

Publieke verantwoording overheidscontracten Overeenkomst betreffende het meetstandaardenbeheer en Research 2020

Algemeen

Groepen standaarden

In de Metrologiewet uit 2006, artikel 3 lid 1, is opgenomen dat de Minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) een 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 de industrie, volksgezondheid, milieu en wetenschap. VSL is door de Minister aangewezen als de instantie die verantwoordelijk is voor de nationale meetstandaarden.

Via een overeenkomst heeft VSL zich verplicht bovengenoemde standaarden met de daarbij behorende kalibratiefaciliteiten alsmede 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 StandaardenBeheerOvereenkomst (SBO). 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 nauwkeurigheidsniveau,
- ii. het operationeel houden van de apparatuur die ingezet wordt bij het basisbeheer,
- iii. het in standhouden van het door RvA geaccrediteerde kwaliteitsborgingsysteem op basis van de ISO/IEC-normen: ISO/IEC 17025:2017 (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 2020 zijn uitgevoerd binnen alle vier de bovengenoemde programmaonderdelen. De totale financiële omvang van de programma's bedroeg in 2020 € 7.682.550,00 (waarvan € 7.447.550,00 incl. BTW en € 235.000,00 BTW-vrij) voor het Standaardenbeheer en € 2.059.000,00 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.

De meetstandaard (transferstandaard in thermodesorptie (TD) buizen) en testmethode voor amines zijn ontwikkeld voor 5 aminecomponenten op 100 ng tot 4000 ng niveaus. Aan de berekening van het totale onzekerheidsbudget wordt nog gewerkt. Stabiliteitsdata met een periode van 6 maanden zijn verkregen.

De meetstandaard (statisch) en testmethode voor gehalogeneerde koolwaterstoffen zijn ontwikkeld (10 geselecteerde componenten in methaan op 50 nmol mol⁻¹). De totale onzekerheid is berekend als 3 – 10 % (k = 1). Stabiliteitsdata tot 20 maanden is verzameld.

De kalibratieopstelling voor flowregelaars is gemaakt en gevalideerd. Het verdunningssysteem is gemaakt en gevalideerd en het bijbehorende rapport is geschreven. Het onzekerheidsbudget is berekend. De permeatie-opstelling is ook gevalideerd, inclusief berekende onzekerheidsbudget. De validatie voor het genereren van HF en HCl in (bio)methaan is met succes uitgevoerd. De totale relatieve uitgebreide onzekerheid (k = 2) voor de meting van HF is 7 %, en van HCl is 4 %.

Er zijn input en presentaties geleverd aan normcommissies, waaronder ISO/TC193/SC1/WG25 en NEN310408. Geschikte testmethodes voor gehalogeneerde koolwaterstoffen, HF, HCl en amines zijn ontwikkeld en deze testmethodes als kandidaat-standaardmethodes aangeboden aan betreffende NEN en ISO normcommissies. De voorstellen zijn voor het eerst besproken op 6 en 9 oktober 2020 binnen ISO. Alle negen voorstellen zijn gebundeld en beschikbaar op onder vermelde website.

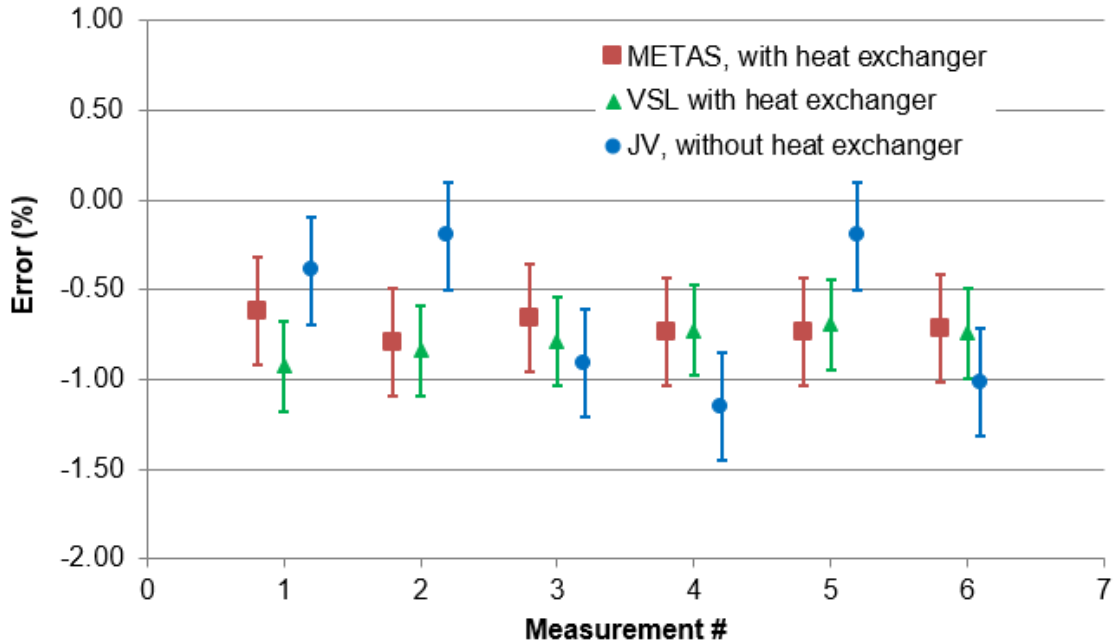
Er zijn drie publicaties (2 conference proceedings en 1 peer-reviewed artikel) geleverd en er is een aantal presentaties (bijvoorbeeld GAS2019, CIM2019) gegeven tijdens diverse Internationale conferenties. Vergaderingen van stakeholders zijn georganiseerd via Skype of tijdens Workshops, waarvan de feedback is verzameld. De EMPIR-voortgangsbijeenkomsten zijn georganiseerd en de EMPIR-tussen-rapportages zijn opgesteld. Vanwege Covid-19 is het project met 4 maanden verlengd. Vanwege deze omstandigheden is een aantal geplande publicaties vertraagd. De verwachting is dat deze nog in de komende maanden worden afgerond. Een en ander is afhankelijk van de situatie bij de betrokken partners.

De projectwebsite is bijgewerkt, zie <http://empir.npl.co.uk/biomethane/>. Het project is afgerond.

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 in 2018 gemaakt en de onderdelen zijn besteld en geleverd. In 2019 zijn naar aanleiding van adviezen van een externe partij m.b.t. veiligheid nog enige kleine wijzigingen doorgevoerd. In de eerste helft van 2020 is de opstelling grotendeels in gereedheid gebracht. Enkele kritische functies, waaronder de werking van het weegplatform onder de lading van alle tanks en kalibratiegewichten, waren reeds getest. Een explosieveiligheidsdocument is gereed en een laatste HAZOP-sessie is ingepland.

Middels aanvullende financiering binnen het researchprogramma is de verder gewerkt aan de certificering van het ontwerp en de opstelling. De WBDA-keuring (Warenwetbesluit Drukapparatuur) is afgerond, waarmee de faciliteit op druk gebruikt kan worden, en de Verklaring voor Ingebruikname is verkregen. De installatie is inmiddels getest met stikstof tot 40 bar en hiermee zijn ook de metingen voor het vergelijk uit het oorspronkelijke project succesvol uitgevoerd. In figuur 1 is mooie overlap te zien met de resultaten van METAS.



Figuur 1: Meetresultaten voor de nieuwe waterstofflowmeetopstelling (HyQS)

In december 2020 heeft tevens een test op lekdichtheid plaatsgevonden met 250 bar waterstof. De installatie bleek hieruit lekdicht (naar buiten toe), maar niet intern lekdicht door een tweetal falende afsluiters, die in 2021 zullen worden vervangen. Praktijkmetingen bij een HRS zijn niet meer gelukt binnen het project, maar er zijn contacten gelegd met commerciële partijen voor samenwerking en testmogelijkheden na 2020.

De validatie voor de meetmethoden voor HCl, mierzuur en formaldehyde is afgerond en de behaalde detectiegrenzen zijn voldoende om deze te bepalen in waterstof volgens de specificaties in nieuwe ISO14687. Hiermee zijn deze faciliteiten beschikbaar voor analyses voor externe partijen.

De mengsels (CO, O₂ en H₂O in H₂) nodig voor de intercomparison van instrumenten, zijn beschikbaar gesteld en de set gasmengsels voor de intercomparison zuiverheidsanalyse (CO, H₂S, N₂ en H₂O in H₂) is in juni 2019 aan de diverse deelnemers uitgeleverd. In totaal waren er 10 deelnemers vanuit de industrie terwijl uitgegaan was van 3. VSL heeft de eigen resultaten ingeleverd en heeft terugkoppeling van NPL gehad en de resultaten zijn besproken met alle deelnemers. Zowel voor de instrument comparison als de intercomparison van gasmengstandaarden zijn eindrapporten opgesteld die besproken zijn met de deelnemers. Een belangrijke conclusie uit de instrument comparison is dat validatie van instrumenten door de fabrikant nog geen garantie biedt voor het voldoen aan regelgeving. Onafhankelijke validatie is zeer aan te bevelen.

De testen van een low-cost sensor voor H₂S in H₂ zijn uitgevoerd en helaas blijkt dat de sensor niet geschikt is voor analyses in H₂. Dit heeft geen gevolgen voor de meetmogelijkheden van VSL maar bevestigt dat goedkope middelen voor H₂-zuiverheidsanalyse voor de industrie nog niet beschikbaar zijn.

In 2020 is meegeschreven aan een publicatie “Design of gravimetric primary standards for field-testing of hydrogen refueling stations” in Flow Measurement and Instrumentation, Volume 73. Ook is meegeschreven aan de publicatie “Development and evaluation of a novel analyser for ISO14687 hydrogen purity analysis” in Measurement Science and Technology en is er een eigen VSL publicatie gepubliceerd in het International Journal of hydrogen Energy met de titel: “Trace level analysis of reactive ISO14687 impurities in hydrogen fuel using laser-based spectroscopic detection methods”. Tevens is er input gegeven aan nationale (NEN TC197) en internationale

(TC158-WG7 in liaison met TC197) standaardisatie commissies. Vanwege Covid-19 is het project met 3 maanden verlengd.

De link naar de projectwebsite is: <http://www.metrohyve.eu/>. Het project is afgerond.

LNG en LBG als transportbrandstof

De ingebruikname van de LNG kalibratiefaciliteit is afgerond met vloeibaar stikstof in juli 2019 waarna de validatieactiviteiten en het LNG flowmeter testprogramma tot een succesvol einde zijn gebracht. De resultaten zijn beschikbaar gemaakt voor eindgebruikers middels een tweetal publicaties (zie onder andere <https://lngmetrology.info/vsl-releases-first-results-of-flow-meters-calibrated-in-cryogenic-conditions-at-its-lng-test-facility/>). Het LNG-flowmetertestprogramma is met vloeibaar stikstof verricht, in plaats van met LNG, in lijn met het verbeterplan van het gecontrafinancierde EMPIR-project "Metrological support for LNG and LBG as transport fuel". Dit verbeterplan volgde op de tijdelijke stillegging van het EMPIR-project in 2019, vanwege het uitblijven van de LNG-flowmetermeetresultaten.

De activiteiten ter karakterisering en metrologische validatie van de EffecTech aardgasliquifier zijn afgerond, zodat het projectdoel van een metrologisch gevalideerde liquifier gerealiseerd is. Projectresultaten over het ontwerp van een LNG-liquefier zijn vastgelegd en gedissemineerd in een wetenschappelijke publicatie.

In totaal heeft het project geresulteerd in vier journal publicaties, een white paper en een nieuwe norm. De overkoepelende onderwerpen hierin zijn SI-herleidbare LNG-flowmeter en LNG-sampling, -vaporiser, en -gaschromatograafkalibraties. De publicaties behelzen daarmee het SI-herleidbaar kalibreren van LNG-meetsystemen op basis van de totale hoeveelheid energie, wat de parameter is waarop LNG-verrekening plaatsvindt.

Hoewel de overgang op LNG in de LNG-kalibratiefaciliteit formeel geen onderdeel is van dit project, is het noemenswaardig dat de overgang op LNG inmiddels heeft plaatsgevonden. Vele, voornamelijk industriële, partners en klanten hebben interesse of maken gebruik van de diensten voor LNG-flowmeters en sampling-, vaporiser- en gaschromatograaf -kalibratiediensten. Dit betreft meterfabrikanten, onderzoeksinstituten, LNG-eindgebruikers, metrologische instituten, kalibratielaboratoria, cryogene toeleveranciers en partijen actief in de cryogene productontwikkeling. Zie de VSL website: <https://www.vsl.nl/lng/vsl%E2%80%99s-lng-calibration-and-test-facility-flow-and-quality-measurements> voor een beschrijving van de diensten.

De link naar de projectwebsite is: <https://lngmetrology.info/>. Het project is afgerond.

Metrologie voor geoxideerd kwik

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 primaire gasvormige kwik standaard is herleidbaar via gravimetrie, oftewel wegingen. Dit soort herleidbare meetmethoden en standaarden zijn echter ook nodig voor geoxideerd kwik (Hg(II)) om te voldoen aan de vereisten van EU-regelgeving en de implementatie van de Minamataconventie. Het doel van het project is om herleidbare kalibratiemethode en standaarden te ontwikkelen voor de belangrijkste geoxideerde kwikverbindingen, in het bijzonder voor kwikchloride (HgCl₂).

