

Publieke verantwoording overheidscontracten Overeenkomst betreffende het meetstandaardenbeheer en Research 2018

Algemeen

Groepen standaarden

In de Metrologiewet (2006) is opgenomen dat de Minister van Economische Zaken (EZ) "één in Nederland gevestigde instelling aanwijst die tot taak heeft zorg te dragen voor het verwezenlijken en beheren van de nationale meetstandaarden". Deze meetstandaarden dienen het openbaar belang en zijn relevant voor ondermeer eerlijke handel, wetenschap en industrie. VSL is door de Minister aangewezen als de instantie die verantwoordelijk is voor de uitvoering van deze taak.

Via een overeenkomst heeft VSL zich verplicht bovengenoemde standaarden met de daarbij behorende kalibratiefaciliteiten evenals andere, nader overeen te komen standaarden met de eveneens daarbij behorende kalibratiefaciliteiten, in stand te houden. De wijze waarop dit wordt uitgevoerd is omschreven in de jaarlijks af te sluiten Overeenkomst betreffende het meetstandaardenbeheer. Deze nationale standaarden zijn meestal primaire en in een aantal gevallen secundaire realisaties van de bij de grootheid behorende SI-eenheid. De realisatie van meetstandaarden vindt plaats op de volgende gebieden:

- Chemie
- Elektriciteit (DC/LF en HF)
- Ioniserende straling
- Massa en gerelateerde grootheden (Druk en Viscositeit)
- Lengte
- Thermometrie (en vochtigheid)
- Optica
- Tijd en Frequentie
- Volumetrie (lage en hoge druk gas, vloeistof)

Op basis van de beheerde standaarden worden kalibraties verricht en gecertificeerde referentiematerialen geleverd. De bijbehorende certificaten zijn internationaal erkend onder de CIPM (= Comité Internationale des Poids et Mesures) MRA (Mutual Recognition Arrangement). Dit is een overeenkomst van wederzijdse erkenning van nationale meetstandaarden en van de validiteit van kalibratie- en meetcertificaten die uitgegeven worden door nationale metrologische instituten. Op de BIPM Key Comparison Data Base (KCDB) website (<http://kcdb.bipm.org>) is een volledig overzicht beschikbaar van alle "Calibration and Measurement Capabilities" en alle referentiematerialen van VSL die onder de MRA erkend zijn.

Standaardenbeheer (SBO)

De term "**Standaardenbeheer**" omvat een drietal activiteiten, te weten **Basisbeheer**, **Beheerontwikkeling** en **Key Comparisons**.

Onder **Basisbeheer** wordt verstaan:

- i. het beheren en verwezenlijken van de betreffende standaarden op het huidige nauwkeurniveau,
- ii. het operationeel houden van de apparatuur die ingezet wordt bij het basisbeheer,
- iii. het in standhouden van het door RvA geaccrediteerde kwaliteitsborgingsstelsel op basis van de ISO/IEC-normen: ISO/IEC 17025:2005 (kalibratie), ISO/IEC 17043:2010 (ringvergelijkingen) en ISO/IEC 17034:2016,
- iv. het onderhouden van de contacten binnen de Metrologische Infrastructuur.

Beheerontwikkeling omvat de volgende onderwerpen:

- i. ontwikkelingsprojecten rond bestaande standaarden die leiden tot bijv. een vooraf gedefinieerde verbetering in de meetonzekerheid, een verbetering in de efficiëntie van het basisbeheer van een standaard door automatisering van het meetproces, een uitbreiding van de range waarin kalibraties geleverd kunnen worden of de toevoeging van nieuwe componenten aan bestaande referentiematerialen, e.d.,
- ii. ontwikkelingsprojecten op basis van elders bekende technieken die leiden tot nieuwe standaarden die voorzien in een nationale behoefte ten einde te kunnen voldoen aan nieuwe (internationale) eisen,
- iii. het schrijven van procedures voor nieuwe standaarden, teneinde de resultaten van het beheerontwikkelingsprogramma vast te leggen in het kwaliteitsborgingsysteem.

Onder **Key Comparisons** worden de internationale vergelijkingen verstaan die gericht zijn op het aantonen van de vergelijkbaarheid van de Nederlandse nationale standaarden met de nationale standaarden van andere landen die de CIPM MRA hebben ondertekend. De Key Comparisons kunnen uitgevoerd worden onder de vlag van CIPM en onder de vlag van de regionale metrologie-organisatie EURAMET.

Researchsubsidie

Het meer fundamentele onderzoek dat gericht is op het ontwikkelen van nieuwe standaarden en nieuwe meetprincipes vindt plaats via de **Researchsubsidie**.

Publieke rapportages

Hieronder volgen de afzonderlijke rapportages over de activiteiten die in **2018** zijn uitgevoerd binnen alle vier de bovengenoemde programmaonderdelen. De totale financiële omvang van de programma's bedroeg in 2018 € 9.305.550 (waarvan € 7.447.550,00 incl. BTW en € 235.000,00 BTW vrij) voor het Standaardenbeheer en € 1.623.000,00 BTW vrij voor de Researchsubsidie.

Research

Metrologie voor biomethaan

Dit project is erop gericht om gestandaardiseerde beproevingsmethoden te ontwikkelen voor onzuiverheden in biomethaan, die gemonitord dienen te worden bij injectie in het aardgasnetwerk en bij gebruik als voertuigbrandstof. In 2018 zijn TD-buizen (5 aminecomponenten handmatig op Tenax TA adsorptiebuizen) bereid. Verschillende parameters van de TD-buizen werden getest, d.w.z. spoeltijd (10, 20 en 30 min) en spoelgasmatrix (stikstof en lucht). Op basis van de testresultaten is gekozen voor een spoeltijd van 20 min en om lucht als spoelgasmatrix te gebruiken. Analytische methode met thermische desorptie (TD)-GC-FID/MSD is getest op herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid. Een herhaalbaarheid < 5 % kan worden behaald voor alle geteste componenten behalve voor DEA. De reproduceerbaarheid is nog onvoldoende (circa 20 %). De lineariteit werd ook bepaald door een toenemend volume van een mengsel van aminen te analyseren. Een lineaire verband tussen het piekoppervlak en het volume werd gevonden. Verder is de stabiliteit op korte termijn (1, 3 en 8 dagen) getest.

Gehalogeneerde koolwaterstoffen gasmengsels (10 componenten) zijn gemaakt. Een testmethode is ontwikkeld (herhaalbaarheid < 1 %). Stabiliteit (1 en 3 maanden) voor de meetstandaard voor gehalogeneerde koolwaterstoffen is bepaald. De kalibratieopstelling voor de flowregelaars is opgebouwd, evenals het verdunningssysteem voor verschillende gasmatrices. Validatietesten en de integratie van de twee opstellingen is gepland.

Voor waterstoffluoride (HF) is een meetsysteem ontwikkeld gebaseerd op directe absorptie-spectroscopie en golflengte-modulatiespectroscopie. Initiële metingen zijn gedaan met HF in N₂ en HF in methaan. Interferentie door methaan blijkt beperkt te zijn en de detectielimieten in beide matrices zijn beter dan 0,1 µmol/mol. Voor waterstofchloride (HCl) is overleg geweest met PTB over de te kiezen absorptielijn. Er is een geschikte laser gevonden en besteld. Tot die tijd wordt de beschikbare OPO- lichtbron gebruikt. Validatiemetingen zijn verricht voor HF met de permeatieopstelling. Voor HCl wacht dit nog op reparatie van de betreffende opstelling.

Er zijn presentaties gegeven over het biomethaanproject tijdens de werkgroepvergadering voor "ISO/TC193/SC1/WG25 Biomethane" (8 maart 2018 en 11 juni 2018) en tijdens de NEN 310408 standaardisatie vergadering op 28 maart 2018. Het project is ook gepresenteerd tijdens twee internationale conferenties namelijk "Bioenergy 2018 (2 t/m 4 juli in Berlijn)" en "BiogasScience 2018 (17 t/m 19 september 2018 in Turijn)". De EMPIR-voortgangsbijeenkomst is gehouden van 6-7 maart 2018 en de rapporten zijn gemaakt. De Stakeholder Advisory Board (SAB) vergadering is georganiseerd, evenals een aantal webinars. De eerste stakeholders Workshop is gehouden van 22-23 januari 2019 en de projectwebsite is bijgewerkt (zie <http://empir.npl.co.uk/biomethane/>).

Metrologie voor voertuigen op waterstof

Het ontwerp voor de gravimetrische opstelling om de waterstofflow op de locatie van een waterstoftankstation (Hydrogen Refueling Station, HRS) te meten, is gemaakt en de onderdelen zijn geleverd. Een externe partij gaat adviseren over zaken rondom explosieveiligheid en regelgeving (ATEX, Hazop) om de opstelling op locatie in te kunnen zetten. Vanwege vertraging bij de realisatie zal de opbouw van de meetopstelling eveneens worden ondersteund door een externe partij. De opstelling is gepland eind Q1 2019 gereed te zijn, waarna aan een comparison zal worden meegedaan. In de nieuwe revisie van OIML R139-1 e18 is de MPE (Maximum Permissible Error) omhoog bijgesteld naar 2 % voor de meter en 4 % voor de installatie (voor de zgn. nauwkeurigheidsklasse 4).

