uit de figuur blijkt onder andere dat de duur van de dip bepaald wordt door alle tegelijkertijd opgetreden dips. Als er dus binnen verschillende meetkanalen tegelijkertijd een spanningsdip optreedt, worden er geen drie dips, maar één dip gerapporteerd. Deze aanpak is in lijn met de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30 die onder andere stelt dat:

A dip begins when the Urms voltage of one or more channels is below the dip threshold and ends when the Urms voltage on all measured channels is equal to or above the dip threshold plus the hysteresis voltage. The duration of a voltage dip is the time difference between the start time and the end time of the voltage dip.



Figuur 3.5: Voorbeeld duur-diepte bepaling spanningsdip

Op dit moment worden dips in het HS- en EHS-netvlak door twee verschillende systemen geregistreerd (zie ook paragraaf 3.2). De registratie van spanningsdips en filtering intern in de meter vindt binnen beide systemen op verschillende manieren plaats. Dit resulteert erin dat er in het EHS-netvlak in sommige gevallen meer dips worden geregistreerd dan in het HS-netvlak. Dit geldt bijvoorbeeld als er meerdere spanningsdips optreden die elkaar opvolgen als gevolg van bijvoorbeeld een automatische wederinschakeling. Volgens de norm NEN-EN-IEC 61000-4-30 mag in dit geval maar één spanningsdip geteld te worden. De norm stelt namelijk:

Multiple dips may occur, for example, during a failed attempt to auto-reclose and re-energize a faulty line section. Events that occur at approximately the same time may be counted as a single event.

De norm definieert niet wat met ‘approximately the same time’ wordt bedoeld. In het PQM-project wordt als uitgangspunt gehanteerd dat spanningsdips die op eenzelfde locatie binnen 1 seconde na elkaar voorkomen als één dip worden geteld.

Om inzicht te krijgen in het verschijnsel spanningsdip worden de resultaten van de dipregistratie weergegeven in een tabel. In de tabel zijn de dips ingedeeld naar twintig diptypen; elk met een eigen diepte en duur. De indeling is conform de norm NEN-EN 50160, met uitzondering van spanningsdips met een duur langer dan 5 seconden en korter dan 60 seconden. Deze dips worden niet geregistreerd vanwege technische beperkingen van de meetsystemen.

Tabel 3.3 bevat ter illustratie het resultaat van de geregistreerde spanningsdips in het jaar 2013. Zoals gemeld wordt er onderscheidt tussen twintig diptypen gemaakt. Per type 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.

Tabel 3.3: Geregistreeerde spanningsdips HS-netvlak (illustratief voorbeeld)

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 wordt daarom de beschikbaarheid bepaald. Vervolgens zijn de dips per meter gecorrigeerd aan de hand van deze beschikbaarheidsfactor. Voor de beeldvorming: de beschikbaarheid van het HS-meetsysteem bedroeg de afgelopen jaren ruim 90%.

3.5 Transiënten

Medio 2009 zijn de EHS-meters geschikt gemaakt voor het registreren van transiënten. Op het moment van schrijven van dit handboek vinden er overleggen plaats tussen netbeheerders, aangesloten en de ACM inzake de rapportage van transiënten als onderdeel van het PQM programma. Stand van zaken met betrekking tot dit onderdeel is dat er in geen kwaliteitscriteria met betrekking tot transiënten bekend zijn.