De herleidbaarheid voor geoxideerd kwik verloopt via de faciliteit van VSL, die zorgt voor herleidbare kalibratiemethoden en -standaarden voor Hg(0) gebaseerd op gravimetrie. Hiervoor is in 2018 een meetsysteem voor Hg(0) en Hg(tot) ontwikkeld. In 2019 is het meetsysteem naar VSL gebracht voor metingen in combinatie met de Hg(0)-generator. Tijdens deze metingen is het meetsysteem gekalibreerd met de primaire gasvormige kwikstandaard en vervolgens zijn HgCl₂-gasgeneratoren gecertificeerd m.b.v. het gekalibreerde meetsysteem. Het meetsysteem en gecertificeerde gasgeneratoren zijn in 2020 gebruikt voor veldtesten, uitgevoerd door projectpartners.

In 2019 is een wetenschappelijk artikel geschreven over de ontwikkeling en validatie van de primaire gasvormige kwik standaard ontwikkeld door VSL. Dit artikel is begin 2020 opgestuurd naar het peer-reviewed journal Measurement voor review en in augustus 2020 is het geaccepteerd voor

publicatie. Tevens is er een draft wetenschappelijk artikel geschreven over de resultaten van vergelijken van de primaire standaard met kalibratiefaciliteiten voor kwik met andere NMIs en DIs. Dit artikel is in 2020 opgestuurd naar een peer reviewed journal en nog steeds onder review. Vanwege Covid-19 is het project met 6 maanden verlengd en vindt de afronding van het project plaats in 2021.

De link naar de projectwebsite is: <http://www.mercox.si/>.

Metrologie voor stikstofdioxide

Dit project is in 2020 volledig afgerond. Doel van dit project was 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 (1, 5 en 10 µmol/mol) en deze zijn vervolgens geanalyseerd d.m.v. twee verschillende NO₂-analysemethoden (chemiluminiscentie en NDUV, Non-Dispersive Ultra-Violet). De metingen voor het stabiliteitsonderzoek voor deze mengsels zijn inmiddels afgerond. Een best practice guide is geschreven voor de bereiding van statische NO₂-mengsels. De stabiliteit van de 1 µmol/mol mengsels is goed voor minimaal 1 jaar.

VSL heeft een 1 µmol/mol mengsels gemaakt voor een vergelijk met zusterinstituut NPL maar door een combinatie van COVID en analyzer problemen heeft NPL het mengsel niet kunnen meten. De tweede stakeholder meeting is online gehouden en VSL heeft daarin een presentatie verzorgd.

De link naar de projectwebsite is: <http://empir.npl.co.uk/metno2/>.

Energiemanagement van elektrische spoorwegsystemen

In 2018 heeft VSL een referentiemeetopstelling gebouwd voor het uitvoeren van stroomkalibraties van energiemeetsystemen, zoals toegepast aan boord van treinen met gelijkstroom voeding. Met deze opstelling kunnen DC transducers gekarakteriseerd worden onder sterk vervormde signalen die relevant zijn voor spoorwegsystemen, waaronder een aantal signalen zoals geregistreerd in een locomotief van Metro de Madrid. De resultaten zijn gepresenteerd op een grote conferentie over elektrisch transport en gepubliceerd in *IEEE TIM*. In 2019 is een vergelijkbare opstelling gebouwd voor treinen met AC-voeding, waarbij de nadruk lag op het meten van stroom op hoogspanning, zonder verdere verstoreningen.

In 2020 is de AC referentie-opstelling verder doorontwikkeld voor stroommetingen tot 500 A bij spanningen tot 25 kV. De eerste nauwkeurige metingen zijn uitgevoerd, met unieke resultaten over de spanningsafhankelijkheid van stroomtransformatoren. Tevens zijn, samen met projectpartners, data uitgewerkt en is een eerste onzekerheidsbudget opgesteld voor metingen aan de remweerstand, terwijl de trein remt, waarbij de stroom met 500 Hz aan- en uitgeschakeld wordt (gechopt). Daarnaast is een opstelling gerealiseerd om DC energie- en vermogensmeters te kunnen kalibreren voor deze gechopte golfvormen met maximale stromen tot 500 A. Ook is bijgedragen aan de modellen van Strathclyde en NPL m.b.t. power quality signalen in onderstations. De resultaten hebben geleid tot drie presentaties op CPEM en een peer-review paper in *Sensors*. Vanwege Covid-19 is het project met 5 maanden verlengd tot en met januari 2021.

De link naar de projectwebsite is: <https://myrails.it/>.

Metrologie voor dunne, complexe materialen

Dit project was gericht op complexe dunne films, die belangrijke componenten zijn in vele energie-technologieën, waaronder vermogenselektronica, solid state verlichting, zonne-energie en energie-efficiënte ramen. Al deze technologieën delen dan ook gemeenschappelijke uitdagingen met betrekking tot prestaties, stabiliteit en kosteneffectieve productie. Binnen dit project heeft VSL, samen met Europese partners, een breedbandige optische scatterometer ontwikkeld, die nanostructuur materialen kan karakteriseren in een golf lengtegebied van 400 nm t/m 1000 nm.

Deze scatterometer is ontworpen om niet alleen de geometrie van kunststoffen bepalen, maar ook fysieke grootheden, zoals absorptie en brekingsindex. Het project is bedoeld om de hightech industrie te ondersteunen, zoals bijvoorbeeld de halfgeleider industrie en producenten van meetapparatuur.

Eind 2018 is de gepulste laserbron gekocht en getest. Het bleek mogelijk om interferentiepatronen te zien door gebruik te maken van incoherent licht. Het systeem is vervolgens geïntegreerd in een zogenaamde vertragingslijn. Dit is een kernelement in de uiteindelijke configuratie van de scatterometer. Alle componenten zijn aangeschaft en in het systeem geïntegreerd. Het complete systeem is in zijn finale configuratie gezet, waar het twee-puls gedeelte, het verlichtings gedeelte, het referentiebundel gedeelte en de meetarm zijn samengevoegd. In september 2019 is een artikel in een nationaal tijdschrift gepubliceerd over dit instrumentarium. In november 2019 is er een workshop met stakeholders geweest, waar is gesproken over de toepassingen en de exploitatie.

Begin 2020 is aan twee aspecten gewerkt. Daar een van de bronnen van het systeem een krachtige laser is, is een beschermingskast ontworpen, die het hele instrument kan omsluiten terwijl dat wordt bediend. Daarnaast vonden enkele metingen plaats aan een aantal referentiediffractieoosters. Er zijn verschillende test samples gemeten in verschillende operationele modi om de optische eigenschappen van objecten te karakteriseren zoals lenzen, tralies, apertuur diameter van lenzen en de topografie van verschillende samples. Daarnaast is er vooral gewerkt om de software om de scatterometer aan te sturen, te vereenvoudigen en te versnellen, teneinde vlotter nieuwe metingen te kunnen doen. Het is helaas niet gelukt om een peer-reviewed artikel over de scatterometer zelf te publiceren, dit zal in andere projecten met de scatterometer worden opgepakt. Vanwege de Covid-19 uitbraak is het project met 6 maanden verlengd tot november 2020. Het project is nu afgerond.

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 wordt een faciliteit voor radiantiemetingen ontwikkeld met een beoogde meetonzekerheid van 0,5 - 2% (golflengte-afhankelijk) voor een zeer breed golflengtegebied (270-2400 nm, WP1). 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% (WP2).

In WP1 is in samenwerking met TNO een casestudy uitgevoerd. Hierbij zou een breed-verstembare radiantiebron van TNO worden gekalibreerd, waarna deze zou worden ingezet voor het kalibreren van een satellietspectroradiometer van TNO (TROPOLITE). Vanwege het defect raken van de verstembare laser van TNO is de radiantiebron in 2019 opgebouwd bij VSL, op basis van een integrerende bol van TNO en de laser van VSL. Deze opstelling is door VSL gekalibreerd voor radiantie, waarna samen met TNO de metingen voor de casestudy met de TROPOLITE spectrometer zijn uitgevoerd. In de 1^e helft van 2020 is de data-analyse van de metingen uitgevoerd en het onzekerheidsbudget voor de aangeboden radiantie opgesteld. De onzekerheid varieert van 0.4%-0.7% over de range van de spectrometer (370 nm – 480 nm). De radiantieresponse van het TROPOLITE instrument is vastgesteld en deze is door TNO vergeleken met de traditionele kalibratiemethode op basis van een FEL-lamp met diffusor. De resultaten komen binnen de onzekerheid met elkaar overeen. Een artikel waarin de resultaten worden vastgelegd, is in november 2020 afgerond, het is nog niet gepubliceerd.

De radiantiebron, die binnen WP2 wordt ontwikkeld, bestaat uit een verstembare infraroodlaser en een integrerende bol met diverse add-ons. In 2019 is de integrerende bol ontworpen, extern geproduceerd en geleverd. De add-ons voor de bol (aperturen, houders voor detectoren en een element om 'laser speckle' tegen te gaan) zijn ontworpen en door ML (Mechatronicallab van VSL) vervaardigd. In de 1^e helft van 2020 is de opstelling opgebouwd. De 'despeckle'-methode is met zichtbaar licht getest en lijkt goed te werken. De detectoren zijn gemonteerd. Op dit moment wordt de opstelling verder getest. Het EMPIR-project is met een half jaar verlengd tot 1 maart 2021.

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. De collimator van de pomplaser is vervangen door een nieuwe collimator met minder verliezen waardoor er minder opwarming plaats vindt. Deze OPO bleek in de praktijk niet goed te werken en daarom zijn de metingen uitgevoerd met een aangepast versie van de bestaande OPO. Een draft paper over de meetresultaten is geschreven en naar project partner U3CM gestuurd.

De nieuwe FTIR is geleverd en geïnstalleerd (zie ook project "Metrologie voor stikstofdioxide", waar hetzelfde apparaat wordt ingezet). Er is een aantal testmetingen verricht. De ontvangen gasmengsels met CO, C₃H₈ en N₂O van de Spaanse projectpartner (CEM) zijn hiermee gemeten.

Numerieke modellering (CFD, Computational Fluid Dynamics) is uitgevoerd waarin de obstructie-effecten van een flow-sensor zijn gekwantificeerd. Gasstromingsmetingen met een S-Pitotbuis en met een L-Pitotbuis 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-Pitotbuis zijn vastgelegd in een afstudeerscriptie. De tweede meetreeks met een L-Pitotbuis heeft tot verdere inzichten aangaande de wand- en obstructie-effecten geleid. Een rapport met de onzekerheidsbijdrage voor wand- en obstructie effecten is afgerond. De resultaten van dit werk zijn gepresenteerd tijdens de Flomeko 2019 in Lissabon in juni 2019, door middel van een presentatie en een bijbehorend conference paper.

Uit de experimenten ter bestudering van 'swirl' in 2018 is gebleken dat het effect hiervan als functie van de afstand van de flowmeter tot de schoorsteeningang dominant is in de gemeten snelheden. De paper over de fout in het gemeten emissievolumedebiet ten gevolge van 'swirl' en het mogelijk reduceren ervan door middel van het gebruik van meerdere stromingssensoren, is gepubliceerd. Vanwege Covid-19 is het project met 6 maanden verlengd.

De link naar de projectwebsite is: <http://empir.npl.co.uk/impres/>. Het project is afgerond.

Elektromagnetische interferentie bij statische elektriciteitsmeters

Het project "Elektromagnetische interferentie bij statische elektriciteitsmeters" is in 2018 van start gegaan. Een belangrijke activiteit aan het begin van het project was het verwerven en meten van huishoudelijke apparatuur, teneinde potentieel verstorende golfvormen vast te stellen. Een dertigtal apparaten is inmiddels bij VSL doorgemeten, resulterend in meer dan honderd datasets. Papers hierover zijn gepresenteerd op de AMPS 2019 conferentie in Aken en de EMC Europe 2019 conferentie in Barcelona. Voor het testen van statische elektriciteitsmeters tegen de gevonden golfvormen is een testopstelling ontworpen, gerealiseerd en gevalideerd. De resultaten hiervan zijn eveneens gepresenteerd op de EMC Europe 2019 conferentie in Barcelona.

Er zijn intensieve contacten met stakeholders, zowel op nationaal als Europees niveau. Er is op zeer regelmatige basis contact met de chief stakeholder Netbeheer Nederland. Daarnaast is op Europees niveau samenwerking tot stand gebracht met ESMIG, de organisatie van de meterfabrikanten en met de CEN-CENELEC Coordination Group on Smart Meters, een TC-overstijgende groep specifiek voor de smart meter roll-out in Europa.

In 2020 is de testopstelling verder verfijnd. Met deze opstelling is een benchmarkmeter, ontworpen door UTwente, getest. Deze bleek nog niet bestand tegen alle eerder gebruikte testsignalen. VSL heeft zelf een eigen waveform recorder getest en daarbij de verschillende filtereffecten van de spannings- en stroomingangen gecompenseerd. Deze recorder blijkt, na compensatie, wel bestand tegen de testsignalen. Hierover is een peer-reviewed paper gepubliceerd in *IEEE TIM*. Verder wordt momenteel samengewerkt met UPC in Barcelona en UTwente aan artificiële testgolfvormen voor gebruik in standaarden, gebaseerd op de oorspronkelijke UTwente/VSL signalen en op veldmetingen van UPC en UTwente. Deze testgolfvormen zijn gebruikt in een serie metingen aan meters, die via de projectpartners uit de verschillende landen zijn verkregen.

De link naar de projectwebsite is: <http://empir.npl.co.uk/meteremi/>.

Verliesmetingen voor vermogenstransformatoren en reactoren

VSL is de coördinator van het EMPIR-project "TrafoLoss". In dit project wordt gewerkt aan metrologisch onderzoek naar nauwkeurigere en betrouwbaardere verliesmetingen van vermogens-

transformatoren en reactoren die gebruikt worden in het hoogspanningsnet. VSL is bezig met het verbeteren van het referentie meetsysteem dat eerder in het EMRP ELPOW-project is ontwikkeld, om de onzekerheid te verlagen tot 10-20 ppm niveau, zodat ook de nauwkeurigheid van industriële meetsystemen verder kan worden verlaagd. Het ontwerp voor het verbeterde systeem is in 2019 afgerond en in 2020 is goede voortgang geboekt in het maken en karakteriseren van de componenten van het verbeterde systeem.