De meetmethoden voor HCl, mierenzuur en formaldehyde zijn ontwikkeld en de behaalde detectiegrenzen zijn voldoende om deze te bepalen in waterstof volgens de specificaties in ISO14687. Een van de belangrijkste parameters is de lijnverbreding van deze componenten in waterstof ten opzichte van dezelfde componenten in stikstof. De validatie van de methoden zal worden uitgevoerd zodra de magnetic suspension balance weer beschikbaar is. Doordat de reparatie hiervan vertraagd is, wordt de validatie in 2019 uitgevoerd. Een gelukkig toeval is dat

internationaal besloten is dat validatie van analysemethoden voor de bepaling van verontreinigen in waterstof uitgevoerd moet worden volgens de nieuwe ISO21087 standaard die in 2019 van kracht wordt, hierdoor wordt geen dubbel werk uitgevoerd.

Verder zijn protocollen opgesteld voor de vergelijking van online analysers en een intercomparison voor zuiverheidsanalyse van waterstof. Voor de intercomparison is een stabiliteitsonderzoek uitgevoerd op de te gebruiken standaardgasmengsels CO, N₂ en H₂O in H₂. Voor het uittesten van sorbent tubes is een literatuuronderzoek uitgevoerd en is een keuze gemaakt welke tubes gebruikt gaan worden om uit te testen met een aantal zwavelcomponenten die als onzuiverheid in waterstof kunnen voorkomen. De gasmengsels voor dit onderzoek zijn bereid en de buizen zijn aangekocht. Verder is er een survey uitgevoerd omtrent de beschikbaarheid van low cost sensors met als resultaat dat er een gebrek is aan dit soort sensoren, alleen voor de wateranalyse is een sensor beschikbaar. Tevens is er deelgenomen aan nationale (NEN TC197) en internationale (TC158-WG7 in liaison met TC197) standaardisatie commissies. De link naar de projectwebsite is <http://www.metrohyve.eu/>.

LNG en LBG als transportbrandstof

De LNG-faciliteit (commerciële faciliteit, momenteel in aanbouw op de Maasvlakte en geen onderdeel van dit project) zal worden ingezet voor een systematisch onderzoek naar de meet- en kalibratieonzekerheid van LNG-flowmeters onder ideale en niet-ideale stromingscondities. Daarnaast richt VSL zich in dit EMPIR-project op een nieuwe dienst voor LNG-samenstelling door middel van de realisatie van een liquefier en referentiematerialen.

Het project is gestart op 1 juni 2017, maar is significant vertraagd, vanwege vertraging in de realisatie en validatie van de LNG-faciliteit op de Maasvlakte. Aangezien die faciliteit naar verwachting pas rond halverwege 2019 voor het onderzoek beschikbaar is, hebben er minder activiteiten plaatsgevonden dan aanvankelijk gepland voor 2018. Wel is een eerste testplan voor de flowmetingen opgesteld en is de literatuurstudie naar de liquefier afgerond. De meetstraten voor het systematisch onderzoek naar de meet- en kalibratieonzekerheid van LNG-flowmeters zijn reeds ingebouwd in de LNG-faciliteit. Hierdoor kan het onderzoek direct starten, zodra de LNG-faciliteit operationeel is. Verder is een samenwerkingsverband aangegaan met een derde partij (EffecTech), die de liquifier levert en zijn de referentiesystemen voor LNG-samenstelling geïnstalleerd in de LNG-faciliteit. VSL zal de liquifier met gecertificeerde referentiematerialen valideren en een onzekerheidsanalyse uitvoeren. De link naar de projectwebsite is <https://lngmetrology.info/>.

Metrologie voor geoxideerd kwik

Dit project is op 1 oktober 2017 gestart. In het in 2017 afgeronde EMRP-project "Herleidbaarheid van kwikmetingen" is een faciliteit ontwikkeld voor de herleidbare kalibratie van meetmethodes voor elementair kwik (Hg(0)). Deze Hg(0) generator is herleidbaar via gravimetrie, oftewel wegingen. Dit soort herleidbare meetmethodes en standaarden zijn echter ook hard nodig voor geoxideerd kwik (Hg(II)) om te voldoen aan de vereisten van EU-regelgeving en de implementatie van de Minamata-conventie. Het doel van het project is om herleidbare kalibratiemethodes en standaarden te ontwikkelen voor de belangrijkste geoxideerde kwikverbindingen, in het bijzonder voor kwikchloride (HgCl₂).

De herleidbaarheid voor geoxideerd kwik zal verlopen via de faciliteit van VSL, die zorgt voor herleidbare kalibratiemethodes en -standaarden voor Hg(0) gebaseerd op gravimetrie. Hiervoor is in 2018 een meetsysteem voor Hg(0) en Hg(tot) ontwikkeld inclusief software. Het meetsysteem is succesvol geïnstalleerd bij onze partner VTT (Finland), waar de eerste testen worden uitgevoerd met behulp van verschillende HgCl₂ generatoren, van VTT en Optoseven. In 2019 zal het meetsysteem naar VSL komen voor metingen in combinatie met de Hg(0) generator. Daarnaast is er een begin gemaakt met de ontwikkeling van een kalibratiemethode en het opzetten van een protocol voor de kalibratie van kwikgeneratoren. De link naar de projectwebsite is <http://www.mercox.si/>.

Metrologie voor stikstofdioxide

Doel van dit project is om de onzekerheid van NO₂ in 10 µmol/mol mengsels te verkleinen tot 0,5% (thans 2% onzekerheid) met een stabiliteit van 2 jaar (thans 1 jaar). Om dit te bepalen is het van belang dat de analyse van NO₂ sneller en reproduceerbaarder gebeurt dan nu het geval is.

Een aantal mengsels is gemaakt en deze zijn vervolgens geanalyseerd d.m.v. twee verschillende NO₂-analysemethoden (chemiluminiscentie en NDUV, dat staat voor Non-Dispersive Ultra Violet Spectroscopy). Tevens is de salpeterzuurfractie bepaald in deze mengsels. In een aantal mengsels is ook geprobeerd HNO₂ (salpeterigzuur) gemeten, maar de hoeveelheid hiervan was beneden de detectielimiet. Er is gepoogd om de waterfractie in de cilinders te verminderen door middel van diverse methoden, zoals verwarmd spoelen of het gebruik van purifiers. Dit leidde echter nog niet tot de gewenste verlaagde waterfractie.

Mede op basis van de resultaten verkregen binnen dit project is een nieuw certificaat gemaakt voor de NO₂-standaarden, die VSL uitlevert, waarop nu ook specificaties voor HNO₃ en N₂O₄ te vinden zijn. De reproduceerbaarheid van de NO₂-analyses was een stuk minder goed dan vooraf verwacht. Mede door het extra project "Reproduceerbaarheid NO₂" (zie hoofdstuk 17) kon dit worden verbeterd. Dit is belangrijk voor het lopende stabiliteitsonderzoek van de ontwikkelde standaarden (1-10 µmol/mol).

Verder is een projectbijeenkomst bijgewoond en er is een presentatie gehouden op de MetNO₂-workshop in Praag. Ten slotte zijn er 2 publicaties verschenen over de activiteiten van VSL binnen dit project. De link naar de projectwebsite is <http://empir.npl.co.uk/metno2/>.

Energiemanagement van elektrische spoorwegsystemen

Er is een referentieopstelling gerealiseerd voor DC-stroommetingen tot 600 A met AC-verstoringen, zoals voorkomend in energiemeetsystemen aan boord van treinen. De referentietransducer is een precisie zero-flux stroomtransducer, gekalibreerd tot een onzekerheid van 1 µV/V in afwezigheid van AC-verstoringen. Het aanbieden van een AC-verstoring op de DC-stroom met een RMS-waarde van 24 A bij 1 kHz, aflopend tot 8 A bij 3 kHz, leidt tot afwijkingen in de DC-stroommeting van enkele ppm, hetgeen klein is bij de vereiste meetonzekerheid op de totale energiemeting van 0,1%.

De referentiesetup is toegepast als onderdeel van een kalibratieopstelling voor DC-stroomtransducers onder verstoorde condities. De primaire stroom wordt opgewekt door een DC-stroombron in serie met een programmeerbare elektronische belasting, die gemoduleerd wordt voor het genereren van een AC-verstoring. De primaire stroom loopt door de referentietransducer en de te kalibreren transducer in serie. De opstelling is vervolgens getest met een hoge-stroom shuntsensor, waarbij verschillende stroomsignalen met en zonder AC-vertorming zijn aangeboden om het gedrag van de sensor in kaart te brengen, waaronder realistische stroomprofielen beschikbaar gesteld door samenwerkingspartner Metro de Madrid. De behaalde resultaten zijn gepresenteerd op de CPEM en ESARS-ITEC conferenties. De link naar de projectwebsite is <http://empir.npl.co.uk/meteremi/>.

kQ-factoren in moderne radiotherapie

Radiotherapie is een belangrijke behandelmethode voor de bestrijding van kanker. Deze wordt toegepast op 1,7 miljoen patiënten in Europa per jaar. Daarbij is het van belang dat de voorgeschreven dosisverdeling op de juiste wijze wordt afgegeven in de patiënt. Het project 'kQ-factoren in moderne radiotherapie' is op 1 september 2017 gestart en zal de herleidbaarheidsketen op basis van geabsorbeerde-dosis-in-water standaarden verstevigen door toepassen van nieuwe methoden en het verbeteren van bestaande.