Bijlage A: Meetformulier laag- en middenspanning

Meetformulier Power Quality Monitoring 2014: LS/MS	
A.u.b. onderstaand formulier invullen en met bijbehorende meting versturen naar het e-mailadres pgm@movares.nl . Leidend zijn de gegevens die betrekking hebben op de daadwerkelijke meetlocatie. Het e-mailadres pgm@movares.nl kunt u ook gebruiken voor het stellen van vragen. Telefonisch zijn wij bereikbaar via 030-2654357 (Luuk Derksen) of 030-2654026 (Hans Wolse).	
Gegevens:	In te vullen door netbeheerder:
Naam contactpersoon:	
Contactgegevens (telefoon, e-mail):	
Metingnummer (bijv. LS031):	
Postcode (bijv. 1234AB):	
Startdatum meting (bijv. 1 juni 2014):	
Type aangeslotene (Bijv. huishouden, horeca, detailhandel, zakelijke dienstverlening, agrarisch, industrie, teruglevering ³ , anders):	
Nominale spanningsniveau (bijv. 10kV, betreft hier de primaire spanning):	
Meetlocatie (bijv. meterkast):	
Adres (bijv. Daalseplein 100, Utrecht):	
Toelichting overschrijding (indien van toepassing):	
Overige opmerkingen (indien van toepassing):	

³ Bijvoorbeeld WKK, windturbine of zonnepark

Bijlage B: Overzicht meetlocaties hoogspanning

Tabel B1: Overzicht meetlocaties hoogspanning

Meetnummer	Locatie	Spanning	Gegevens ook versturen aan:
H01	TenneT – Maarheeze	150kV	Enexis
H02	TenneT – Tilburg West	150kV	Enexis
H03	Enexis – Boschpoort	50kV	
H04	TenneT – Graetheide	150kV	Enexis
H05	TenneT – Rotterdam Merseyweg	150kV	Stedin
H06	Stedin – Alblasterdam	50kV	
H07	TenneT – Nijmegen	150kV	Liander
H08	Liander – Arnhem	50kV	
H09	Liander – Alkmaar	50kV	
H10	TenneT – Diemen	150kV	Liander
H11	Liander – Amsterdam	50kV	
H12	TenneT – Harculo	110kV	Enexis
H13	TenneT – Erica	110kV	Enexis
H14	TenneT – N.O.P. Voorsterweg	110kV	Enexis
H15	TenneT – Grijskerk	110kV	Enexis
H16	TenneT – Rotterdam Marconistraat	150kV	
H17	TenneT – Delft	150kV	
H18	Delta – Nieuwdorp	50kV	
H19	TenneT – Sluiskil	150kV	Delta
H20	TenneT – Utrecht	150kV	Stedin



Figuur B1: Schematisch overzicht meetlocaties hoogspanning

Bijlage C: Overzicht meetlocaties extra hoogspanning

Tabel C1: Overzicht meetlocaties extra hoogspanning

Meetnummer	Locatie	Spanning	Benaming/code TenneT
EHS001	Borssele	380kV	BSL
EHS002	Bleiswijk	380kV	BWks
EHS003	Diemen	380kV	DIM
EHS004	Dodewaard	380kV	DOD
EHS005	Eemshaven	380kV	EEMS380_LIJN_EOS_WIT
EHS006	Eemshaven	380kV	EEMS380_LIJN_EOS_ZWART
EHS007	Eemshaven Oude Schip	380kV	EOS
EHS008	Geertruidenberg	380kV	GT
EHS009	Hengelo	380kV	HGL
EHS010	Lelystad	380kV	LLS380
EHS011	Maasbracht	380kV	MBT
EHS012	Maasvlakte	380kV	MVL_MVL1
EHS013	Eemshaven NorNed	380kV	NorNed
EHS014	Robbenplaat	220kV	RBBP
EHS015	Simonshaven	380kV	SMHs
EHS016	Weiwerd	220kV	WEW_ALD1
EHS017	Wateringen	380kV	WTR



Figuur C1: Schematisch overzicht meetlocaties extra hoogspanning

Colofon

Project Handboek Spanningskwaliteit in Nederland

Projectnummer RM131261

Opdrachtgever **Netbeheer Nederland**

Opdrachtnemer Movares Nederland B.V.
Movares Energy

Uitgave Netbeheer Nederland, Den Haag. Alle rechten voorbehouden.

Projectmanager Rik Luiten

Auteurs Tom Bogaert, Hans Wolse en Luuk Derksen

Kenmerk RM-ME-RM131261-01 / Versie 1.0 (definitief)

Datum 12 juni 2014

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

070 - 205 50 00
secretariaat@netbeheernederland.nl