Een belangrijk onderdeel van het verbeterde referentiesysteem zijn nieuwe stroomtransformatoren (CTs). In 2018 is een nieuwe stroomtransformator getest en er is een basisontwerp gemaakt. Dat ontwerp is in 2019 verbeterd en op basis daarvan is nieuw kernmateriaal besteld. Inmiddels is er een definitieve versie van de CT geconstrueerd. De eerste testmetingen laten een zeer goede nauwkeurigheid zien bij de hoogste stromen van beter dan 2 $\mu\text{A/A}$. Bij lagere ingangsstromen, beneden 20 % van het nominale bereik, neemt de afwijking echter toe tot uiteindelijk meer dan 10 $\mu\text{W/VA}$ bij 1 % van het nominale bereik. Er is een aangepast ontwerp gemaakt met extra afscherming en de daarvoor benodigde materialen zijn besteld. In 2021 zal een prototype conform het nieuwe ontwerp worden gemaakt, waarbij hopelijk duidelijk wordt dat de CT ook nauwkeurig is bij lage stromen.

Een tweede onderdeel van het verbeterde systeem is een power-samplingtechniek, die nauwkeurig is op het niveau van 10 $\mu\text{W/VA}$. In 2019 is een onzekerheid van beter dan 10 $\mu\text{W/VA}$ gerealiseerd. In 2020 is gewerkt aan een aantal punten, die nog verder onderzoek behoeft. Dit werk is deels uitgevoerd samen met een collega van JV, Noorwegen, die hiervoor een EMPIR "Researcher Mobility Grant" heeft verworven. De JV-collega heeft inmiddels zijn eerste 3 maanden bij VSL gewerkt van de 6 maanden, die in totaal gepland waren. Dit werk is wel beïnvloed door de COVID-19 situatie. De tweede periode van 3 maanden werk van de JV collega is doorgeschoven naar 2021 en wordt uitgevoerd zodra de COVID-19 omstandigheden het toelaten.

In 2019 is de nauwkeurigheid van het spanningskanaal van het verbeterde referentiesysteem uitgebreid geëvalueerd. Van deze evaluatie is een abstract geschreven die is gepresenteerd (webpresentatie) op de CPEM 2020 conferentie. Een full paper van dit werk is inmiddels geaccepteerd voor publicatie in IEEE Trans. Instrum. Meas.

Samen met de Chief Stakeholder van het project, ABB Zweden, is een opzet gemaakt voor onzekerheidsrekening van verliesmetingen aan reactoren. Ook is een concept "good practice guide" gemaakt voor betrouwbare verliesmeting aan vermogenstransformatoren en reactoren. Deze informatie wordt momenteel ook verwerkt in een bijdrage van VSL aan een CIGRÉ Technical Brochure over efficiëntie van vermogenstransformatoren (CIGRÉ WG A2.56).

De projectwebsite is operationeel (<http://www.trafoloss.eu>) en er is goede belangstelling van en interactie met stakeholders. In het bijzonder is er warme interesse vanuit de NEC TC14-38 en CENELEC TC14, die op halfjaarlijkse basis worden bijgepraat over de projectvorderingen, en vanuit de transformator fabrikanten Royal Smit Transformatoren en ABB Zweden.

Metrologie voor digitale onderstations

Het EMPIR project "Metrologie voor digitale onderstations" is in 2018 van start gegaan met als doel een metrologische infrastructuur op te zetten voor digitale instrumentatie, die gebruikt wordt in onderstations.

Voor 2020 staat als doel de referentie SAMU, die in 2019 is ontwikkeld, te testen en te kalibreren. Door verloop en opleiding van personeel heeft dit een vertraging opgelopen. De grootste uitdaging wordt de bepaling van de interne vertraging tussen de PPS-ingang en de analoge ingangen, waar een blokgolf met een sinus vergeleken moet worden. Voor het bepalen van de vertraging tussen de PPS en de analoge golfvorm wordt samen gewerkt met experts van tijd en frequentie. Uit deze samenwerking zijn een aantal nieuwe ideeën gekomen om dit probleem op te lossen.

Voor de distributed digitizer met metrologische nauwkeurigheid is in 2020 een ADC-board en een controller-board ontwikkeld en gebouwd in samenwerking met VTT (Finland). In 2020 is verder gewerkt aan de embedded software die nodig is om de digitizer goed te laten werken. Er kunnen eerste metingen gedaan worden. Voor het verder testen wordt nu een tweede digitizer gemaakt, waarna het mogelijk is om de fase tussen twee spanningen te bepalen.

De link naar de projectwebsite is: <https://projectsites.vtt.fi/sites/FutureGrid2/>

Betrouwbare metingen van supraharmonischen in het elektriciteitsnet

Dit EMPIR-project is in 2019 van start gegaan. Een van de belangrijkste hoofddoelen van het project is om een nieuwe meetmethodiek te ontwikkelen voor het meten van supraharmonische (2-150 kHz) emissie.

Om de huidige methodieken te kunnen vergelijken met de nog te ontwikkelen nieuwe meetmethodiek, is er in 2019 een ontwerp gemaakt van een labopstelling, die het mogelijk maakt om de supraharmonische (2-150 kHz) emissie van (huishoudelijke) apparatuur te meten. In 2020 is een selectie gemaakt voor de stroomsensoren en componenten voor de spanningsdelers. Ook is gewerkt aan de constructie van een artificiële netvoeding (Artificial Mains Network, AMN).

Er is, in samenwerking met partners, een definitieve lijst van sterk vervuilende apparatuur samengesteld die gebruikt gaat worden om de huidige meetmethodieken te kunnen vergelijken met nieuwe ontworpen meetmethodieken. De aanschaf van deze apparatuur is afgerond, alsmede de formulering van het te volgen testprotocol. De supraharmonische meting van geselecteerde apparaten is gedaan tot 9 kHz met het door VSL ontwikkelde testbed. Belangrijk is dat de apparatuur zo reproduceerbaar mogelijk wordt bedreven, omdat deze op verschillende testopstellingen (bij VSL en LNE) en in het veld zal worden gemeten.

In overleg met partners is besloten om de door VSL in het verleden ontwikkelde meetset te gebruiken voor metingen op locatie. Er zijn diverse aanpassingen aan deze meetset verricht om de meetset bruikbaar te maken voor dit type breedbandige metingen, met name aan de spanningsdelers.

De link naar de projectwebsite is: <http://empir.npl.co.uk/supraemi/>.

Herleidbaarheid voor hoogfrequente metingen aan planaire componenten en materialen

Het EMPIR-project "Herleidbaarheid voor hoogfrequente metingen aan planaire componenten en materialen" is in 2019 van start gegaan. Er is een referentiewafer ontworpen, met daarop diverse soorten kalibratie- en verificatiecomponenten, voor operationele geschiktheid tot 1,1 THz. Ook is een computergestuurde techniek ontwikkeld voor geautomatiseerd contacteren van planaire componenten. Dit zelflerende algoritme functioneert en ondersteunt het planaire probingstation van VSL. De eerste meetresultaten van dit algoritme zijn in een wetenschappelijk publicatie gepubliceerd. Een conceptueel ontwerp van het uiteindelijke probingstation is gemaakt op basis van het experimenteel gevalideerde functionele eisen. Dit wordt nu uitgewerkt in een definitieve set ontwerptekeningen voor fabricage.

Er is inmiddels ook een projectwebsite (<http://projects.lne.eu/jrp-temmt/>). Alle publicaties en experimentele data zijn open access en beschikbaar op deze website. De M18 projectpartners online meeting en de stakeholder workshop zijn gehouden op 20-21 oktober 2020. De doelstellingen van het project en de rapportage over de lopende technische werkzaamheden zijn daar gepresenteerd. Vanwege Covid-19 is het project met 3 maanden verlengd.

Radiotherapie in combinatie met hyperthermie

Hyperthermie (HT) in combinatie met radiotherapie (RT) is een methode om door temperatuurverhoging van het weefsel, de gevoeligheid van (tumor)cellen voor radiotherapie te verhogen. Belangrijk hierbij is dat de temperatuurverhoging beheersbaar en homogeen is en dat hyperthermie en radiotherapie bij voorkeur kort na elkaar, liefst simultaan, worden uitgevoerd. Conventionele hyperthermietechnieken zijn hiervoor niet optimaal. In het EMPIR-project "Radiotherapy Coupled with Hyperthermia" (RaCHy) wordt de metrologische basis ontwikkeld om nieuwe technieken een stap dichterbij klinische toepassing te brengen.

Een van de technieken, die onderzocht wordt, is gebaseerd op radioactieve magnetic nanoparticles (MNP), die door middel van elektromagnetische velden gebruikt kunnen worden om lokaal het weefsel te verwarmen. Deze methode maakt het in potentie mogelijk om tegelijkertijd de straling af te geven en het weefsel te verwarmen. De belangrijkste eigenschappen voor de effectiviteit van deze MNPs zijn deeltjesconcentratie, afmetingen en de dosisverhoging in een gebied rondom een MNP met een diameter van 1 micrometer. VSL onderzoekt in dit project dosimetrische en

dimensionele meetmethodes, die nodig zijn voor de bepaling van deze eigenschappen van de radioactieve MNPs.

De MNPs zijn gemeten met een AFM, de eerste resultaten wijzen dat het nu niet mogelijk is om de dimensies goed te bepalen. Besloten is om meer aandacht te geven aan het bepalen van de onzekerheid in de lokale dosis. Hiervoor is een Monte Carlo model ontwikkeld. Vanwege Covid-19 is het project met 6 maanden verlengd.

De link naar de projectwebsite is: <https://rachy-project.eu/>.

Primaire standaard en herleidbaarheid van elektronische brachytherapie-apparatuur

Elektronische brachytherapie (eBT) richt zich op het bestralen van tumoren met röntgenstralen van dichtbij en heeft potentiële voordelen ten opzichte van conventionele radiotherapie. De beschikbare systemen hebben echter unieke kalibratiemethoden, meestal indirect en met onzekerheden groter dan klinisch acceptabel. Dit betekent dat behandelplannen niet eenvoudig kunnen worden aangepast van het ene eBT systeem naar het andere, wat de voortgang van andere therapie in de klinische praktijk belemmert.

Het resultaat zal een geharmoniseerde kalibratieservice zijn, plus kalibratienormen voor onafhankelijke en traceerbare verificatie van dosimetrie, voor zowel nieuwe systemen als voor kwaliteitsborging van bestaande apparatuur. Vergelijkbaarheid, ondersteund door de allereerste normen, zal het klinische vertrouwen verbeteren en, aangezien de behandelingskosten lager zijn dan voor conventionele radiotherapie, kan een verhoogde opname de kosten voor de Europese gezondheidsstelsels verminderen.

Hierbij zal specifiek VSL zich richten op het framework voor herleidbaarheid van oppervlakkige bestralingsmethoden. Realisatie van dosimetrische herleidbaarheid voor oppervlakkige eBT bestralingen, in lijn met dosimetrie-richtlijnen (normen) voor het meten van geabsorbeerde dosis in water (IAEA TRS-398, NCS-10, DIN 6809-4 en IPEMB). Onderdeel hiervan is bepalen van de dosis op de huid (70 μm) en het uitvoeren van metingen voor de conversie van dosis aan het oppervlak (70 μm) naar de dosis op 1 cm diepte.

Het project is op 1 juli 2019 gestart. Een evaluatie van de kalibratiemethode op basis van het protocol NCS-10 (NCS = Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie) is uitgevoerd. Het project is in 2020 vertraagd geraakt, omdat er een uitbreiding van de ANVS-vergunning (Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming) nodig was, voordat er metingen uitgevoerd mochten worden. Deze vergunning liet langer op zich wachten dan verwacht. Daaropvolgend was het lab niet toegankelijk vanwege de corona-uitbraak.

In 2020 is de Elekta Esteya in het kader van het project in bruikleen geleverd aan VSL. Spectrometrie heeft plaatsgevonden aan dit systeem. Op basis van berekend spectra van de Xoif Axxent en de Zeiss INTRABMEAM zijn alle bundels gematcht in de VSL röntgenfaciliteit. Hierop zullen begin 2021 een tweetal ionisatiekamers gekalibreerd worden. Verder is er een principeontwerp vastgesteld van een waterfantom voor metingen met film aan het oppervlak en op 1 cm diepte. Dit fantoom zal in 2021 gerealiseerd worden.

De link naar de projectwebsite is: <http://www.ebt-empir.eu>.

Metrologie voor extracellulaire deeltjes

Extracellulaire deeltjes (EVs) zijn nanodeeltjes uit lichaamsvloeistoffen, die klinisch relevante informatie bevatten. Om de concentratie en oorsprong (aan de hand van grootte, grootteverdeling, fluorescentie, etc.) van deze deeltjes te kunnen vaststellen, dient de gebruikte meetapparatuur gekalibreerd en de meetmethodiek gevalideerd te zijn. In dit project zal daarvoor referentiemateriaal worden ontwikkeld en meetmethodieken om dit te kunnen karakteriseren. Verder wordt er biologisch referentiemateriaal beschikbaar gemaakt voor een vergelijking van metingen van klinische laboratoria na uitvoering van de kalibratieprocedure met het ontwikkelde, herleidbare referentiemateriaal.