De metrologische herleidbaarheid voor de radiotherapie via de grootte geabsorbeerde dosis in water is meer dan twee decennia geleden geïntroduceerd en vastgelegd in diverse codes of practice. Instrumentspecifieke correctiefactoren, zogenaamde kQ-factoren, voor ionisatiekamers zijn destijds berekend voor de modernste therapiemodaliteiten en faciliteiten. Vandaag de dag zijn er voor de meeste stralingsmodaliteiten primaire meetstandaarden beschikbaar. Daarnaast zijn rekenmethoden verbeterd en gebaseerd op moderne Monte Carlo methoden. Deze veranderingen

hebben ervoor gezorgd dat één van de belangrijkste codes of practice, die van de IAEA (International Atomic Energy Agency), toe is aan een update.

VSL heeft in 2014 een nieuwe primaire standaard (watercalorimeter) ontwikkeld. Een unieke eigenschap van deze standaard is dat hij transporteerbaar is en toegepast kan worden voor het meten van kQ-factoren op locatie in de hedendaagse radiotherapiefaciliteiten. De grootste inspanning in de eerste helft van het jaar 2018 is een meetcampagne geweest van twee weken in Denemarken (DTU, Technical University of Denmark) met deze calorimeter, inclusief het voorbereiden van de metingen in de versnellerbundels aldaar. Het is voor de eerste keer dat met dezelfde primaire standaard in versnellers van twee verschillende fabrikanten, zowel ongefilterde (FFF) bundels, alsmede conventionele gefilterde bundels (cFF) zijn gemeten voor 5 typen ionisatiekamers (15 serienummers). Daarnaast is eind 2018 een soortgelijke meetcampagne gehouden in-house bij VSL. De VSL-ionisatiekamers zijn vervolgens verstuurd naar INRIM (Rome) voor vergelijksmetingen. De uitgebreide verwerking van alle data, die tijdens beide campagnes is gegenereerd, is gaande. De link naar de projectwebsite is <http://www.rtnorm.eu/>.

Metrologie voor dunne, complexe materialen

Binnen dit project zal VSL, samen met Europese partners, een nieuwe breedbandige, optische scatterometer ontwikkelen, die nanostructuur materialen kan karakteriseren in een golflengtegebied van 400 nm t/m 1000 nm. Deze meter zal niet alleen de geometrie van materialen kunnen bepalen, maar ook fysieke grootheden, zoals absorptie en brekingsindex. Dit wordt een wereldwijd uniek instrument, gezien de meetmogelijkheden en eigenschappen.

Eind 2018 is de gepulseerde laserbron gekocht en getest. Het bleek mogelijk interferentiepatronen te kunnen zien door gebruik te maken van incoherent licht. Het systeem is vervolgens geïntegreerd in een zogenaamde vertragsingslijn. Deze vertragsingslijn is een kernelement van de finale configuratie van de scatterometer. De link naar de projectwebsite is <https://www.hymet.ptb.eu/>.

Metrologie voor aardobservatie en klimaat

Optische meetinstrumenten, zoals spectroradiometers, leveren een belangrijke bijdrage aan het wereldwijd verkrijgen van klimaatdata, zowel vanuit de ruimte als vanaf de aarde. Dit project richt zich op het leveren van herleidbaarheid aan spectroradiometers, waarmee (direct of indirect) Essential Climate Variables (ECVs) worden gemeten. Hiervoor zal een faciliteit voor radiantiemetingen worden ontwikkeld met een beoogde meetonzekerheid van 0,5 - 2% (golflengteafhankelijk) voor een zeer breed golflengtegebied (270-2400 nm). Ook zal herleidbaarheid geleverd worden aan een spectrometer voor mesopause metingen, d.m.v. een verstembare lasergebaseerde radiantiebron bij 1,55 μm , met een beoogde onzekerheid van 1%.

Het project is op 1 september 2017 gestart met de selectie van een breed-verstembare laser voor een laser-gebaseerde radiantiebron en het ontwerp van een meetmethode voor de kalibratie van een dergelijke radiantiebron. In dit ontwerp wordt de herleidbaarheid voor radiantiemetingen gerealiseerd door een combinatie van herleidbaarheid van een detector naar de primaire detectorstandaard (ACR, Absolute Cryogene Radiometer) en de kalibratie van diverse geometrische parameters (apertuurgroottes en afstanden). Voor het ontwerp is een schatting gemaakt van de verwachte signaal-ruisverhouding en de daarmee samenhangende meetonzekerheid voor 3 verschillende detectoren, die samen het golflengtegebied van 270-2400 nm afdekken. Dit is gebeurd in samenwerking met TNO. De ontwerpfase is in mei 2018 afgerond met een door VSL en TNO opgestelde 'technical note', waarin de ontwerpspecificaties zijn vastgelegd. Er is een start gemaakt met het opstellen van het meetplan voor de kalibratie van de satelliet-spectroradiometer van TNO, die voor 2019 gepland staat. De breed-verstembare laser voor de verstembare radiantiebron is eind oktober 2018 geïnstalleerd, waarna een start is gemaakt met het verder opbouwen van de opstelling. Er is o.a. een kleine integrerende bol geïnstalleerd om tests uit te voeren en ervaring met radiantiemetingen op te bouwen. Deze zal in 2019 worden vervangen door een specifiek ontworpen bol (zie hieronder).

Voor de ontwikkeling van de verstembare radiantiebron voor de mesopause spectrometer bij 1,55 μm is een discussie gevoerd met PTB en de Universiteit Wuppertal over de ontwerp-specificaties, waaruit bleek dat er voor een bepaald type spectrometer extra eisen gesteld worden aan het golffront van het aangeboden licht. Binnen het consortium is bediscussieerd hoe (en door wie) aan deze eisen voldaan kan worden. Het uiteindelijke resultaat hiervan was dat VSL een kleine

aanpassing doet aan het ontwerp van de integrerende bol van de radiantiebron. Onduidelijkheid over de eisen aan de bol hebben wel tot vertraging geleid in het opstellen van de specificaties van de bol, die zowel voor de breed-verstembare bron als voor de bron bij 1,55 μm zal worden gebruikt. De bol zal begin 2019 worden besteld. Daarnaast is een verstembare, continue laser geselecteerd en besteld (tuning range: 1500 nm en 1600 nm), die begin 2019 zal worden geleverd. Voor het meten van de golflengte van beide lasers zijn twee laser-spectrumanalyzers geselecteerd en aangeschaft. De link naar de projectwebsite is <http://www.meteoc.org/>.

Metrologie voor luchtvervuilende emissies

Een vernieuwd ontwerp voor de OPO (Optische Parametrische Oscillator) is afgerond. Het uiteindelijke ontwerp is gebaseerd op een intracavity OPO, waarin een PPLN (Periodically Poled Lithium Niobate) kristal in de cavity van een Nd:YVO₄ laser, zorgt voor de conversie naar mid-infrarood licht. Doordat het kristal in de cavity staat, is er, naar verwachting, maar een relatief laag laservermogen nodig om OPO werking te krijgen. De opstelling is inmiddels opgebouwd, maar moet nog verder worden uitgelijnd.

Numerieke modellering (CFD, Computational Fluid Dynamics) is uitgevoerd waarin de obstructie-effecten van een flow-sensor zijn gekwantificeerd. Gasstromingsmetingen met een S-Pitot buis en met een L-Pitot buis zijn verricht met als doel wand- en obstructie-effecten van de sensor op de meetonzekerheid te kwantificeren. De CFD-resultaten en metingen met de S-Pitot buis zijn vastgelegd in een afstudeerscriptie. De tweede meetreeks met een L-Pitot buis heeft tot verdere inzichten aangaande de wand- en obstructie effecten geleid.

De meetopstelling ter bestudering van “swirl” (letterlijk ‘kolk’) is gerealiseerd en het testprotocol is in augustus 2018 volgens plan uitgevoerd. Uit een voorlopige resultatenanalyse blijkt dat het effect van swirl als functie van de afstand van de flowmeter tot de schoorsteeningang dominant is in de gemeten snelheden. De link naar de projectwebsite is <http://empir.npl.co.uk/impress/>.

Elektromagnetische interferentie bij statische elektriciteitsmeters

Het project “Elektromagnetische interferentie bij statische elektriciteitsmeters” is begin mei 2018 van start gegaan. Op 9 mei heeft de kick-off meeting van het bijbehorende EMPIR-project “MeterEMI” plaatsgevonden bij VSL. Hierbij waren, behalve coördinator NPL en andere projectpartners, ook de ‘chief stakeholder’ Netbeheer Nederland en vijf andere vertegenwoordigers van belanghebbenden aanwezig. Een belangrijke activiteit voor 2018 binnen het project was het verwerven en meten van huishoudelijke apparatuur, teneinde potentieel versturende golfvormen vast te stellen. Een dertigtal apparaten zijn inmiddels bij VSL doorgemeten, resulterend in meer dan honderd datasets.

Bestaande meetdata zijn geanalyseerd om te kijken welke parameters, die uit stroom- en spanningsgolfvormen kunnen worden berekend, correleren met foutaanwijzingen van meters. Er is een ontwerp gemaakt voor een opstelling voor het testen van kWh-meters en er is een pakket van eisen opgesteld voor de selectie van een referentie kWh-meter voor controlemetingen op locatie. Het project is gepresenteerd op de CPEM conferentie in Parijs en er is een projectwebsite gereed. De link hiervoor is (<http://empir.npl.co.uk/meteremi/>).