VSL zal een metrologische flowcytometer ontwikkelen. Deze metrologische flowcytometer kan vervolgens worden gebruikt ter karakterisering van EV-(referentie)materiaal en ter vergelijking en

validatie van klinische metingen. De flowcytometer zal worden voorzien van een vloeistofcel met hydrodynamische focussing van een gravimetrisch gecontroleerde sample-vloeistof. De deeltjes in de vloeistof worden één voor één door een gefocuste lichtbundel gestuurd, waarna het verstrooide lichtprofiel kan worden gebruikt om de grootte en de brekingsindex van het deeltje te bepalen. Bovendien wordt in het geval dat de deeltjes voorzien zijn van fluorescerende labels, de fluorescentie-intensiteit bepaald met behulp van een toevoeging van een microRaman-arm aan de opstelling.

De analysesoftware wordt momenteel ontwikkeld en aangepast aan de huidige ontwerpkeuzes betreffende de belichting en uitgebreid voor meerlaagse deeltjes. Na het afronden van een optimalisatiestudie, zal de belichting zodanig worden gekozen dat de grootte en brekingsindex van de EVs uniek kan worden bepaald.

Verder is in 2020 de brekingsindexmeetfaciliteit uitgebreid met een flow-through vloeistofcel en geautomatiseerde filters. Naast het meten van vloeistoffen gebruikt in biologische laboratoria zal ook gekeken worden naar de brekingsindex van de referentiedeeltjes d.m.v. brekingsindex matching. VSL voert samen met het AMC de coördinatie van dit project. Er is een kick-off vergadering georganiseerd bij VSL, projectmeetings in Budapest en online, het datamanagementplan is opgesteld en een stakeholdercommissie is opgericht. Ook is inmiddels de eerste rapportage verzorgd en geaccepteerd en zijn de eerste artikelen verschenen.

De link naar de projectwebsite is: <http://www.metves.eu/>.

'Non-uniqueness' van de ITS-90

Het EMPIR project "Realizing the redefined Kelvin (ReaK)" is van per 1 september 2019 van start gegaan. Het doel van het project is om de implementatie van de herdefinitie van de Kelvin te begeleiden voor de industrie. Hierdoor wordt het gemakkelijker om de in-situ herleidbaarheid te realiseren in toepassingen zoals monitoring op afstand in productieprocessen en de nucleaire energie sector. Daar deze transitie waarschijnlijk jaren in beslag gaat duren, wordt ook onderzocht hoe de ITS-90 schaal kan worden verbeterd.

VSL heeft nog wel de weerstandsrationdata van de EURAMET.T-K9 pilots' SPRTs (10 SPRTs in totaal) verzameld en de 9M-rapportage uitgevoerd, maar vanwege de grote hoeveelheid werk om het Temperatuurlab weer op te starten en de RvA-scope te hernemen (na ruim 2 jaar gesloten te zijn geweest, vanwege klachten over de luchtkwaliteit), alsmede het vertrek van de betrokken onderzoeker, is besloten het hernemen van de scope absolute prioriteit te geven en niet langer deel te nemen aan dit project. Alle werkzaamheden en het werkpakketleiderschap zijn overgedragen aan verschillende projectpartners.

Nieuwe tijdsignalen voor (sub)ps-tijdintervalmetingen

Het EMPIR project "Nieuwe tijdsignalen voor (sub)ps-tijdintervalmetingen" is in 2019 van start gegaan. De hoofdtak van VSL in dit project is het bouwen van een nieuw digitaal modem voor tijd- en frequentie-overdracht. De selectie van het hardware platform is voltooid. Zowel de hardware- als software-onderdelen van het platform zijn gebouwd en getest.

De belangrijkste activiteiten die in 2020 zijn afgerond zijn de volgende. Een USRP-ontwikkelomgeving (Universal Software Radio Peripheral) voor transceivers voor tijdoverdracht is opgezet. De procedures voor het opzetten van het USRP-platform zijn samengevat als een rapport, waarnaar kan worden verwezen als een praktijkgids. Op basis van het USRP-platform heeft VSL softwareprogramma's ontwikkeld in C++ voor PRN-codemodulatie (Pseudorandom Noise) en demodulatie en de programma's getest in het frequentiebereik van de basisband. Daarnaast hebben we het onderzoek naar de architectuur van RFNoC-blokken (Radiofrequency Network on Chip) van de Software Defined Radio (SDR) transceiver afgerond. Samen met de projectpartners wordt gewerkt aan de ontwikkeling van RFNoC-blokken voor nauwkeurige tijdoverdracht en realtime signaalverwerking.

Alle publicaties en experimentele data zijn open access en beschikbaar op deze website. De M9 projectpartners meeting is gehouden op 23 maart 2020 in de vorm van een online-vergadering. De doelstellingen van het project en de rapportage over de lopende technische werkzaamheden zijn daar gepresenteerd. De M18 projectpartners meeting is gehouden op 10 en 12 november 2020 in

de vorm van een online-vergadering. VSL heeft daar het nieuwste, moderne ontwikkelingswerk gepresenteerd samen met de toekomstige werkzaamheden. Een stakeholder workshop was volledig geregeld, maar moest worden geannuleerd vanwege de covid-19-pandemie. In de eerste week van februari 2021 is een nieuwe stakeholder workshop gepland.

De link naar de projectwebsite is <http://empir.npl.co.uk/tifoon/>.

Debietmetingen voor 'groene' gassen en gasmengsels in het gasnet

Het EMPIR-project "Debietmetingen voor 'groene' gassen en gasmengsels in het gasnet" is op 1 juni 2019 van start gegaan. De voortgangsmeting heeft plaatsgevonden in maart 2020 en de 18 maanden meeting in november 2020. Binnen de expertgroep zijn de eerste evaluaties van de normen bij het gebruik van hernieuwbare gassen verricht en de eerste aanbevelingsrapporten zijn samengesteld. Deze zijn vervolgens aan de CEN/TC237 werkgroepen verstuurd en er heeft communicatie plaatsgevonden over hoe de aanbevelingen gebruikt kunnen worden om de normen van toepassing te laten zijn op het gebruik van hernieuwbare gassen. Met de groep van belanghebbenden, waaronder o.a. gasnetbeheerders en meterfabrikanten, is deze manier van informatie-uitwisseling overeengekomen.

De experimentele opstellingen voor de duurzaamheidstesten van gasmeters met biogas en waterstof zijn in samenwerking met projectpartners gerealiseerd en de duurzaamheidstesten zijn gestart. Afhankelijk van het type opstelling zijn er vertragingen opgetreden als direct gevolg van COVID-19 maatregelen. Echter, de maximale vertraging bedraagt vier maanden, deze kan binnen het project-tijdspad opgevangen worden. De eerste (her)kalibratieresultaten van gasmeters na blootstelling aan hernieuwbare gassen, zijn beschikbaar. Samen met de oplevering van de projectdeliverables door projectpartners vanuit werkpakket 1 levert dit de eerste inzichten op over het effect van waterstof op gasmeters in het huishoudelijk debiet (tot dusverre diafragma meters).

De hoge-drukstandaard is technisch gereed gemaakt voor nauwkeurigheidstesten van een rotormeter bij een gasstroom van waterstof (en mengsels met aardgas). De technische aanpassingen hadden met name betrekking op de explosieveiligheid van de hoge-druk standaard bij het gebruik van waterstof (en mengsels met aardgas). Het testprotocol voor de nauwkeurigheidstesten is in samenspraak met gas meter fabrikanten opgesteld zodat de relevantie van de nauwkeurigheidstesten maximaal is. In samenwerking met projectpartners is er een transferstandaard vervaardigd en een testprotocol opgesteld voor het ringvergelijk voor huishoudelijk debiet gasstroom van hernieuwbare gassen.

De projectwebsite (<https://www.newgasmeter.eu>) is operationeel en tevens is er een LinkedIn-pagina (<https://www.linkedin.com/groups/13740173/>) ten behoeve van het project in het leven geroepen. Op de projectwebsite zijn nieuws-updates gegeven.

Metrologie voor herleidbare kwikmetingen

Binnen verschillende EMRP- en EMPIR-projecten ("PartEmission" (2010 – 2013), "MeTra" (2013 – 2016) en "MercOx" (2016 – 2020, zie hoofdstuk 9)) is de metrologische herleidbaarheid voor gasvormig kwik naar de SI-eenheden vastgelegd, voor zowel elementair kwik als geoxideerd kwik. Ondanks deze ontwikkelingen zijn er op dit moment geen gestandaardiseerde procedures die ervoor zorgen dat kwikmetingen herleidbaar zijn bij kalibratie- en testlaboratoria, instrumentleveranciers, meetnetwerken voor atmosferische lucht en de industrie zoals; kolencentrales, afvalverbrandingsinstallaties en cement producenten. Het project streeft ernaar om wetenschappelijk verantwoorde certificeringsprocedures voor elementair en geoxideerd kwik gasgeneratoren te ontwikkelen en valideren.

Het project is 1 oktober 2020 van start gegaan en er is een begin gemaakt met het ontwikkelen van de certificeringsprocedure voor kwik gasgeneratoren. Hiervoor is onderzoek gedaan naar de eigenschappen van bestaande kwik gasgeneratoren en zijn onzekerheidsbudgetten opgezet voor de kwikconcentraties die gegenereerd kunnen worden met de kwik gasgeneratoren. VSL is coördinator van dit project en heeft de kick-off meeting georganiseerd en de eerste versie van het Data Management Plan geschreven.

Metrologie voor klimaatrelevante VOCs

Het project is gestart in juni 2020 en richt zich op de ontwikkeling van een meetmethode voor het bepalen van het verlies van OVOC-samenstelling (alcohol) door adsorptie na bereiding van lage concentraties (1000 – 100 nmol/mol) gasmengsels in cilinders.

Samen met de andere projectpartners is er een selectie van VOCs gemaakt voor de validatie van analytische methoden. Er zijn aanpassingen gedaan aan de GC-FID (nieuwe kolommen en koude trap) en er is een nieuwe methode ontwikkeld die leidt tot een verbeterde meting van de lastige componenten: methanol, ethanol en acetaldehyde. Methanol isotopen (¹³C-methanol en ¹²C-methanol) zijn aangekocht en mengsels zijn bereid op hoge fractie en gemeten met 3 verschillende spectroscopische technieken (FTIR, CRDS en directe absorptie spectroscopie).

De projectwebsite is inmiddels online en VSL heeft een stuk geschreven voor het blog. De link naar de projectwebsite is: <http://www.metclimvoc.eu/blog>.

Metrologie voor isotooanalyses

Het EMPIR project 19ENV05 STELLAR is op 1 september 2020 van start gegaan met een virtuele kick-off meeting georganiseerd door NPL. Er is begonnen met de inventarisatie van de isotoopverhoudingen van de beschikbare pure methaanbronnen. Op basis hiervan zal een keuze worden gemaakt voor de aanschaf van methaan om de gewenste δ -ranges voor ¹³C-CH₄ en ²H-CH₄ te produceren.

De onderdelen om de Cavity Ringdown Spectrometer geschikt te maken voor het meten van de diverse isotopen, zijn besteld en geleverd. De detector bleek defect en is teruggestuurd naar de leverancier.

De link naar de projectwebsite is: <http://empir.npl.co.uk/stellarproject>.

Metrologie voor energietransport (incl. Lighting Impuls, DC Grids en EV Charging)

Het EMPIR project “Metrologie voor energietransport ” is 1 juni 2020 van start gegaan. VSL werkt aan twee onderdelen binnen dit project. De belangrijkste doelen in dit project voor VSL zijn het realiseren van een LI-faciliteit en het ontwikkelen van een methode voor de bepaling van lineariteit van hoogspanningsdelers met een nauwkeurigheid beter dan 500 ppm.

Voor het realiseren van een LI-faciliteit met een bereik van minimaal 300 kV en onzekerheid van 1 % is uitgebreid literatuuronderzoek gedaan en gesproken met andere meetinstituten die al een dergelijke faciliteit hebben. Op basis van al deze informatie is een systeem samengesteld dat 600 kV meetrange heeft, met de beoogde meetnauwkeurigheid. De componenten van de opstelling zijn eind 2020 besteld.

Voor het nauwkeurig meten van extreem hoge wisselspanningen (tot 800 kV) moet de spanningsafhankelijkheid van onderdelen worden bepaald. Het meten van dit soort spanningen wordt voornamelijk gedaan met hoogspanning (HV) gascondensatoren. In het project worden twee paden gevolgd om de spanningsafhankelijkheid beter te kunnen bepalen: nieuwe karakterisatietechnieken voor de HV condensatoren en een veld-meettechniek waar het elektrisch veld wordt gemeten met een veldsensor. Met de veldsensor zou de lineariteit van hoogspanningsdelers met een nauwkeurigheid beter dan 500 ppm gehaald moeten kunnen worden. Dit is ruim voldoende om in de behoefte van de industrie te kunnen voorzien. VSL is werkpakketleider van dit onderdeel.

De link naar de voorlopige projectwebsite is: <https://www.euramet.org/research-innovation/search-research-projects/details/project/metrology-for-future-energy-transmission/>

Meettransformatoren voor power quality metingen

Het EMPIR project “Meettransformatoren voor power quality metingen” is gestart op 1 augustus 2020. VSL is werkpakketleider van WP1 binnen het EMPIR project, waarin de eisen aan de meettransformatoren bij hogere frequenties (tot 5 kHz) worden vastgesteld. De hoofdtak van VSL binnen het project is echter het ontwikkelen van een meetopstelling voor de on-site kalibratie van

PQ-meettransformatoren. De VSL inbreng concentreert zich daarbij op de uitlezing van de output van de transformatoren met behulp van een comparator.