Verliesmetingen voor vermogenstransformatoren en reactoren

VSL is de coördinator van het bijbehorende EMPIR-project “TrafoLoss”. Op 2-3 mei heeft de kick-off vergadering met het projectconsortium plaatsgevonden bij VSL. De werkzaamheden richten zich in eerste instantie op de kalibratieopstelling voor industriële verliesmeetsystemen. Hierbij wordt het referentieverliesmeetsysteem, dat is ontwikkeld onder SBO-ontwikkeling (gerelateerd aan het EMPIR-project “ELPOW”, zie SBO werkplan 2018 paragraaf 3.3.2.1), verbeterd in meetrange en nauwkeurigheid.

Daarnaast wordt met partner TUBITAK gewerkt aan een overzicht van eisen aan industriële verliesmeetsystemen (LMS), waarvan een eerste draft gereed is en door VSL gereviewd. Er is overleg geweest met de KEMA labs van DNVGL over een best practice guide voor LMS kalibratie. De project website is operationeel (<http://www.gridmeas.eu>) en er is goede belangstelling van en interactie met stakeholders. In het bijzonder is er warme interesse vanuit de CENELEC TC14, die op halfjaarlijkse basis wordt bijgepraat over de projectvorderingen.

Haalbaarheidsstudie metrologie voor waterstofgas

Door de afwezigheid van een koolstofcomponent wordt waterstof gezien als een duurzame oplossing om “los van gas” te gaan. Echter, er bestaan vraagtekens rondom de bemetering. Dit project heeft als doel om de (on)mogelijkheden te bepalen voor het realiseren van een waterstoffaciliteit op basis van bestaande flowstandaarden, te weten: Low-Flow installatie (LFI), Gas Oil Piston Prover (GOPP) en Klok 1. Het project is in augustus 2018 van start gegaan. De haalbaarheidsstudie heeft aan het licht gebracht dat het voor alle drie de standaarden technisch mogelijk is ze aan te passen voor veilig gebruik met waterstof. Er is in kaart gebracht welke aanpassingen gedaan moeten worden (o.a. om aan explosieveiligheidseisen te voldoen) en bijbehorende kostenschattingen zijn gemaakt. Om veiligheidsredenen wordt het bestaande volumetrielaboratorium niet geschikt bevonden voor de ingebruikname van een waterstoffaciliteit. Dit betekent dat een kwikringbuis (LFI) en Klok 1 alleen met waterstof gebruikt zouden kunnen worden als deze op een andere locatie komen te staan. De hieruit resulterende kosten zijn nog niet in kaart gebracht.

Diverse risico's zijn erkend en waar mogelijk is aangegeven hoe deze gemitigeerd kunnen worden. Er is bepaald aan welke wet- en regelgeving moet worden voldoen. Tevens is in kaart gebracht wat de potentiële markt is en hoe de verschillende standaarden hierop aansluiten. De GOPP heeft vooral aansluiting met een aankomend EMPIR-project. Vanwege het hieruit beschikbaar gestelde budget wordt aanpassen van de GOPP als haalbaar ingeschat. Voor de andere standaarden zal eerst moeten worden bepaald waar ze kunnen worden geplaatst en wat de kosten zijn, alvorens een definitieve uitspraak over de haalbaarheid te kunnen doen. Wél is uit de haalbaarheidsstudie gebleken dat Klok 1 de meeste potentie heeft om de marktvraag te beantwoorden, daar deze standaard het huishoudelijk bereik omvat, waarvoor momenteel veel interesse is. De resultaten van de haalbaarheidsstudie zijn vastgelegd in een rapport. Het project is in december 2018 afgerond.

Reproduceerbaarheid van NO₂ verdunning & analyses

Dit aanvullende project is uitgevoerd in de periode augustus t/m december met als doel de resultaten van lage concentratie NO₂-metingen te verbeteren. Het doel is om de kalibratie met behulp van dynamische verdunning te verbeteren (reproduceerbaarheid en onzekerheid) en de analysetijd (en daarmee ook het gasverbruik) te reduceren.

Aan de hand van diverse experimenten is het gelukt om zowel de analysetijd als de onzekerheid te verkleinen. Nieuwe methodes zijn beschreven om reduceerventielen te conditioneren en om de reproduceerbaarheid van de verdunningen te verbeteren. Binnen het EMPIR-project “MetNO₂” (zie hoofdstuk 8) kunnen deze nieuwe bevindingen weer worden geïmplementeerd in het lopende stabiliteitsonderzoek, met uiteindelijk als doel ook geaccrediteerde diensten te kunnen aanbieden voor een lager concentratiebereik. De experimenten zijn beschreven in een intern rapport (S-CH.18.24) en de werkinstructies voor de analyses zijn aangepast.

Stroomtransformatoren (CTs) t.b.v. verliesmetingen op locatie

Het aanvullende project “Stroomtransformatoren (CTs) t.b.v. verliesmetingen op locatie” is in augustus van start gegaan. Het doel is het ondersteunen van het EMPIR-project “TrafoLoss” (zie hoofdstuk 15) door het ontwikkelen van verbeterde stroomtransformatoren. Een 2-stage stroomtransformator is gerealiseerd en doorgemeten. De nauwkeurigheid van de 2-stage CT bedraagt beter dan 10 ppm in het relevante stroombereik. Vervolgens is er een ontwerp gemaakt voor een 3-stage CT, met een beoogde nauwkeurigheid van 0,1 ppm. Een uitgebreid model is opgesteld om de afwijking te kunnen voorspellen afhankelijk van dimensionele en materiële eigenschappen. De intentie is om op basis van dit model en eigenschappen van kernmaterialen, die zijn uitgevraagd bij leveranciers, binnen het TrafoLoss-project een verbeterde CT te realiseren.

Herleidbaarheid RiGO-goniometer

In de afgelopen jaren zijn er grote stappen gezet in Solid State Lighting, waarbij de verscheidenheid in efficiëntie, kleur, vorm, en toepassing van LED's (zowel enkele LED's als lampen en geïntegreerde armaturen) is toegenomen. De lichtverdeling van deze nieuwe lichtbronnen hoeft niet meer uniform door de ruimte te zijn, in tegenstelling tot de uniforme verdeling in een meer klassieke gloeilamp. Het is daarom van belang de lichtverdeling in drie dimensies herleidbaar te meten.

De RiGO-goniometer van VSL meet de lichtsterkte van een lichtbron in alle richtingen. Een optelling hiervan resulteert in de totale lichtstroom van de lichtbron. Met behulp van de ingebouwde spectroradiometer worden benodigde spectrale correcties toegepast, en kunnen tevens kleureigenschappen van de lichtbron worden bepaald. Zowel de kalibratie voor lichtstroom als de kalibratie van de spectroradiometer is nog niet herleidbaar naar nationale meetstandaarden. Dit aanvullende project is gestart om deze herleidbaarheid te realiseren via de 3m integrerende-bolopstelling.

In 2018 is de kalibratie van de respons van de goniometer uitgevoerd, evenals de kalibratie van de golflengteschaal van de spectroradiometer. Daarnaast is een begin gemaakt aan de kalibratie- en werkinstructies. Wegens een tekort aan capaciteit is het project nog niet afgerond. Dit zal, evenals het uitvoeren van validatiemetingen en een lineariteitskalibratie van de fotometer, in 2019 onder SBO plaatsvinden.

Haalbaarheidsstudie opschaling Grote Installatie Flow

Doordat opschaling van de GI (Grote Installatie) op technisch gebied niet haalbaar bleek, is het project voortijdig beëindigd. Het risico van de benodigde aanpassingen om een lager drukverlies, en daarmee een hogere flowrate, te realiseren is te groot bevonden.

SBO Basisbeheer en Beheerontwikkeling

Chemie

Het jaar 2018 is voor de afdeling Chemie inktzwart begonnen met het overlijden van een zeer ervaren en zeer gewaardeerde collega. Hierdoor is een aanslag gedaan op de kennis en de bezettingsgraad van het lab, met name op het gebied van energiegassen en gaschromatografische analyses. Tevens is een ervaren onderzoeker met pensioen gegaan, waardoor ook via die route een hoeveelheid kennis is verdwenen. Om de alinea slecht nieuws te completeren is ook geconstateerd dat voor de projectonderdelen 2.3.1 (automatisering) en 2.3.2 (verbetering bestaande faciliteiten) nog wel de nodige "losse eindjes" uit 2017 zijn meegekomen, die niet, of niet geheel, in het werkplan 2018 waren meegenomen (maar wel grotendeels in 2018 zijn afgerond).

Het goede nieuws is dat ondanks het bovenstaande de capaciteit van de afdeling voor het eerst sinds jaren weer op orde is om de hoeveelheid werk te kunnen uitvoeren. Dit komt door het aantrekken van nieuwe medewerkers, maar zeker ook door de grote hoeveelheid EMRP- projecten die in 2017 zijn afgerond. Daardoor is de werkvoorraad tot 'normale' proporties teruggebracht.

Het beheer is conform planning verlopen, nadat enkele werkzaamheden zijn herverdeeld binnen de groep. Voor automatisering (2.3.1) lag dit jaar meer werk op de plank dan in de begroting was opgenomen, maar aan de hand van een degelijk projectplan zijn zoveel mogelijk onderdelen uitgevoerd. De aanpak is erop gericht om eerst een onderdeel volledig af te ronden voordat aan een nieuw deel wordt begonnen. Bij de verbetering van bestaande faciliteiten (2.3.2) gold eenzelfde uitdaging en is dezelfde aanpak gehanteerd. Mede door wat extra beschikbare uren zijn de activiteiten van het resterende werk van 2017 en de nieuwe plannen van 2018 grotendeels afgerond. De jaarlijkse RvA-audit, gehouden op 7 maart, heeft slechts 1 afwijking opgeleverd, die inmiddels is opgelost.

Internationaal is deelgenomen aan verschillende metrologie en standaardisatie vergaderingen. Hierbij zijn o.a. presentaties gegeven voor de CCQM Gas Analyse Working Group over ons werk aan de Key comparison CCQM-K120 voor CO₂ en de CCQM-K137 voor NO. De resultaten van deze comparisons zijn een bevestiging van onze CMC-claims. In ISO/TC158 is de door VSL geschreven revisie van de ISO 19229 inmiddels in het FDIS (Final Draft International Standard) stadium beland en zal in 2019 als nieuwe norm worden gepubliceerd. Verder zijn ook de eerste vergaderingen van de nieuw opgerichte ISO/TC193/SC1 werkgroep Biomethaan geweest.

Hoogtepunten zijn de verkiezing van de CITAC Best Paper Award 2017 voor "Bayesian analysis of homogeneity studies in the production of reference materials", Accreditation and Quality Assurance 22(6) (2017), pp. 307-319" en de winst van de Best Young Scientist award door één van de collega's voor het werk aan biogas en biomethaan, tijdens de "Bioenergy-2018" conference in Berlijn. Gedurende het jaar zijn er 17 peer reviewed papers gepubliceerd, waaronder:

- "Evaluation of measurement uncertainty in fluid phase equilibria calculations", Metrologia 55 (2018), pp. S60-S69" over de toepasbaarheid van verschillende methoden voor onzekerheidsvoortplanting op vraagstukken uit de fysische chemie.
 - "Interpreting and propagating the uncertainty of the standard atomic weights", Pure Appl. Chem. 90(2) (2018), pp. 395-424 over het gebruik van de atoomgewichten en de evaluatie van hun meetonzekerheid.
- "Characterization and correction of stray light in TROPOMI-SWIR", Atmospheric Measurements Techniques, 11, 4493-4507, 2018 over de spectroscopische metingen en de data-interpretatie van de TROPOMI satelliet.

Elektriciteit

DC en Laagfrequent

Het basisbeheer DC-LF is grotendeels volgens planning verlopen. Er zijn tegenslagen geweest bij het beheer van weerstand primair, met de cryostaat voor de quantum-Hallopstelling en de Cryogenic Current Comparator (CCC). In augustus is bij een tweede poging een succesvolle primaire weerstandsrealisatie met de quantum-Hallopstelling gedaan.

Het EMPIR-project "Metrologie voor de elektrische vermogensindustrie" is eind april 2018 succesvol afgerond met de eindmeting in Haarlem, georganiseerd door VSL. Hierbij zijn de resultaten in de vorm van een referentie transformatorverliesmeetopstelling en een Openable Core Current Transformer' (OCCT) gepresenteerd.

Binnen het EMPIR-project "Waveform metrology met AC Josephson spanningen" zijn de werkzaamheden aan impedance matching voortgezet met als doel de voorspelde theoretische resultaten, voor zover praktisch haalbaar, te implementeren. Dit werk zal in 2019 worden voortgezet. Daarnaast is de door projectpartner CMI ontworpen bufferversterker door VSL gebouwd en getest, is een nieuw Josephson Arbitrary Wave Synthesizer (JAWS) array van NIST in gebruik genomen en is een nieuwe collega begonnen met inwerken op dit onderwerp.

In het EMPIR-project "ROCOF-metingen in intelligente netten" is het rapport afgerond, waarin beschreven wordt bij welke gebeurtenissen in het net nauwkeurige ROCOF-metingen vereist zijn door netbeheerders. Er is een eerste draft gereed met wiskundige beschrijvingen van golfvormen waartegen Phasor Measurement Units (PMUs) getest moeten worden. Ook heeft de EU midterm review plaatsgevonden.

Het EMPIR-project "Metrologie voor digitale onderstations" is in juni van start gegaan. Er is gewerkt aan het ontwerp voor een prototype gedistribueerde digitiser en voor een referentie Stand Alone Merging Unit (SAMU). Het ontwerp van de referentie SAMU is nog niet gereed; dat van de gedistribueerde digitiser wel en daar wordt momenteel gewerkt aan een prototype.

Voor de Key Comparisons zijn in december metingen gedaan voor CCEM.EM-K5. Tevens is er gewerkt aan het protocol voor het bijbehorende EURAMET vergelijk. Daarnaast is er gewerkt aan de draft B rapportage voor CCEM.EM-K2.2012 en aan de draft A rapportage voor EURAMET.EM-S35. De resultaten voor CCEM.EM-K2.2012 wijken fors af; er is een bilateraal vergelijk met NPL in gang gezet om inzicht te krijgen wat de oorzaak kan zijn.

Hoogfrequent

Het basisbeheer van Hoog Frequent (HF) is grotendeels volgens plan verlopen. De laagfrequente VNA is defect geraakt en is na uitvoerig onderzoek vervangen door een nieuwe. Eind 2018 is de generator voor HF vermogen defect geraakt. Een vervangende generator is inmiddels besteld. Er is begin 2018 voor gekozen om de activiteiten bij EM-velden te concentreren op Magnetisme, waar een nieuwe medewerker zich op in is gaan werken. Tijdens het inwerken is geconstateerd dat de primaire standaard voor magnetisme op basis van kernspinresonantie niet naar behoren functioneert. Na een overweging van de benodigde investering in geld en inspanning om de faciliteit en kennis weer op peil te brengen versus de behoefte vanuit de Nederlandse afnemers is besloten om niet verder te gaan met Magnetisme. Opgemerkt dient hierbij te worden dat Magnetisme al jaren geen formeel onderdeel meer is van SBO en geheel uit de markt wordt gefinancierd.

Het EMPIR-ontwikkelingsproject “Metrologie voor hoogfrequente planaire circuits” is in september succesvol afgerond. VSL is er, in samenwerking met de TU Delft, in geslaagd een onwafer probing-station te ontwikkelen, dat kan worden ingezet voor het verwezenlijken van onwafer S-parametermetingen aan micro- en nanoschaalcomponenten. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd op de CPEM in juli in Parijs. Deze onderzoekslijn wordt voortgezet in het nieuwe EMPIR-project TEMMT, dat halverwege 2019 van start zal gaan.

Een nieuw EMPIR-SIP (Support for Impact) project “Meetsoftware voor herleidbare S-parametermetingen” is per 1 mei van start gegaan. Binnen dit project ontwikkelt VSL Vector Network Analyser (VNA) meetsoftware, als vervolg op het in 2016 afgeronde EMRP-project “HF-Circuits”. Tijdens de kick-off is met ‘primary supporter’ DARE!! een eerste lijst met technische eisen opgesteld. Een eerste conceptversie van de inhoudelijke kern van de software is inmiddels gerealiseerd en gedocumenteerd.

Er zijn in 2018 geen activiteiten op het gebied van Key Comparisons geweest bij HF.

Ioniserende straling

De faciliteiten onder SBO-beheer hebben dit jaar de nodige technische problemen gehad. De 320 kV röntgenbuis heeft te kampen gehad met een doorgebrande printplaat, de veer die de gammatron Co-60 bron draait begint slijtage te tonen en de verplaatser van de DIR-faciliteit (stralingsbeschermingsmetingen) liet zich niet meer aansturen. Desondanks is het grootste deel van het beheer toch naar behoren uitgevoerd.

Het EMPIR-project “Metrology for MR guided Radiotherapy (MRgRT)” wordt door VSL gecoördineerd en loopt sinds 2016. De resultaten van dit project worden ondertussen in verschillende publicaties verspreid. Verder is een fantoom, geschikt voor metingen in een magneetsetup, ontwikkeld. Metingen met deze fantoom zullen in 2019 plaatsvinden.

Voor zowel Key comparison BIPM.RI(I)-K1 als BIPM.RI(I)-K4 zijn de metingen en de uitwerking afgerond. Voor EURAMET 1285 ligt Draft B ter review. Voor EURAMET 1132 is Draft A geaccepteerd door de deelnemers en is VSL in afwachting van Draft B. De key comparisons voor ¹²⁵I LDR en X-ray 20 kV-100 kV zijn nog niet gestart.

Massa, Druk en Viscositeit

Het beheer voor Massa, Druk en Viscositeit is conform planning uitgevoerd. Er is voor Druk een Automated Mass handler besteld, waardoor geautomatiseerde metingen mogelijk worden. De EURAMET-vergaderingen voor TC Mass zijn bijgewoond, evenals de CCM WG Mass en de nationale technische commissie Drukmeting.

Het EMPIR-project over herleidbare dynamische drukmetingen (DynPT) is gestart met een kick-off meeting, eind mei, in Finland. Er is samen met Minerva BV een prototype ontworpen en gebouwd voor herleidbare dynamische drukken tot 500 MPa op een tijdschaal van milli-seconden. Er is weinig tijd besteed aan de key comparisons, omdat de CCM.D-K5 is uitgesteld tot 2019.

Lengte

Het beheer van de standaarden is in 2018 iets achter gebleven op de planning. Er is een interne verhuizing uitgevoerd in de periode van april tot juli. Deze verhuizing was nog niet bekend ten tijde van het opstellen van het werkplan 2018. Na de verhuizing zijn de opstellingen gevalideerd. Alleen de kleine-hoekopstelling is nog niet opgebouwd. De contacten met de EURAMET-commissies en CC zijn onderhouden, behalve de ISO TC 229 Nanotechnologie, vanwege het vertrek van de betrokken medewerker.