In 2020 is een start gemaakt met het ontwerp van een breedbandige comparator gebaseerd op twee gesynchroniseerde digitizers. Verder werk is doorgeschoven naar 2021 i.v.m. krapte in de bezetting. Daarnaast is samen met INRIM en Universiteit van Campania literatuuronderzoek gedaan ter bepaling van indicatoren en onzekerheidslimieten voor het evalueren van de nauwkeurigheid van PQ-meettransformatoren.

De link naar de voorlopige website is: <https://www.euramet.org/research-innovation/search-research-projects/details/project/measurement-methods-and-test-procedures-for-assessing-accuracy-of-instrument-transformers-for-power/>

Metrologie voor nanowire energy harvesting devices

Dit project is 1 september 2020 gestart. Energieopwekking d.m.v. duurzame bronnen (zon en beweging) vormt een oplossing voor het creëren van kleine hoeveelheden energie voor toepassingen die moeilijk bereikbaar zijn. Systemen gebaseerd op nanowires hebben bemoedigende voortgang geboekt, maar de metrologische karakterisatie van de nanometercomponenten samen met de grote oppervlakken zijn uitdagend. Hoewel het globale gedrag kan worden gemeten, mist de correlatie met de eigenschappen van de individuele nanowires. Het project is erop gericht om metrologie te ontwikkelen voor kwaliteitsmanagement van nanowire energieopwekkingssystemen.

De project kick-off meeting is gehouden. Er is in 2020 gestart met ontwikkelen van analysetools voor de evaluatie van meetdata en met het uitbreiden van reconstructiesoftware voor nanostructuren, gemeten met scatterometrie.

De website voor het project is gelanceerd: <https://www.ptb.de/empir2020/nanowires/home>.

Metrologie voor remote sensing van optische eigenschappen van aerosolen

Het EMPIR-project "Metrology for Aerosol Properties" is op 1 september 2020 gestart. Het voornaamste doel van het project is de ontwikkeling van laboratorium- en kalibratiemethoden op locatie voor lineariteit, field of view (FOV) en spectrale irradiantierespons van arrayspectroradiometers in het golflengtebereik van 310 nm tot 1700 nm.

VSL levert voor dit project zijn verstembare laserarrayspectroradiometerkalibratiefaciliteit om metingen uit te voeren aan SKYNET radiometers. De voornaamste parameters die worden gemeten zijn bandpass functie, spectrale radiantie responsiviteit en polarisatie gevoeligheid. VSL is ook betrokken bij het opstellen van een model voor de onzekerheidsbepaling van AOD van end-users instrument van de netwerken AERONET en GAW-PFR (Global atmospheric Watch – Precision Filter Radiometer).

De online kick-off vergaderingen voor de werkpakketten 1 en 3 hebben plaatsgevonden in september 2020 en in januari 2021. Er zijn al vertragingen in het project opgelopen door de Covid-maatregelen. Vanwege het vertrek van de betrokken onderzoeker is ook bij VSL het project vertraagd (er is overigens een opvolgster aangetrokken). De eerste radiometer zal naar VSL komen in februari 2021. De integrerende bol is uitgewisseld en de testkalibraties zijn uitgevoerd.

De link naar de projectwebsite is: <https://www.pmodwrc.ch/en/MAPP/>

Metrologie voor Portable Emission Measurement Systems (PEMS)

Eerste meetings i.v.m. de projectlancering hebben plaatsgevonden en de expertgroep ten aanzien van de PEMS-EFM (EFM = Exhaust Flow Meter) is opgericht. Twee hoge concentratie NO₂-mengsels (500 ppm en 2000 ppm) in N₂ zijn bereid. Deze zijn vervolgens gebruikt voor de spectroscopie-studie waarin onzuiverheden zoals N₂O₄ en HNO₃ worden geïdentificeerd en gekwantificeerd.

De literatuurstudie ter bestudering van onzekerheidsbronnen van de PEMS-EFM en de eerste labtesten met de PEMS-EFM zijn gestart. De investering in een geschikte flowtransferstandaard voor dynamisch stromingsgedrag is niet gedaan doordat het zinnig selecteren hiervan afhankelijk is van studieresultaten in 2021. Het beoogde projectresultaat zal hier niet onder leiden.

De projectwebsite is inmiddels gelanceerd: <https://www.metropems.ptb.de/home/>. Een eerste stakeholder workshop heeft in december 2020 plaatsgevonden. PEMS-fabrikanten, vertegenwoordigers van standaardisatiecommissies en PEMS-eindgebruikers hebben hieraan deelgenomen.

Uitbreiding zwavelcomponenten in methaan en waterstof

Dit kortlopende project is halverwege 2020 toegevoegd. Zwavelcomponenten vormen een kritische verontreiniging van brandstoffen zoals aardgas, biogas en biomethaan, vanwege het toxische karakter, de kwalijke reuk en de corrosiviteit van de verbrandingsproducten. De eisen voor zwavelhoudende verontreinigingen worden steeds scherper, daarmee is de vraag naar lagere concentraties en meer componenten ontstaan.

In september is gestart met de aanmaak van een set mengsels in de range 1-10 ppm waar ook de nieuwe componenten DMDS, DES en THT (dimethyldisulfide, diethylsulfide en tetrahydrothiofeen) aan zijn toegevoegd. Er is gekozen om eerst de mengsels te maken en te meten en in een later stadium (2021) de zuiverheidsanalyse van de pure componenten uit te voeren. Die resultaten kunnen daarna met terugwerkende kracht worden ingevoerd.

De methode op de GC-SCD is geoptimaliseerd en de eerste meetseries zijn uitgevoerd. Hierbij bleek in één van de hoge concentratie voormengsels een onverwachte chemische reactie te hebben plaatsgevonden tussen ethylmercaptaan en DMDS, waarschijnlijk gekatalyseerd door een slechte cilinderwandbehandeling. Hierdoor moest dit voormengsel en alle daaruit gemaakte verdunningen opnieuw worden gemaakt. Door deze extra inspanning schuift het werk aan H₂S in waterstof grotendeels door naar 2021.

Optische netwerkverbindingen voor TF-disseminatie

Dit is een kortlopend project dat in de tweede helft van 2020 is toegevoegd. Het doel van dit project is om voor de dienstverlening van TF-signalen via glasvezel een uniforme infrastructuur op te zetten, zodat apparatuur op afstand gemonitord en gemanaged kan worden en dat meetdata vrijwel real-time met de klant uitgewisseld kunnen worden. E.e.a. moet zodanig worden ingericht dat informatie veilig kan worden uitgewisseld en ook zodanig dat aangesloten klanten geen toegang hebben tot elkaars data en apparatuur.

In 2020 is in overleg met OGD (ICT provider van VSL) en aansluitende partijen, SURF en OPNT, een architectuur ontworpen die voldoet aan de gestelde eisen. De benodigde apparatuur (firewall/router) is aangeschaft. Ook is er een start gemaakt met de ontwikkeling van software voor automatische data-uitwisseling.

SBO Basisbeheer en Beheerontwikkeling

Chemie

Het jaar 2020 verliep grotendeels volgens verwachting. Ondanks de coronamaatregelen is het labwerk doorgegaan en kan er via thuiswerken “gewoon” worden doorgewerkt. De orderintake is naar wens verlopen en past bij de personele capaciteit van de groep. Het zwangerschapsverlof van twee collega's heeft wat druk gezet op de capaciteit, maar de groep was groot genoeg om dit op te vangen.

Dit jaar zouden er volgens planning vijf EMPIR-projecten aflopen en zouden er drie nieuwe van start gaan. Het zwaartepunt van dit werk ligt normaliter in mei/juni. Echter, als gevolg van Covid-19, zijn de diverse lopende projecten met 3, 4 of 6 maanden verlengd. Binnen de groep is ernaar gestreefd om de inhoudelijke werkzaamheden zoveel mogelijk volgens oorspronkelijk schema af te ronden, om daarna met minder druk de EMPIR-rapportageperiode in te kunnen gaan. Dit is in hoofdlijnen goed gelukt. Inmiddels is binnen het Researchprogramma het Climate VOC project gestart, gevolgd door Stellar (isotoopmetingen) en SI-Hg (herleidbare kwikmetingen). In de EMPIR 2020 calls zijn uiteindelijk 3 van de 4 chemieprojecten gehonoreerd, die in de tweede helft van 2021 zullen starten.

Het beheer is naar wens verlopen, waarbij ook de doorgeschoven rapportages uit 2019 zijn afgerond. Daarnaast is het beheer dit jaar wat meer verspreid zodat de december en januari drukte wat geminderd is. Extra inspanningen zijn gedaan in het beheer van NOx en VOC mengsels en er is een opschoonactie geweest in het cilinderbestand.

De verbeterprojecten zijn grotendeels in de tweede helft van het jaar uitgevoerd. Voor de FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) kon het werk niet voldoende worden uitgevoerd, vanwege het gebrekkig nakomen van leveringsafspraken door de leverancier van de meetcellen, bij de andere onderdelen was het met name een kwestie van prioritering. De wetenschappelijke output is gepubliceerd in o.a. vijf publicaties met VSL-medewerkers als hoofdauteur en zeven bijdragen in publicaties als co-auteur.

Bij de Key Comparisons nadert de K118 (aardgas en waterstof-verrijkt aardgas) haar afronding. Er is extra tijd besteed aan het verwerken van de meetdata en het rapporteren van de onzekerheid. Daar staat tegenover dat de samenwerking met NIST en NPL voor bilaterale comparisons vrijwel stil is komen te liggen, vanwege de lockdowns in de VS en de UK.

Internationaal is deelgenomen aan verschillende metrologie- en standaardisatievergaderingen. Als gevolg van de coronamaatregelen is een aantal vergaderingen middels video-conferencing bijgewoond. De (VSL-)voorzitter van het EMN voor Energiegassen heeft de rol van metrologie in de energietransitie mogen presenteren aan het Europees Parlement in Brussel ter gelegenheid van de 11^e Innovation Summit.

Elektriciteit

DC en Laagfrequent

Het standaardbeheer bij DCLF is volgens plan verlopen. Vanwege het vertrek van een aantal collega's zijn enkele beheertaken overgedragen aan nieuwe medewerkers. Deze overdracht heeft in goed overleg plaatsgevonden en alle faciliteiten zijn op dit moment toebedeeld aan een of meer medewerkers. Wel is er sprake van onderbezetting van de groep als geheel.

Bij het ontwikkelproject Automatisering is een begin gemaakt met de modernisering van de software voor AC/DC. Daarnaast is er gewerkt aan de verbeterprojecten op het gebied van de sampling LCR-meter voor inductiemetingen en de verbeterde CT-opstelling. Vanwege de onderbezetting bij de groep konden deze niet geheel worden voltooid. Het resterende werk zal in 2021 worden opgepakt. Het meerjarige ontwikkelproject Pulse-Driven Josephson heeft vertraging opgelopen, vanwege de beschadiging van het JAWS-array door statische elektriciteit. Het array is teruggestuurd naar NIST om te kijken of de functionaliteit van het array gedeeltelijk hersteld kan worden, maar vanwege langdurige sluiting van het laboratorium van NIST als gevolg van de coronamaatregelen is daar nog geen nieuws over.

Het EMPIR Joint Network Project "Europees Metrologie Netwerk op het gebied van Slimme Elektriciteitsnetwerken" dat vorig jaar van start is gegaan, heeft in 2020 een eerste Strategische Research Agenda (SRA) opgeleverd. Er is ook een stakeholder enquête voorbereid om feedback te vragen op de SRA, die begin 2021 zal worden gelanceerd. Daarnaast is het ontwerp voor een EMN website in vergevorderd stadium, is er gebouwd aan strategische relaties met diverse stakeholders, waaronder standardisatiecommissies en is een inventarisatie van faciliteiten, diensten en toepassingsgebieden gedaan en een inventarisatie van kennisoverdracht- en trainingsmogelijkheden geproduceerd. Bij al deze activiteiten heeft VSL als trekker van het EMN een belangrijke ondersteunende rol gespeeld. Daarnaast heeft VSL het voortouw genomen bij de profilering van het EMN, met als hoogtepunt een geslaagd lunchevent voor het Europees Parlement op het gebied van metrologie voor de energietransitie, in samenwerking met het EMN Energy Gases en stakeholders van de Noorse netbeheerder Statnett en Air Liquide (11^e Innovation Summit, zie ook onder Chemie).

In samenwerking met Chemie is een succesvol EMPIR voorstel ingediend voor een joint Network project om een aanvullend EMN op te zetten op het gebied van Clean Energy. Dit project zal medio 2021 van start gaan.

Over de behaalde resultaten in drie eerder afgeronde EMPIR-projecten, het Smart Grids project, het HVDC-project en het ROCOF-project, zijn er afgelopen jaar 5 publicaties verschenen:

- R. Adams, G. Rietveld, M. Albu, G. Borloo, D. Calpetta, A. Ortega, J. Widmer, A. Verissimo, J. Bergara, "Improved metering systems for billing purposes in substations", *Elektra* 308, pp. 104 – 109 (2020). En de bijbehorende CIGRÉ Technical Brochure 789, <https://e-cigre.org/publication/789-improved-metering-systems-for-billing-purposes-in-substations>
- Gert Rietveld, Martin Fransen, Nicolas V.F. Blanc, and Eddy So, "Design and Testing of a Reference Setup for On-Site Power Measurements in High-Voltage Grids," *Proceedings of the 2019 IEEE 10th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS)*, Aachen, Germany, pp. 18-22 (2019). DOI: [10.1109/AMPS.2019.8897788](https://doi.org/10.1109/AMPS.2019.8897788)
- Anders Bergman and Gert Rietveld, "*Feasibility of direct measurement of HVDC converter station loss*", *CIGRE Science & Engineering (CSE)*, CSE015, pp. 85 – 93 (2019) <http://ri.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1374357>.
- Gert Rietveld, Paul Wright, and Andrew Roscoe, "Reliable Rate of Change of Frequency (ROCOF) Measurements: Use Cases and Test Conditions," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 69, No. 9, pp. 6657 – 6666 (2020). DOI: [10.1109/TIM.2020.2986069](https://doi.org/10.1109/TIM.2020.2986069)
Gert Rietveld, Paul Wright, and Andrew Roscoe, "Requirements and Test Conditions for Reliable Rate-of-Change-of-Frequency Measurements," *Proceedings of the 2019 IEEE 10th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS)*, Aachen, Germany, pp. 153-158 (2019). DOI: [10.1109/AMPS.2019.8897789](https://doi.org/10.1109/AMPS.2019.8897789).