Er is 2018 gewerkt aan zeven onderzoeksprojecten binnen EMPIR en H2020. Het EMPIR-project "Metrologie voor massief parallelle fabricagetechnieken" is afgerond. De methodiek en opstelling zijn uitgebreid gekarakteriseerd met intern gekalibreerde transferstandaarden.

Binnen het EMPIR-project "Herleidbare 3D nanometrologie" zijn vorderingen gemaakt met betrekking tot de ontwikkeling van een virtuele meetstandaard voor optische meetmachines. De eerste batch van het te ontwikkelen referentiemateriaal is samen met de projectpartners ontwikkeld en doorgemeten. Beide AFM-apparaten zijn buiten werking geweest. De Veeco AFM is weer opgestart en wordt nu ingezet voor de doorontwikkeling van geavanceerde scanstrategieën voor 2.5D AFM-metingen.

Het H2020-project "Hybride 3D-fabricagemethoden" bestaat uit het verlenen van metrologische ondersteuning en verdieping voor de meetmethodiek en ontwerp van het gecombineerde fabricage-/meetinstrument. Er is een proof-of-principle meetopstelling gemaakt voor het contactloos meten van geprinte geleiders bij VSL.

In 2018 zijn 4 nieuwe EMPIR-projecten opgestart: "Metrologie voor de Fabrik van de toekomst" en "Nano- en microresonatoren voor zeer gevoelige verplaatsingsmetingen", "Optisch zeer nauwkeurig meten door aangepaste licht-materiaal interacties" en het normatieve project "Herleidbare metingen van nanodeeltjes".

De eindrapportage en het executive report voor het vergelijk van diameterstandaarden (Euramet L-K4.2005.1) zijn opgestuurd naar de coördinator voor de laatste review. De metingen voor het vervolgvergelijk diameterstandaarden (Euramet L-K4.2015) zijn verricht, geanalyseerd en gerapporteerd. De metingen voor het uitgestelde vergelijk voor stappeneindmaten (Euramet L-K5) zijn uitgevoerd en deels geanalyseerd. Het vervolgvergelijk voor kogeldiameters is gaande (Euramet L-Sxx). Het bilaterale vergelijk voor brekingsindexmetingen (Euramet L-Sxz) zal naar verwachting in 2019 worden geïnitieerd. De metingen voor ringvergelijk van oppervlakterutheid (Euramet 1239) staan gepland voor april 2019. De eerste draft van de lijnbreedte comparison (CCL-NANO6) is nog niet door het pilot lab (NIST) afgerond.

Thermometrie

Het beheer van de standaarden is niet conform planning verlopen. De laboratoria van temperatuur en vochtigheid zijn verhuisd in de periode juni-september. Dit was nog niet bekend ten tijde van het opstellen van het werkplan voor 2018. Hierdoor is een aantal beheeractiviteiten niet uitgevoerd. In oktober is met het opstarten van de laboratoria gestart. Het temperatuurlab is momenteel niet operationeel, vanwege problemen met de luchtkwaliteit. Het vochtigheidslab is gevalideerd in november en operationeel en al het bijbehorende beheer- en kalibratiewerk is uitgevoerd. Op het gebied van de metrologische infrastructuur zijn alle EURAMET TC-T vergaderingen in Zweden bijgewoond met relevante bijdragen vanuit de Temperatuurgroep.

Het EMPIR HIT-project voor relatieve vochtigheid bij hoge temperaturen (tot 180 °C) en overgangscondities, is afgerond met een peer-reviewed publicatie. Daarnaast is een ringvergelijking van de ontwikkelde hoge-temperatuur/hoge-druk relatieve vochtigheidsstandaarden tussen Italië, Frankrijk en Nederland uitgevoerd. Resultaten van de vergelijking worden gepresenteerd tijdens de TEMPMEKO 2019 conferentie. Daarnaast zijn er nog vier artikelen gepubliceerd.

Er is minder tijd besteed aan de key comparisons, omdat de rapporten van CCT-K9 en de CCT-K11 nog niet zijn ontvangen.

Optica

Het basisbeheer voor Radiometrie en Fotometrie is grotendeels naar behoren uitgevoerd. De primaire realisatie met de absolute cryogene radiometer is niet uitgevoerd, omdat het planmatig niet is gelukt dit in het jaar in te passen. De projectonderdelen Kwaliteit en Metrologische Infrastructuur zijn volgens planning verlopen.

Binnen het pand is in de loop van dit jaar geschoven met laboratoriumruimtes. Optica heeft hierbij ruimte vrijgemaakt door de RAD 3D-faciliteit op te heffen. De functionaliteit van deze opstelling wordt reeds overgenomen door de RiGO-goniometeropstelling. De verhuizing is ook gebruikt om een extra optimalisatieslag te maken in de overgebleven laboratoriumruimtes. De extra inspanning die de verhuizing heeft gekost, heeft veel SBO-ontwikkelingsprojecten doorgeschoven naar het eind van het jaar. Hierbij is, via prioritering op impact, voorrang gegeven aan het EMPIR gerelateerde project "Toekomstige fotometrie voor SSL-producten". Binnen dit project zijn AC-gebaseerde LED-standaarden gerealiseerd. Deze worden nu gekalibreerd en ingezet voor een vergelijking op NMI- en testlaboratoriumniveau. De verdere realisaties in dit project hebben al de mogelijkheid geboden tot een concrete uitbreiding van onze 3m-bolfaciliteit met een fish-eye camera.

Voor de comparison waarvan VSL pilot is (spectrale responsiviteit 900-1600 nm, K2a), is het pre-draft A rapport met de deelnemers gedeeld. VSL is ondertussen ook reeds ver gevorderd met het opstellen van het Draft A rapport. Voor de UV-comparison (S4) is het pre-draft A rapport beoordeeld en voor de filter comparison (K6) zijn de metingen uitgevoerd en gerapporteerd.

Tijd- en Frequentiestandaarden

In 2018 is het reguliere beheer van de tijd- en frequentie faciliteiten volgens plan uitgevoerd. Drie van de vier klokken waren het hele jaar operationeel. Van de vierde klok was in augustus de cesiumbuis op. Belangrijke internationale vergaderingen en bijeenkomsten, waarbij VSL was vertegenwoordigd, waren de EURAMET TCTF in Lissabon, de EFTF conferentie in Turijn en de CCTF WG TWSTFT meeting in Warschau.

Binnen het ontwikkelingsproject TF-disseminatie via glasvezel zijn de White Rabbit (WR) switches geïnstalleerd. Installatie van de endnodes is uitgesteld tot enkele interne verhuizingen van de labs (met name Thermometrie) zijn afgerond. Het nieuwe EMPIR-project "WRITE" (nauwkeurige tijddisseminatie voor de industrie) is op 1 juni van start gegaan. Het werk in 2018 binnen dit project heeft zich geconcentreerd op de ontwikkeling van een WR monitoring tool.

Deelname aan de continue Key Comparison CCTF-K001.UTC is volgens plan uitgevoerd.

Volumetrie

Het beheer bij gas Lage-Druk is volgens plan verlopen. Het zwaartepunt van de beheeractiviteiten heeft in de tweede helft van 2018 gelegen. De Grote Installatie (flow rates van 15 tot 15.000 m³/h en de belangrijkste faciliteit voor lage-drukkalibraties) is met succes opnieuw opgewerkt. Aandachtspunten blijven de opwerking van de meetstraat en de APPs (Automatic Piston Provers) voor klantenkalibraties. De afronding van het buizenopslagsysteem is on hold gezet, vanwege nieuwe inzichten. In 2019 zal worden beoordeeld hoe de opslagmethode zodanig geoptimaliseerd kan worden dat de opslagruimte zo goed mogelijk benut kan worden.

Voor Hoge-Druk gas zijn de werkzaamheden aan de GOPP (Gas Olie Piston Prover) en TraSys volgens plan uitgevoerd. De GOPP heeft een vaste behuizing gekregen en staat op een permanente locatie op het EuroLoop-terrein, waarmee zekerheid in continuïteit is gecreëerd. De GOPP is in 2018 voor het eerst ingezet bij een directe intercomparison binnen de EuReGa-groep d.m.v. een turbinemeter. Er zijn extra werkzaamheden en studies verricht om bepaalde correctiefactoren, die gebruikt moesten worden bij het kalibreren van deze turbinemeter, te kunnen valideren. De GOPP blijkt inmiddels met speciale maatregelen (luchtcirculatie, behuizing, speciale piping, extra analyse berekeningen) breder inzetbaar. Het op/van druk brengen is nog tijdrovend en wordt in 2019 verder geoptimaliseerd.

Het beheer bij Vloeistof is volgens schema verlopen. De geplande investeringen zijn echter voorlopig on-hold gezet, omdat het nog onduidelijk is óf en hoe de waterflowfaciliteiten verhuizen van Dordrecht naar Delft. De nieuwe weegschaal voor de waterflow, massameter en inline-dichtheidsmeter werken nog niet optimaal. Voor de herleidbaarheid heeft dit nog geen nadelige gevolgen en e.e.a. wordt in 2019 opgelost.

De bouw van de primaire en afgeleide LNG-kalibratiefaciliteit is vertraagd met ca. 6 maanden t.g.v. enkele veiligheidsaspecten en gebleken risico's m.b.t. de levensduur van de pompen. De 'droge' commissioning is succesvol afgerond, de 'natte' commissioning zal begin 2019 plaatsvinden. Na de commissioning van de afgeleide standaard (Mid Scale Loop), die gefinancierd wordt vanuit de industrie, zal gestart worden met de commissioning van de primaire standaard (Primary Standard Loop). Daarna kan het ontwikkelingsproject "Een nieuwe LNG meetstandaard inclusief energiemetering (TKI-project)" starten.

In het EMPIR-project "Perfusion" zijn CFD-simulaties afgerond en is de onzekerheid bepaald van de PIV-metingen (Particle Image Velocimetry) door de TU Delft. De CFD-resultaten zijn gebruikt ter ondersteuning van de interpretatie van de MRI-metingen aan het fantoom. Voor grote kanalen zijn de CFD resultaten consistent met de metingen en de analytische resultaten, voor de kleine kanalen niet. Er is verder gewerkt aan de uitbreiding van de microflowopstelling. Dynamische DCE-MRI (Dynamic Contrast Enhanced Magnetic Resonance Imaging) data zijn geanalyseerd en gekoppeld aan de referentiedebietmetingen.

De automatisering van de Bell-Prover (primaire standaard voor lage-druk lucht tot 400 m³/h) is afgerond. Het systeem kan nu onbemand werken. Ook is de DAQ (Data Acquisitiesysteem) van de Grote Installatie aangepakt. De hard- en software is volledig vernieuwd en in januari 2019 zullen de laatste validatiemetingen plaatsvinden.

Voor verschillende ringvergelijkingen hebben overleggen plaatsgevonden of zijn metingen verricht.

Metrologische infrastructuur

Alle relevante nationale en internationale vergaderingen zijn bijgewoond, waaronder de bijeenkomsten van EURAMET, EMPIR, CIPM, Fenelab en de Raad van Deskundigen (RvD). De definitieve werkplannen SBO en Research 2018 zijn ingediend en door EZK gecommiteerd. De eindrapportages SBO en Research 2017 zijn eveneens ingediend. Deze zijn met de RvD besproken en door EZK goedgekeurd. Dit geldt ook voor de tussenrapportages SBO en Research 2018.

Het kwaliteitsmanagementsysteem (QMS) werkt naar verwachting. Tijdens de systeembeoordeling door de RvA bij VSL op 7 maart 2018 zijn er acht NC's (non-conformities) geconstateerd. Deze zijn inmiddels alle beantwoord en opgelost.

Binnen het project "Beheer metrologische automatiseringsinfrastructuur" zijn alle relevante softwarepakketten en databases onderhouden en up-to-date gehouden.

Key Comparisons

Chemie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
CCQM-K41.2017	Waterstofsulfide	2017-2020	KRISS	De metingen voor deelname zijn uitgevoerd en het meetrapport is ingestuurd.	8	14
CCQM-K10.2017	Monocyclische aromaten	2017-2020	NIST	Deelname cilinder naar NIST gestuurd. Het voorlopige meetrapport is afgerond en verstuurd.	32	39
CCQM-K.74.2018/ CCQM-P172	NO ₂ /HNO ₃ in stikstof	2018-2021	BIPM	Cilinders gemaakt en 3x gemeten op NO ₂ en HNO ₃ . Cilinders opgestuurd naar BIPM.	60	107
CCQM-K112	Biogas	2014-2019	VSL	Er is overeenstemming over de KCRV en de degrees-of-equivalence; het draft B rapport moet nog worden afgerond.	20	30
CCQM-K116	Water in stikstof	2015-2018	NPL	De resultaten zijn gepubliceerd in de KCDB.	8	8
CCQM-K117	Ammoniak in stikstof	2015-2020	VSL/ NIST	Vertraging bij partner NIST. Eigen deelname en een meetserie voor de stabiliteit van de set mengsels, schuiven door naar 2019.	60	19
CCQM-K118	Aardgas	2014-2019	BAM/ VSL	Mengsels zijn vrijgegeven en verstuurd. De verwachting is dat de resultaten eind maart 2019 binnen zijn.	64	44

CCQM-K119	LPG	2015-2018	NPL	De resultaten zijn gepubliceerd in de KCDB.	8	3
CCQM-K120	Koolstofdioxide in buitenlucht	2016-2018	BIPM	De resultaten zijn gepubliceerd in de KCDB.	24	22
CCQM-K131	Zuiverheidsanalyse	2015-2018	NIST	De resultaten zijn gepubliceerd in de KCDB.	8	1
CCQM-K137	Stikstofmonoxide	2017-2020	BIPM	Heranalyse is uitgevoerd. Draft A rapport is beoordeeld.	32	33
Euramet 708	Lachgas	2017-2019	NIST/ VSL	Cilinder is gemeten en geretourneerd naar NIST. Rapportage is onderhanden.	20	4
Euramet 708	Nulgas	2014-2018	NIST/ VSL	Het wachten is op de cilinderretour van NIST. Daarna heranalyse en rapportage.	40	4
Euramet 708	Stikstofdioxide	2016-2018	NIST/ VSL	Rapportage volgt na ontvangst NIST resultaten.	16	20
Euramet 708	Waterstofchloride in stikstof	2018-2019	NIST/ VSL	Dit vergelijk zal opnieuw worden ingepland als de personele capaciteit bij NIST weer op orde is.	40	2
Euramet 1305***	C6 en C7 isomeren in aardgas	2015-2019	Bilateriaal met NPL	Vertraging bij NPL, metingen en rapportage nog niet uitgevoerd.	20	3

Elektriciteit

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
CCEM.EM-K2.2012	Weerstand 10 MΩ & 1 GΩ	2012-2018	NRC	Draft A ontvangen*	20	6
CCEM/EURAMET. EM-K5.2012	LF vermogen 50 Hz	2018-2021	CENAM i.s.m. VSL en PTB	Metingen voor CCEM vergelijk uitgevoerd. Bijgedragen aan protocol voor Euramet vergelijk**	200	83
EURAMET.EM-S35	DC stroom 90 A – 600 A	2013-2018	INRIM	Draft A rapport ontvangen***	20	12
EURAMET.EM-S37	AC Ratio (CTs)	2013-2018	CMI	Draft B rapport gereed****	40	8
CCEM.RF-K5c.CL	S-parameters voor 3,5 mm connector	2013-2018	NMIJ	Commentaar gegeven op draft A rapport.	20	0

Toelichting:

* VSL heeft forse afwijkingen in comparison CCEM.EM-K2.2012. Een En-waarde van 1,0 en 1,7 voor 10 MΩ en 1 GΩ, respectievelijk, waarvoor nog geen goede verklaring is. Een bilateraal vergelijk met NPL, dat wel goed scoorde, is geïnitieerd om te kijken of onze huidige realisatie een vergelijkbare afwijking vertoont. Op basis van de uitkomsten daarvan, verwacht begin 2019, zullen vervolgcacties worden verricht.

** Voor het CCEM vergelijk van LF-vermogen zal de coördinatie gezamenlijk worden uitgevoerd door VSL (analyse en rapportage), PTB (pilotlab) en CENAM (protocol en logistiek). Inmiddels is besloten tot het parallel uitvoeren van het gerelateerde Euramet vergelijk, met als coördinatoren VSL (analyse en rapportage), PTB (pilotlab) en LNE (protocol en logistiek). De standaarden voor het CCEM vergelijk zijn eind 2018 door VSL ontvangen en gemeten.

*** Goede scores voor VSL op basis van de draft rapportage. Deze werd in december ontvangen. Eventueel commentaar van VSL op Draft A zal begin 2019 worden gegeven.

**** Met ondersteuning van VSL heeft de coördinator (CMI) de eindrapportage gereed gemaakt. Dit rapport is voor een laatste controle- en goedkeuringsronde rondgestuurd.

Ioniserende Straling

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
Euramet 1285	Indirecte vergelijking van air kerma en ge-absorbeerde dosis in water voor Co-60	2014-2018	METAS	Draft B rapport is klaar en ligt ter review.	10	7
Euramet 1132	Ambient dose equivalent voor 60 keV iso-narrow en Cs-137 voor dosirates tussen 10 μ Sv/h – 1 mSv/h	2014-2018	PTB	Draft B rapport is klaar.	10	0
BIPM.RI(I)-K1	Air kerma voor Co-60	2017-2018	BIPM	Vergelijking afgerond, resultaten gepubliceerd.	40	53
BIPM.RI(I)-K4	Dosis in water Co-60	2017-2018	BIPM	Vergelijking afgerond, resultaten gepubliceerd.	60	73
¹²⁵ I LDR	Reference Air Kerma Rate (RAKR) voor ¹²⁵ I LDR bronnen (bilateral)	2018-2019	BIPM	Nog niet gestart.	10	1
X-ray 20 kV – 100 kV	Air Kerma voor X-rays 20kV – 100 kV		N.n.b.	Nog niet gestart	10	0

Toelichting:

- Voor EURAMET 1285 is Draft B opgestuurd ter review.
- Voor EURAMET 1132 is Draft B geaccepteerd door de deelnemers en deze zal binnenkort worden gepubliceerd.
- BIPM.RI(I)-K1 en BIPM.RI(I)-K4 zijn afgerond en de resultaten zijn gepubliceerd: [https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/RI/RI\(I\)-K1/BIPM.RI\(I\)-K1_VSL_2017.pdf](https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/RI/RI(I)-K1/BIPM.RI(I)-K1_VSL_2017.pdf) en [https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/RI/RI\(I\)-K4/BIPM.RI\(I\)-K4_VSL_2017.pdf](https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/RI/RI(I)-K4/BIPM.RI(I)-K4_VSL_2017.pdf)
- De vergelijkingen voor ¹²⁵I LDR en X-ray 20 kV-100 kV zijn nog niet gestart.