Hoogfrequent

Het standaardbeheer bij HF is succesvol uitgevoerd. Wegens het vertrek van de vaste beheerder op het gebied van HF-vermogen naar een andere functie binnen VSL, is begonnen met het inwerken van een nieuwe medewerker in dit vakgebied. Deze heeft VSL inmiddels verlaten. De eerste wetenschapper van HF heeft dit beheer nu tijdelijk op zich genomen, totdat een nieuwe metroloog wordt aangetrokken om dit over te nemen. Er is binnen HF wel een nieuwe wetenschapper begonnen, die zich voortvarend heeft ingewerkt op het gebied van beheer voor S-parameter kalibraties.

Op ontwikkelingsgebied lag bij HF de focus op het EMPIR SIP-project "Meetsoftware voor herleidbare S-parametermetingen". Hiervan is begin 2020 de definitieve versie opgeleverd. Twee stakeholders (DARE!! en Trescal) hebben een online introductietraining gekregen in de mogelijkheden van de ontwikkelde software. De technische aspecten van de software zijn in een online webinar gepresenteerd aan een groep internationale stakeholders, waaronder experts van collega meetinstituten zoals NPL en METAS. Het project is eind mei 2020 succesvol afgesloten. Het verbeterproject "HF-verzwakking" is uitgesteld naar 2021 wegens het vertrek van de collega, die HF-vermogen zou gaan doen. Een nieuwe collega is inmiddels ingewerkt.

Ioniserende straling

Het beheer van de faciliteiten onder SBO-beheer is uitgevoerd. De röntgenbuis vertoonde een defect in de range extender, waardoor niet meer met maximale buisoutput gemeten kon worden. Dit defect is gedeeltelijk gerepareerd, waarna de spectrometrische metingen zijn uitgevoerd. Verder zijn de secundaire standaarden gekalibreerd op verschillende röntgenkwaliteiten. De stabiliteit van de Vintenputkamer, de secundaire standaard voor N_{RAKR} (kalibratiefactor voor Reference Air Kerma Rate) is gecontroleerd t.b.v. LDR-brachytherapiekalibraties (Low Dose Rate). Verschillende beheer- en werkinstructies zijn bijgewerkt.

VSL heeft een start gemaakt met het EMPIR-project "Herleidbare dosimetrie voor kleine velden in MR geleide radiotherapie (MRgRT-dos)" en heeft hierin ook een coördinerende taak. Tevens draagt VSL bij aan het ontwikkelen van een Europees netwerk voor het medisch gebruik van ioniserende straling (MIRA), helaas is dit project met een aantal maanden vertraagd. Deze beide projecten zijn onderdeel van het VWS-werkplan.

VSL speelt een rol in verschillende nationale en internationale commissies en werkgroepen, waaronder de NEN-commissie voor radioactiviteitsmetingen, verscheidende NCS-commissies en werkgroepen en de Euramet TC-IR.

De rapportage en analyse van de vergelijking BIPM.RI(I)-K8 (Reference Air Kerma Rate voor HDR (High Dose Rate) Ir-192 Brachytherapy) zijn opgestuurd. De key comparisons voor ^{125}I LDR en X-ray 20 kV-100 kV zijn nog niet gestart.

Massa, Druk en Viscositeit

Het beheer voor Massa en Druk en Viscositeit loopt in hoofdlijnen conform planning. De nieuwe medewerker (sinds oktober 2019) is in 2020 grotendeels ingewerkt voor het beheer massa, druk en viscositeit. Het resterende deel van de opleiding staat in 2021 op de agenda.

Door een veranderde werkwijze bij BIPM voor de kalibratie van massastukken, is de volgorde van werkzaamheden verschoven, maar dit heeft geen gevolg voor het eindresultaat. Bij het beheer Viscositeit is in 2020 een plan gemaakt om alle viscometers opnieuw te kalibreren en dat is ook uitgevoerd.

Van het oorspronkelijke projectteam van het EMPIR "DynPT" project dat bestond uit vijf leden, zijn er vier niet meer werkzaam in dit project, waarvan drie ook niet meer bij VSL. Dit heeft de nodige vertraging opgeleverd. In de loop van het jaar is het team weer op vergelijkbare sterkte gebracht, waardoor er een inhaalslag kon worden ingezet. Echter, met name door verloop in het personeelsbestand bij de vakgebieden lengte, flow en temperatuur, zijn de personen uit het DynPT team daar noodgedwongen bijgesprongen en is de voortgang in DynPT wederom beperkt

gebleven. De statische kalibratie is uitgevoerd, waarna kan worden doorgedaan met het testen van de nieuwe actuator voor het genereren van drukken tot 400 MPa. Daarna kan worden gestart met het onderzoek naar de invloed van de temperatuur op de respons van de dynamische druksensoren in de temperatuur- en drukbereiken van respectievelijk 20-200 °C en 2-400 MPa. Er is geen tijd besteed aan de key comparisons, vanwege verdere vertraging bij de organiserende labs van CCM.D-K5 en Euramet 14xx.

Lengte

Er is een inhaalslag gemaakt wat betreft de interne kalibraties. Het inwerken van een nieuwe medewerker i.v.m. met de pensionering eind 2020 van een van de metrologen, kost veel tijd. De interne audits liggen nagenoeg op schema, maar er is nog geen aandacht besteed aan het concentreren van metingen op minder meetfaciliteiten en verdere automatisering.

Het H2020-project “Hybride 3D-fabricagemethoden” is in maart 2020 afgerond. Er is gerapporteerd over de ontwikkelde contactloze meetmethode voor sub-surface geprinte geleiders en elektrische verbindingen tussen geprinte geleiders. Met het consortium is geschreven aan een vervolgproject AMPERE met opnieuw ECSEL/PENTA- en RVO-subsidie. Dit project zal in 2021 worden gestart. In het EMPIR-project: “Metrologie voor de Fabrik van de toekomst” is de data-analyse van de industriële testomgevingen inmiddels gevorderd en worden de slimme algoritmes ontwikkeld. De bijbehorende sensoren zijn nog niet besteld.

Het door VSL gecoördineerde EMPIR-project “Optisch zeer nauwkeurig meten door aangepaste licht-materiaal interacties” loopt uit vanwege Covidrestricties en het vertrek van de betrokken wetenschapper. Het werk aan de resommatie van uiteenlopende Born-series is voltooid en bewezen voor scattering van bidimensionale objecten. Het ontwerp van een nieuw systeem, gebaseerd op twee SLMs (Spatial Light Modulators) in cascade, om onafhankelijk de amplitude en fase van een golfveld te engineeren, is gemaakt. Er is gewerkt aan het in kaart brengen van topologische informatie voor diffractietralies m.b.v. machine learning methoden. Daarnaast is gewerkt aan het succesvol binnenhalen van het vervolgproject “PoLight”. Nu ligt vooral de nadruk op vergelijkende metingen met de andere projectpartners.

Het EMPIR-project “Nano- en microresonatoren voor zeer gevoelige verplaatsingsmetingen” is gestaakt vanwege het vertrek van de betrokken wetenschapper bij VSL en de mogelijkheid om de werkzaamheden over te dragen aan de projectpartner TU Delft.

Voor het EMPIR project “Herleidbare metingen van nanodeeltjes” zijn er AFM-metingen aan de samples uitgevoerd en is een goedbezochte (100 deelnemers), virtuele workshop georganiseerd. Het ontwikkelproject ‘Moderniseren eindmaatopstelling’ is voorlopig gestaakt, omdat er is besloten, vanwege het vertrek van een medewerker, eerst te werken aan het inwerken van een nieuwe medewerker op de handmatige methode. Het ontwikkelproject “Nieuwe CMM” heeft geleid tot een vergelijking tussen twee leveranciers, een investeringsplan en een validatieplan. De installatie van de nieuwe machine heeft eind 2020 plaatsgevonden.

Er is hard gewerkt aan de key comparisons voor Lengte. Uit de resultaten van de EURAMET L-K5 kwam een afwijking naar voren van de stappeneindmaat van VSL. Hierop is een nieuwe stappeneindmaat aangeschaft en metingen voor een bilaterale vergelijking zijn gestart. Key Comparison EURAMET L-Sxz (brekingsindex) is een door VSL geïnitieerde bilaterale vergelijking, wavoor de metingen nu zijn gestart. De metingen voor ringvergelijk EURAMET 1239 (oppervlakteruwheid met de AFM) waren enige tijd uitgesteld, maar zijn in 2020 afgerond en gerapporteerd. De metingen voor de EURAMET L-S30 (kogeldiameter) zijn uitgevoerd. De metingen voor EURAMET S-Sq-AFM (project 1239) zijn uitgevoerd, geanalyseerd en gerapporteerd.

Thermometrie

Het beheer voor Thermometrie is voor een deel uitgevoerd. Momenteel is de scope van het afgeleide lab vastgesteld op -38 °C tot 100 °C, terwijl de scope van het primaire lab is vastgesteld op -38 °C tot 419 °C. De volledige scope van de temperatuurmetingen (-196 °C tot 1550 °C) is nog niet gevalideerd, omdat met het huidige werkprotocol er onvoldoende tijd beschikbaar was om alle validaties uit te voeren. Vanwege problemen met de luchtkwaliteit in het laboratorium is een deel van de beheerwerkzaamheden uitgevoerd met gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen

(gelaatsmaskers), vanaf halverwege het jaar waren de problemen voldoende gereduceerd om zonder PBM's te kunnen werken. Externe en interne klanten, die kalibraties nodig hebben buiten de huidige scope, zijn ondersteund bij het vinden van een alternatief.

Het standaardenbeheer voor Luchtvochtigheid is gedeeltelijk uitgevoerd, omdat de herleidbaarheid van de vochtigheidsstandaarden gerelateerd is aan de temperatuurstandaarden en deze niet alle al in gebruik zijn. In het eerste deel van het jaar is er extra aandacht besteed aan het opleiden van een nieuwe medewerker.

Voor zowel Thermometrie als Luchtvochtigheid heeft er een RvA-audit plaatsgevonden net na de zomer. Hierin is een aantal punten naar voren gekomen dat opgelost moest en moet worden. De laatste maanden van het jaar hebben in het teken van de audits gestaan en het oplossen van de hieruit volgende NC's. Een positief, definitief oordeel over de oplossing is half januari 2021 verkregen en beide scopes zijn inmiddels weer hernomen.

Op het gebied van de metrologische infrastructuur zijn de EURAMET- en CCT-vergaderingen van dit voorjaar uitgesteld. De wetenschapper, die de contacten bij EURAMET onderhield voor Thermometrie heeft VSL per april 2020 verlaten. Er is een vervanger gevonden en deze heeft al deelgenomen aan de CCT-vergaderingen van afgelopen najaar.

Optica

Het basisbeheer voor Radiometrie en Fotometrie is grotendeels volgens planning uitgevoerd. Er wordt een medewerker van Lengte ingewerkt op het uitvoeren van optische metingen. De primaire realisatie voor spectrale responsiviteit op de ACR (Absolute Cryogene Radiometer) kon niet worden uitgevoerd, omdat het niet mogelijk was om voldoende afstand te houden, conform de Covid-19 richtlijnen.

De projectonderdelen Kwaliteit, Metrologische Infrastructuur en Projectmanagement zijn volgens plan verlopen, waarbij bij Kwaliteit dit jaar een extra inspanning is geleverd, vanwege de scope-uitbreiding van de RvA-accreditatie. Deze uitbreiding is, na de RvA-audit, in mei 2020, via een webmeeting, succesvol afgerond en gepubliceerd. Vanuit projectmanagement is er ook een inspanning gedaan om het EMPIR-voorstel Temporal Light Modulation op te zetten. Dit project is succesvol binnengehaald.

Voor het ontwikkelproject "Verbetering schaaluitbreiding ACR in het infrarood" is een opzet voor de data-analyse gemaakt. De projecten: "Lasergebaseerde kalibratie van arrayspectroradiometers", "SI-herleidbaarheid van aardobservatie-instrumentatie en ground-support equipment" zijn nog niet gestart, vanwege beperkte bezetting. Aan het project "Radiometrie voor fotobiologische veiligheid" is door de nieuwe medewerkster gewerkt. De opstelling is opgebouwd en het ontwerp is geïmplementeerd en getest. Het ontwikkelproject "Automatisering" is met hulp van medewerkers van een andere technologie volgens planning uitgevoerd.

De comparison, waarvan VSL pilot is (EURAMET.PR-K2a, spectrale responsiviteit 900 nm – 1600 nm), is dit jaar afgerond.

Tijd- en Frequentiestandaarden

Het standaardenbeheer bij Tijd en Frequentie is volgens plan verlopen. De resultaten van het doorlopende UTC-vergelijk over de afgelopen periode laten een stabiel resultaat zien, met een afwijking van UTC(VSL) ten opzichte van UTC kleiner dan ± 20 ns. Ter vervanging van een van de vier atoomklokken, die defect is, is een waterstofmaser besteld bij de Zwitserse fabrikant T4Science. Deze is eind 2020 geleverd en succesvol geïnstalleerd, ondanks de coronamaatregelen waardoor de fabrikant alleen op afstand kon ondersteunen. Door middel van de glasvezelverbinding naar ESTEC, die als onderdeel van het Bedrijfszekerheid project is gerealiseerd, kon de maser worden gevalideerd tegen de daar aanwezige masers. De maser maakt inmiddels deel uit van de UTC realisatie van VSL.

Om te voldoen aan de groeiende behoefte aan nauwkeurige en betrouwbare tijdsdisseminatie is VSL in het kader van beheerontwikkeling bezig met het werken aan de bedrijfszekerheid van de tijdfaciliteiten. Hiervoor is begonnen met het opzetten van een automatiseringssysteem voor

centrale dataverwerking van de klokdata en de diverse tijdverbindingen, op basis waarvan monitoring en alarmering kan plaatsvinden. Daarnaast zijn er in 2020 twee aanvullende tijdverbindingen gerealiseerd. De tijdssignalen op basis van GPS zijn uitgebreid met tijdssignalen op basis van Galileo. De White Rabbit (WR) verbinding met ESTEC is reeds genoemd. Voor deze laatste link, die een permanente vergelijking tussen de UTC realisaties van VSL en ESTEC mogelijk maakt, wordt samengewerkt met ESA en SURF. De verbinding is eind 2020 operationeel geworden.

Binnen het EMPIR-project "Nauwkeurige tijddisseminatie voor de industrie", dat vorig jaar van start is gegaan, is gewerkt aan een aantal zaken om de betrouwbaarheid van (WR) verbindingen te verbeteren: hold-over klokken, monitoring software en procedures voor het schakelen tussen redundante verbindingen. Daarnaast wordt in samenwerking met projectpartner OPNT een WR-testverbinding tussen Delft en Amsterdam bedreven. Deze bestaat uit een link tussen VSL en DCG Delft en tussen DCG Delft en NIKHEF. In deze link zijn een aantal experimenten met redundancy en holdover uitgevoerd.

Volumetrie

Het beheer bij Lage Druk Gas ligt eind 2020 achter op schema, mede door lockdownperikelen. De opwerking van de Grote Installatie (GI) die iedere twee jaar wordt uitgevoerd, is niet in zijn geheel afgerond. De dataverwerking zal doorlopen in het eerste kwartaal van 2021. Ook de opwerking van de LFI is nog niet afgerond en er is een aantal reisstandaarden niet in status. Deze standaarden zullen in het eerste semester van 2021 gekalibreerd worden, zodat er weer voldoende back-up is aan reisstandaarden. Er is een nieuwe reisstandaard aangeschaft ter ondersteuning van de herleidbaarheid bij hogere bereiken. Deze meter dient als back-up van de reeds bestaande meter en voor verbetering van kwaliteit. Op de planning stond om in 2020 meerdere kleppen van de GI te vervangen. Dit om te voorkomen dat de installatie door een defecte klep uit kan vallen. De kleppen hebben een lange levertijd en zijn nog niet geleverd. Het vervangen van de kleppen zal naar alle waarschijnlijkheid in de eerste helft van 2021 gebeuren. De opwerking van de Bell Prover faciliteit, die voor eind 2020 gepland stond, is uitgesteld, vanwege vertraging opgelopen in het automatiseringsproject van de Verdringingsinstallatie (VDI). Uit crosschecks is gebleken dat de Bell Prover faciliteit niet significant is verlopen. Industriële klanten kunnen dus de resultaten van VSL verwachten die ze gewend zijn.

Voor Hoge Druk Gas zijn onderhoudswerkzaamheden aan de transfermeters van de primaire standaard noodzakelijk gebleken. De eerste twee meters hebben dit onderhoud gehad en zijn uitgebreid getest op stabiliteit, met goed resultaat. Op de GOPP (Gas Oil Piston Prover) zijn de in 2019 bestelde, lekdichte afsluiters gemonteerd. Daarnaast heeft nu niet alleen de GOPP een vaste plek op het EuroLoopterrein, maar ook de bijbehorende Meetwagen. Ook enkele kleine (onderhouds-)werkzaamheden zijn uitgevoerd. Tevens zijn er resultaten bekend geworden van de primaire EuReGa (EUropean REference for GAs metering), die in grote lijnen goed zijn. Als aanvulling daarop zijn voorbereidingen voor een bilaterale comparison met FORCE Technology (Denemarken) getroffen. De uitvoering van deze comparison is vertraagd door Covid-19 en door technische moeilijkheden bij de harmonisatiepartner.

Het beheer bij Vloeistof is nagenoeg (99%) volgens schema verlopen. De stabiliteit van de kleinste massameter is onvoldoende bevonden en deze wordt daarom niet gebruikt tot na de verhuizing. Voor de inline-dichtheidsmeter wordt een testplan opgesteld. Overall kan geconcludeerd worden dat het beheer van vloeistof onder controle is.

Het voorziene onderhoud van de primaire standaard voor LNG flowmeters is uitgevoerd en de overgang van vloeibaar stikstof naar LNG heeft plaatsgevonden. De (veiligheids-)documentatie is op een hoger niveau gebracht, met naar schatting 75% minder openstaande punten dan in 2019. Het explosieveiligheidsdocument is afgerond en een hergoedkeuring, na ontwerpwijziging op drukveiligheid, heeft plaatsgevonden. Essentiële, metrologische verbeteringen zijn doorgevoerd. De onderhoudsverbeterpunten, die opgesteld en uitgesteld waren na de verbouwing in 2018-2019, zijn inmiddels verholpen. Onderhoud heeft plaatsgevonden en het proces om metrologische verbeteringen door te voeren, is gestart.

De VDI (Verdringingsinstallatie) is de primaire standaard van Lage Druk Gas. Het data-acquisitiesysteem van de VDI is vernieuwd en in de ontwikkeling van de software om het systeem aan te sturen zijn grote stappen gemaakt. In de eerste helft van 2020 is er doorontwikkeld op de software en zijn de restpunten in het aansluiten van de hardware afgerond. Met de software zijn nu de losse onderdelen aan te sturen en de sensoren uit te lezen. De volgende stap in het project is het automatiseren van deze onderdelen, zodat de installatie weer gebruikt kan worden voor het leveren van herleidbaarheid naar verschillende installaties in het Flowlaboratorium. Deze laatste stap is nog niet volledig afgerond.

Over de comparisons: de initiële kalibratie voor project 1476 is uitgevoerd. Het protocol moet nog getekend worden door de partners. De harmonisatie hoge-druk aardgas (CCM-FF-K5C) heeft vertraging opgelopen, omdat de installatie van Euroloop nog moet worden geherkalibreerd. Zoals het er zich nu naar laat aanzien start de kalibratie van Euroloop in januari 2021.

Metrologische infrastructuur

Alle relevante nationale en internationale vergaderingen zijn bijgewoond (fysiek, danwel virtueel), waaronder de bijeenkomsten van EURAMET, EMPIR committee, EMPIR SC-R en SC-CB (subcommittees Research en Capacity Building), CIPM, Fenelab en de Raad van Deskundigen (RvD). De definitieve werkplannen SBO en Research 2020 zijn begin 2020 bij EZK ingediend. Deze zijn met de RvD besproken en door EZK goedgekeurd. De nieuwe draft werkplannen voor SBO en Research 2021 zijn begin oktober bij EZK aangeleverd. De eindrapportages SBO en Research 2019 en de tussenrapportages SBO en Research 2020 zijn eveneens ingediend, met de RvD besproken en door EZK goedgekeurd.

M.b.t. het kwaliteitsmanagementsysteem (QMS) heeft de coronacrisis invloed gehad op de uitvoering van de audits door de Raad voor Accreditatie. De RvA heeft de technische controle-audits uitgesteld naar 2021. De audit op het systeemdeel is wel uitgevoerd, namelijk virtueel via MS TEAMS op 25 maart 2020. De NCs (Non-Conformities, d.w.z. afwijkingen) zijn alle opgelost en gerapporteerd aan de RvA. Bij Optica zijn 4 uitbreidingswensen via MS Teams door de vakdeskundige op 6 mei beoordeeld en goedbevonden. VSL daarnaast een aantal van haar werkprocessen gedigitaliseerd om werkzaamheden op afstand te kunnen laten plaatsvinden. Medewerkers hebben deelgenomen aan webinars voor de implementatie van het digitale dossier en elektronisch certificaat. In vervolg hierop heeft VSL een transitie ingezet van papieren certificaat naar elektronisch gewaarborgd en getekend document

Binnen het project “Beheer metrologische automatiseringsinfrastructuur” is alles op orde, op één punt na. Het notificatie-systeem dat waarschuwt als standaarden uit kalibratie dreigen te raken, werkt als gevolg van een server update niet meer. In 2021 zal dit systeem gerepareerd worden. Tot die tijd wordt dit handmatig ondervangen.

In het EMN (European Metrology Network) MathMet heeft VSL in 2020 bijgedragen aan het stakeholder-consultatieproces, de Strategic Research Agenda en het kwaliteitssysteem van Mathmet. VSL is lid geworden van de Mathmet steering committee.

Key Comparisons

Chemie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. 2020
CCQM-K117	Ammoniak in stikstof	2015-2020	VSL	Draft A2 opgesteld en besproken met de GAWG.	40	68
CCQM-K118	Aardgas	2014-2020	VSL	Draft A2 opgesteld en besproken met de GAWG.	40	190
CCQM-K41.2017	Waterstofsulfide	2017-2020	KRISS	Draft A1 beoordeeld.	4	0
CCQM-K10.2017	Monocyclische aromaten	2017-2020	NIST	Draft A2 beoordeeld en commentaar ingestuurd.	8	11
CCQM-K74.2017/ CCQM-P172	NO ₂ /HNO ₃ in stikstof	2018-2021	BIPM	Beoordeling draft A2 uitgevoerd en commentaar ingestuurd.	12	37
CCQM-K3.2019	Automotive	2019-2022	VSL	Mengsels verstuurd en teruggehad van deelnemers. Draft A1 voorbereid.	40	94
CCQM-K68.2019	Ambient N ₂ O	2019-2022	BIPM/ KRISS	Metingen afgerond door BIPM en herverificatie uitgevoerd. Meetrapport opgesteld.	12	36
CCQM-K26b.2019	SO ₂ in lucht	2019-2022	NPL	Nog geen mengsel ontvangen.	16	0
Euramet.QM-K3	Automotive	2019-2022	VSL	Vanwege vertraging in CCQM-K3.2019 uitgesteld naar 2021.	40	7
Euramet 708	Stikstofdioxide	2016-2020	NIST/ VSL	Rapportage afgerond.	16	1
Euramet 708	Waterstofchloride in stikstof	2020-2021	NIST/ VSL	Aanpak besproken met NIST. Wacht op mengsel (dat nu bij NPL is).	40	7
Euramet 708	Stackgas	2019-2020	NIST/ VSL	In overleg met NIST uitgesteld. Datum nog niet	40	0

				bepaald.		
Euramet 708	Koolstofmonoxide in lucht	2020-2021	NIST/ VSL	Uitgesteld tot 2021.	40	0
Euramet 708	Kwik in lucht	2020-2021	NIST/ VSL	Protocol opgesteld. Uitvoering wacht op opheffen reisrestricties.	60	6
Euramet 1305	C6 en C10 in aardgas	2015-2020	NPL	In overleg met NPL is dit vergelijk stilgelegd.	20	0
Euramet 1305	Siloxanen	2018-2020	NPL/ VSL	Vergelijk is vertraagd. Mengsels zijn uitgewisseld en metingen staan gepland in februari 2021.	40	12
CCQM-K174	Oxy-VOC 0,1-1 ppm	2020-2023	VSL	Voorstel besproken, protocol geschreven.	20	14
CCQM-Kxx	DMS in lucht (5 ppb)	2020-2023	KRISS	VSL gaat zich niet aanmelden.	40	0
CCQM-K164	Hydrogen quality	2020-2023	NPL	VSL heeft zich aangemeld. Mengsel wordt in januari 2021 verwacht.	60	0

Toelichting:

- De key comparisons, waarvan VSL de coördinator is, worden aangegeven door de bedrijfsnaam in blauwe letters. Nieuw zijn de vergelijkingen voor automotive (CCQM-K3.2019 en Euramet.QM-K3), Ambient N₂O (CCQM-K.68.2019), SO₂ in lucht (CCQM-K26.b.2019), en stackgas (Euramet 708).
- Over het algemeen hebben de werkzaamheden aan de diverse comparisons meer tijd geleverd dan in bovenstaand overzicht was begroot. Concluderend kan worden vastgesteld dat er vooraf te weinig afstemming is geweest over de precieze omvang van het werk. In 2021, of eigenlijk al vanaf eind 2020, zal frequent periodiek overleg plaatsvinden om dit soort misverstanden en verrassingen te voorkomen. Voor het totale urenbudget werd de overshoot aan werk in o.a. K117, K118 en K3 gecompenseerd door het uitblijven van de geplande Euramet comparisons.
- Voor CCQM-K117 NH₃ zijn de metingen afgerond en gerapporteerd. De tweede versie van het draft A rapport is besproken met de deelnemers.
- De afronding van K118 (aardgas en H₂-verrijkt aardgas) heeft inmiddels al fors meer tijd gekost dan verwacht (zoals ook de uitvoering in 2019 al meer tijd kostte). Door de vertraging in het project zijn datasets van begin en einde project minder goed compatibel, waardoor meer rekenwerk en aanvullende metingen nodig waren. Tevens is binnen CCQM overgegaan op een andere manier om de onzekerheid te onderbouwen en te rapporteren. Dit laatste heeft extra tijd gekost bij dit project, maar zal in komende Key Comparisons weer tijdswinst opleveren. Er is een draft A1 en draft A2 besproken met de deelnemers.
- Voor K3 zijn de mengsels gemaakt en naar de deelnemers gestuurd. Hier resteert nog de analyse van de mengsels na terugontvangst en de rapportage. De cilinders kunnen daarna worden ingezet voor het regionale vergelijk Euramet.QM-K3.