Massa en gerelateerde grootheden

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
EURAMET1253	Druk in het bereik 10 MPa – 100 MPa	2014-2018	UME	Wachten op Draft A rapport.	10	2
EURAMET.M.P-K1.c	Druk (0,7 - 7) MPa	2015-2018	DANIA met FORCE en TUBITAK UME	Wachten op Draft B rapport	10	6
CCM.D-K5	Dichtheid van vloeistoffen	2015-2018	BEV	Metingen uitgesteld tot 2019.	40	0
Euramet regional extension of CCM.D-K5	Dichtheid van vloeistoffen	2017-2018	BEV	Metingen uitgesteld tot 2019.	40	0
EURAMET.MM-K4*	1 kg Massastuk	2017-2019	BEV	Metingen uitgevoerd in januari, resultaten nog niet bekend.	10	2

Lengte

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
Euramet L-K3a	Hoekmeting (kalibratie van een auto-collimator)	2009-2018	PTB	Executive rapport geaccepteerd, key afgerond.	16	4
Euramet L-K4.2005.1	Diameterstandaarden	2013-2018	VSL	Executive rapport en eindrapport opgestuurd voor laatste review.	16	0
Euramet L-K4.2015	Diameterstandaarden	2016-2018	INRIM	De metingen verricht, geanalyseerd en gerapporteerd.	24	192
Euramet L-K5	1D CMM artefacten	2015-2018	NPL	Metingen zijn uitgevoerd en deels geanalyseerd.	100	169
Euramet L-S25	Laserafstandsmeters	2014-2018	CEM	Key afgerond, eindrapportage geaccepteerd.	16	0
Euramet L-Sxx	Kogeldiameter	2009-2018	VSL	Het vergelijk is gestart.	80	0
Euramet L-Sxz	Brekingsindex	2018-2019	VSL	Bilateraal vergelijk start in 2019.	80	80
Euramet 1239	Oppervlakteruwheid met AFM	2014-2018	PTB	Metingen staan gepland voor april 2019.	80	1
CCL-NANO6	Lijnbreedte met SPM	2014-2018	NIST	1 ^e draft rapportage is nog niet door pilotlab (NIST) afgerond.	16	1

Toelichting:

- VSL is pilot van EURAMET L-K4.2005.1 (diameterstandaarden), het bilaterale vergelijk EURAMET L-Sxz (brekingsindex) en het vervolgvergelijk EURAMET L-Sxx (kogeldiameter).
- EURAMET L-K3a (hoekmeting) is succesvol afgerond, de resultaten zijn gepubliceerd in Metrologia.
- EURAMET L-K4.2015 (diameterstandaarden) is een vervolg op het eerdere project EURAMET L-K4.2005.1.
- Het vergelijk L-S25 (laserafstandsmeters) is afgerond en de resultaten daarvan zijn verschenen in Metrologia.
- De metingen voor het ringvergelijk EURAMET 1239 (oppervlakteruwheid) zijn uitgesteld tot april 2019.

Thermometrie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
CCT-K9	ITS-90 SPRT, calibration from the Ar TP to the Zn FP	2011-2018	CEM	Draft A in voorbereiding door pilot.	40	29
EURAMET.T-K9	ITS-90 SPRT, calibration from the Ar TP to the Zn FP	2015-2018	CNAM/ VSL	Verzameling van deelnemersdata en analyse van VSL-data geïnitieerd.	60	66
CCT-K11	Watertripelpuntcellen	2018-2020	VSL	Vorbereidingen getroffen, maar de vergelijking is uitgesteld tot na mei 2019 (Kelvin redefinitie)	300	99

Toelichting:

- VSL is pilot van de vet gemarkeerde vergelijkingen.
- Vergelijking CCT-K11 was nieuw in 2018 en is vervolg op CCT-K7. De CCT-president heeft besloten CCT-K11 key comparison uit te stellen tot na mei 2019 (na de Kelvin redefinitie).

Optica

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
Euramet.PR-K2a	Spectrale responsiviteit, golflengte 900 nm tot 1600 nm	2010 - 2018	VSL	Pre-draft A is uitgestuurd, Draft A is in de maak.	370	429
Euramet PR-S4 (project N443)	Spectrale irradiantie detectoren, golflengte 365 nm	2013 - 2018	LNE	Pre-draft A rapport is beoordeeld.	20	3
Euramet.PR-K6	Filtertransmissie	2016 - 2018	LNE	2 ^e serie metingen is uitgevoerd.	120	57

Toelichting:

- In de eerste helft van het jaar is een groot deel van de werkzaamheden voor EURAMET.PR-K2a uitgevoerd. VSL is pilot van deze key comparison. De meetdata van de deelnemers zijn met een data-engine geïmporteerd voor verwerking door VSL en geverifieerd door de deelnemers. Het pre-draft A rapport is opgesteld en in juli uitgestuurd. Het rapport bevat de relatieve data, de technische rapporten van de deelnemers (exclusief absolute data) en de onzekerheidsbudgetten. Met 1 partner loopt nog een discussie naar aanleiding van het pre-draft A rapport. Voor het draft A rapport is een groot deel van de analyse, visualisaties en onzekerheidsbudgetten gemaakt.
- Voor key comparison EURAMET PR-S4 is de pre-draft A beoordeeld. De pilot heeft vervolgens zonder te reageren op VSL (of andere deelnemers) commentaar, een Draft A gestuurd. VSL is hierover in gesprek met de pilot.
- Voor key comparison EURAMET.PR-K6 is de 2e ronde metingen uitgevoerd en gerapporteerd aan pilotlab LNE. Nu is het wachten op de validatie van de data door de pilot. De verwachting is dat op zijn vroegst in februari 2019 (tijdstip volgende TC-PR vergadering) een pre-draft A naar alle deelnemers zal gaan.

Tijd & Frequentie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
CCTF-K001.UTC*	UTC	Continu	BIPM	Metingen verricht en gerapporteerd.	70	65
TWSTFT delay**	TWSTFT delay comparison	2018	Timetech	Uitgesteld tot 2019.	80	0

Toelichting:

* De tweeweg-tijd en frequentievergelijkingen via satellieten en de vergelijken via GPS-data worden uitgevoerd onder CCTF-K001.UTC.

** Deze vergelijking is nieuw en wordt uitgevoerd door het bedrijf Timetech GmbH. De vergelijking is uitgesteld tot 2019.

Volumetrie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2018	
					Begr. 2018	Real. 2018
CMM-FF-K2.2011	Olie en water-debiet van 10 tot 60 kg/min	2013-2018	VSL	Door nieuwe inzichten van NMIJ m.b.t. de invloed van temperatuur en dichtheid op de onzekerheid van de transferstandaard, is het nog niet mogelijk geweest om de rapportage af te ronden. De discussie is nog gaande.	80	29
Euramet/APMP (nr. is aangevraagd)	Waterdebiet van 27 tot 227 kg/min, bilateraal met NMC	2018-2019	NMC	NMC heeft het protocol opgesteld en dat is gereviseerd door VSL. De kalibraties zijn ingepland. Meter is gekalibreerd door VSL.	60	21
Euramet 1395 / EURAMET.M.FF-K4.1.2016	Volume, 20 L	2017-2018	INRIM	De rapportage is gereviseerd en door alle deelnemers geaccepteerd.	8	0
Euramet 1452	Volume, 20, 50 en 250 L	2018-2020	VNIIM	De initiële metingen zijn uitgevoerd door het pilot lab en het circuleren van de test measures langs de deelnemers is gestart. Drie deelnemers hebben hun metingen uitgevoerd	120	129
CCM-FF-K4.1.2011	Volume 100 mL en 20 L	2017-2018	CENAM	De resultaten en rapportage zijn beschikbaar.	50	2
CCM-FF-K5C*	Doorlopende harmonisatie hoge-druk aardgas	2015-2018	EuReGa (PTB/ LNE/ FORCE/ VSL)	Metingen hebben plaatsgevonden te EuroLoop, Force, PTB en LNE (EurReGa). Evaluatie is uitgevoerd en besproken. Metingen bij zeer hoge flows bij EuroLoop en Force zijn niet doorgedaan door schade aan een meter. Ook is er is een	180	240

				comparison uitgevoerd op primair niveau (o.a. GOPP). Resultaten worden in januari 2019 verwacht.			
EURAMET PROJECT (KC-uFlow)	1379	Micro-flow, 0,5 L/h tot 2 L/h	2017-2018	VSL	De vergelijking is al volledig afgerond in 2017.	0	0

Toelichting:

* De huidige harmonisatie tussen de EuReGa-partners vindt plaats op het niveau van de grote installaties zoals Euroloop. Tussen de primaire standaard (GOPP) en de werkstandaard (Euroloop) zitten tal van kopieerstappen, die ieder een stukje onzekerheid toevoegen. Om nu een harmonisatie te kunnen doen zonder al deze kopieerstappen, zullen de primaire standaarden direct met elkaar vergeleken worden, hetgeen de onzekerheid zal verlagen en het geheel minder afhankelijk maakt van de installaties.