- Voor de samenwerking met NIST (Euramet 708) en NPL (Euramet 1305) zijn goede plannen gemaakt, alleen zijn beide labs grotendeels stilgevallen vanwege Covid-19 maatregelen. Dit is onder andere zichtbaar in de opgelopen vertraging voor de Siloxanen comparison met NPL die nu in 2021 zal worden afgerond.

Elektriciteit
DCLF

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd*	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. 2020
CCEM.EM-K2.2012	Weerstand 10 MΩ & 1 GΩ	2012-2020	NRC	Draft B rapport klaar is. Vergelijk is afgerond en gepubliceerd.	20	11
CCEM/EURAMET. EM-K5.2012	LF vermogen 50 Hz	2018-2021	CENAM i.s.m. VSL en PTB resp. VSL i.s.m. LNE, PTB en NPL**	Rapportage VSL-EURAMET metingen moet nog gebeuren. Transferstandaard van en naar landen buiten de EU verscheept. Door Corona heeft de CCEM-loop forse vertraging opgelopen. De metingen van het EURAMET-deel zijn wel zo goed als volgens plan gegaan en inmiddels afgerond.	55***	54

Toelichting:

De key comparisons, waarvan VSL de coördinator is, worden aangegeven door de bedrijfsnaam in blauwe letters.

* Deze looptijd geeft de tijd van uitvoering van de metingen door de deelnemers aan.

** Voor het CCEM-vergelijk van LF-vermogen wordt de coördinatie gezamenlijk uitgevoerd door VSL (analyse en rapportage), PTB (pilotlab) en CENAM (protocol en logistiek). Voor het gekoppelde EURAMET-vergelijk wordt de coördinatie gezamenlijk uitgevoerd door VSL (analyse), NPL (rapportage), PTB (pilotlab) en LNE (protocol en logistiek). Beide projecten zijn gestart in 2018. VSL heeft in 2018 metingen gedaan voor de CCEM-meetloop en in 2019 voor de EURAMET-loop. Bij de analyse van de CCEM-resultaten is een fout in de meetinstellingen ontdekt; de VSL metingen worden in januari – februari 2021 opnieuw uitgevoerd. In 2022 wordt de rapportage van beide metingen afgerond.

*** Het urenbudget voor deze key comparison is teruggebracht van 250u naar 55u (zie ook de wijzigingsbrief van 19 oktober 2020).

HF

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. jan-dec 2020
CCEM.RF-K5c.CL	S-parameters voor 3,5 mm connector	2013-2021	NMIJ	Draft A rapport nog niet ontvangen.	0*	0
CCEM.RF-K26	Verzwakking in PC-2,4 mm, tot 40 GHz en 90dB	2015-2021	NMIJ	Draft A rapport nog niet ontvangen.	0*	0

Toelichting:

* Het urenbudget voor beide HF key comparison is teruggebracht van 20u naar 0u (zie ook de wijzigingsbrief van 19 oktober 2020), omdat voorzien werd dat de Draft A rapporten niet meer in 2020 zouden verschijnen.

Ioniserende Straling

Nummer	Omschrijving	Looptijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. 2020
BIPM.RI(I)-K8	Reference Air Kerma Rate voor HDR Ir-192 Brachytherapy	2019-2020	BIPM	Analyse van de metingen is uitgevoerd en de resultaten zijn naar de pilot gestuurd.	40	15
¹²⁵ I LDR	Reference Air Kerma Rate (RAKR) voor ¹²⁵ I LDR bronnen (bilateraal)	2018-2021	BIPM	Nog niet gestart	110	0
X-ray 20 kV-100 kV	Air Kerma voor X-ray's 20 kV – 100 kV	2018-2021	N.n.b.	Metingen uitgevoerd.	110	151
IAEA/WHO postal audits	Geabsorbeerde dosis in water ($N_{d,w}$) audit voor SSDL's (Secondary Standards Dosimetry Laboratories) en referentie-instituten	2020	IAEA	Bestraling uitgevoerd, wacht op resultaat IAEA	0*	22

Toelichting:

* De activiteiten voor "IAEA/WHO postal audits" was oorspronkelijk niet voorzien in het werkplan, maar is eind 2020 alsnog toegevoegd om de ontwikkeling van dergelijke nieuwe metingen en kalibraties te bespoedigen.

Massa en gerelateerde grootheden

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. 2020
EURAMET 14xx	10 MPa-500 MPa	2019-2021	RISE	Metingen, wachten op artefact	0	0
CCM.D-K5	Dichtheid van vloeistoffen	2015-2020	BEV	Metingen, wachten op artefact	0	0
Euramet regional extension of CCM.D-K5	Dichtheid van vloeistoffen	2017-2020	BEV	Metingen, wachten op artefact	0	0

Toelichting:

- EURAMET 14xx gaat niet door in 2020.
- Bij CCM.D-K5 en de Euramet extension hiervan, is nog geen voortgang te melden. Er is vertraging bij de organisator.
- Vanwege bovenstaande punten zijn in de wijzigingsbrief van 19 oktober 2020 de Key Comparison uren voor MDV geschrapt.

Lengte

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. 2020
EURAMET L-K4	Diameter-standaarden	2016-2020	VSL	Eindrapport opgesteld.	40	61
EURAMET L-K5	Kalibratie van een stappen-eindmaat	2015-2020	NPL	Resultaten geanalyseerd en met pilot besproken, maar wijken te veel af, er worden vervolgmetingen genomen.	30	48
EURAMET L-Sxz	Brekingsindex	2017-2020	VSL	Metingen zijn gestart voor de CMC-onderbouwing van de meetonzekerheid voor brekingsindexkalibraties.	80	70
EURAMET L-S30	Rondheid kogel	2009-2020	CEM	Metingen zijn uitgevoerd en gerapporteerd.	80	73
EURAMET 1239 (EURAMET S-Sq-AFM)	Oppervlakteruwheid met AFM	2014-2020	PTB	Wachten op draft A.	16	0
CCL-NANO6	Lijnbreedte met SPM	2014-2020	NIST	Nog geen voortgang.	16	0
Nog niet bekend	Line scales	2020-2022	Nog niet bekend	Correspondentie met andere deelnemers.	40	14
Nog niet bekend	Polygonen	2020-2022	Nog niet bekend	Correspondentie met andere deelnemers.	40	15
EURAMET 1463	Laserbronnen voor interferometrie	2018-2023	NPL	Nog niet gestart.	80	0

Toelichting:

- De key comparisons, waarvan VSL de coördinator is, worden aangegeven door de bedrijfsnaam in blauwe letters.
- VSL is pilot van EURAMET L-K4 (diameterstandaarden), dit is een vervolg op het eerdere project EURAMET L-K4 2005.1. De eindrapportage is goedgekeurd door de reviewcommissie en is toegevoegd aan de comparison database.
- Het in 2017 gestarte EURAMET L-Sxz (brekingsindex) is een door VSL geïnitieerde bilaterale vergelijking. De metingen voor ringvergelijk EURAMET 1239 waren uitgesteld tot 2019 en daar is nu mee begonnen.
- De metingen voor EURAMET L-S30 (supplementary key comparison voor rondheid van kogels) zijn uitgevoerd, geanalyseerd en gerapporteerd.
- De metingen voor EURAMET S-Sq-AFM (project 1239) zijn uitgevoerd, geanalyseerd en gerapporteerd. Draft A is nog niet beschikbaar gekomen.
- De VSL metingen voor CCL-NANO6 zijn reeds in 2016 uitgevoerd. Er is nog steeds geen voortgang vanuit het pilot lab (NIST) te melden.

- De comparisons voor line scales en polygonen zijn met de deelnemers besproken, maar de artefacten moeten nog rondgestuurd worden en dus zijn de metingen nog niet gestart.
- VSL heeft zich aangemeld voor een vergelijking van laserbronnen. Er is nog geen voortgang vanuit NPL te melden. Deze vergelijking was geen onderdeel van het oorspronkelijke werkplan SBO 2020, maar is opgenomen in de wijzigingsbrief van 3 augustus 2020.

Thermometrie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr 2020	Real. 2020
EURAMET.T-K9	ITS-90 SPRT, Kalibratie van Ar TP tot Zn FP	2015-2021	CNAM en VSL	Analyse uitgevoerd.	50	38
CCT-K9	ITS-90 SPRT, Kalibratie van Ar TP tot Zn FP	2011-2021	CEM	Draft B van commentaar Voorzien.	20	19
CCT-K11	Watertripelpuntcellen	2018-2021	VSL > NRC	Coördinatie overgedragen aan NRC (Canada), metingen uitgesteld tot 2021.	250	0
Bilateraal	ITS-90 vaste punten van -189 °C (Argon-tripelpunt) tot 420 °C (Zinktripelpunt)	2020	CMI	Metingen uitgevoerd i.v.m. herne-men van de RvA-scope.	100	65

Toelichting:

- De key comparisons, waarvan VSL de coördinator is, worden aangegeven door de bedrijfsnaam in blauwe letters.
- Door de CCT-president was besloten om de CCT-K11 key comparison uit te stellen tot na mei 2019 (na de Kelvin redefinitie). Er is al voorbereidend werk gedaan aan de nationale referentie-standaard voor watertripelpuntcellen. Voor CCT-K9 heeft de wetenschappelijk medewerker van de VSL-Thermometriegroep in het voorjaar van 2019 tijdens een verblijf als gastonderzoeker NIST geholpen om het Draft A report op te stellen).

Optica

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. 2020
EURAMET.PR-K2a	Spectrale responsiviteit, golflengte 900 - 1600 nm	2010-2020	VSL	Rapport is afgerond en door de CCPR WG Key Comparisons goedgekeurd.	80	52
EURAMET PR-S4 (project N443)	Spectrale irradiantie detectoren, golflengte 365 nm	2013-2021	LNE	Communicatie met pilot, het is nog wachten op Draft B.	20	1
EURAMET.PR-K6	Filtertransmissie	2016-2021	LNE	Pre-draft A datavalidatie uitgevoerd.	20	38
CCPR-K1.b	UV spectrale irradiantie 200-400 nm	2019-2021	NIST	Het is nog wachten op het protocol.	70	0
EURAMET.PR-K3	Lichtsterkte	2020-2023-	METAS	VSL heeft geholpen het meetprotocol op te stellen.	180	91

Toelichting:

- De key comparisons, waarvan VSL de coördinator is, worden aangegeven door de bedrijfsnaam in blauwe letters.
- De EURAMET.PR-K3 werkgroep is gestart met het opstellen van het protocol, VSL heeft deelgenomen aan deze werkgroep. De planning voor de vergelijking is herzien i.v.m. Covid-19. Aangezien de lampen persoonlijk vervoerd moeten worden, is dit verplaatst naar de zomer van 2021. Deze vergelijking was oorspronkelijk geen onderdeel van het werkplan en is alsnog aangemeld per wijzigingsbrief van 3 augustus 2020.

Tijd & Frequentie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2019	
					Begr. 2019	Real. 2019
CCTF-K001.UTC*	UTC	Continu	BIPM	Metingen en rapportage.	70	86
Euramet Time Interval Comparison	Tijdsinterval-metingen	2020-2021	GUM (Polen)	De metingen en rapportage zijn uitgevoerd. Door Covid-19 heeft het vergelijk vertraging opgelopen. Daardoor is er nog geen eindrapportage.	80	76

Toelichting:

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

Volumetrie

Nummer	Omschrijving	Loop-tijd	Coörd.	Status	Uren 2020	
					Begr. 2020	Real. 2020
Euramet project 1476	Lage-druk lucht van circa 25 tot 400 m ³ /h	2019 - 2021	VSL	Initiële kalibratie uitgevoerd. Wachten op protocol.	80	10
CCM-FF-K5C	Doorlopende harmonisatie hoge-druk aardgas	2019-2023	PTB	Communicatie met Euroloop en met harmonisatiepartners.	166	56
Euramet project 1452	Volume, 20, 50 en 250 L	2018 – 2021	VNIIM/ VSL	Het is nog wachten op Draft A rapport.	40	0
Comparison VSL-Force	Bilateraal VSL-Force (n.a.v. EUREGA)	2020 - 2021	VSL, Force	Vorbereidingen zijn getroffen.	90	25

Toelichting:

De key comparisons, waarvan VSL de coördinator is, worden aangegeven door de bedrijfsnaam in blauwe letters.

- De initiële kalibratie voor project 1476 is uitgevoerd. Het protocol moet nog getekend worden door de partners.
- De harmonisatie (CCM-FF-K5C) heeft vertraging opgelopen, omdat de installatie van EuroLoop het afgelopen jaar onvoldoende beschikbaar (of in status) was om in Q3/Q4 mee te kunnen doen.
- De looptijd van Euramet project 1452 is verlengd in verband met vertraging bij de administratieve afhandeling.
- De voorbereidingen voor een bilaterale comparison met FORCE Technology (Denemarken) zijn getroffen. De uitvoering van deze comparison is vertraagd door Covid-19 en door technische problemen bij de harmonisatiepartner.
- Er is gebleken dat er weinig progressie te boeken viel bij de comparisons door Covid-19. Ook administratieve zaken zijn helaas maanden blijven liggen bij de verschillende deelnemers en de pilotlabs.