



VSL

National
Metrology
Institute

Publieke verantwoording 2025



National
Metrology
Institute

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
VSL in een notendop	4
Kengetallen	5
Vijf projecten, vijf thema's	6
Energie en Klimaat	7
Gezondheid en Milieu	9
Halfgeleiders	11
Veiligheid en Veerkracht	13
Digitalisering	15
Tot besluit	17



National
Metrology
Institute

Voorwoord

Voor u ligt de publieke verantwoording van VSL over 2025. VSL is het Nationaal Metrologisch Instituut van Nederland: wij beheren de nationale meetstandaarden voor onder andere massa, lengte en tijd, en zorgen ervoor dat een kilo, een meter of een seconde overal in Nederland (en via internationale afspraken ook daarbuiten) exact hetzelfde betekenen. Die herleidbaarheid is geen formaliteit: het is de stille basis onder eerlijke handel, veilige, kwalitatieve en innovatieve industrie, betrouwbare zorg en geloofwaardige wetenschap.

Naast dat beheer voert VSL onderzoek uit naar meetvraagstukken die zich nog volop ontwikkelen. 2025 was daarin een bewogen jaar. De energietransitie vraagt om nieuwe standaarden voor waterstof, het stikstofdossier vraagt om scherpere ammoniakmetingen, de halfgeleiderindustrie vraagt om steeds kleinere onzekerheden, en de toenemende afhankelijkheid van digitale infrastructuur vraagt om alternatieven voor satellietgebaseerde tijdsbronnen. Op al deze terreinen heeft VSL dit jaar concrete stappen gezet, vaak in samenwerking met Nederlandse en Europese partners.

In dit document lichten we vijf van die projecten uit. Niet de volledige technische verantwoording (die gaat in detail naar het Ministerie van Economische Zaken & Klimaat), maar een selectie die goed laat zien hoe metrologisch onderzoek doorwerkt in vraagstukken die ons allemaal raken: van de energietransitie tot een gezonde leefomgeving.

Fabienne van Booma – de Smit
CEO

VSL in een notendop

Een kilo appels bij de groenteboer. Een liter benzine aan de pomp. De tijdstempel op een financiële transactie. Het zijn dingen waar niemand bij stilstaat, tótdat ze niet meer kloppen. Dat ze wél kloppen, is het resultaat van een lange keten van kalibraties die uiteindelijk teruggaat op een nationale meetstandaard. Die standaarden worden beheerd door VSL.

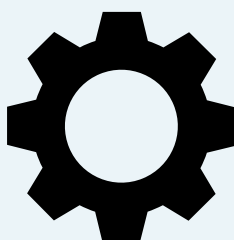
Sinds 1960 gebruikt de wereld het SI-stelsel: zeven basiseenheden – waaronder de meter, de kilogram en de seconde – die internationaal zijn vastgelegd en sinds 2019 allemaal zijn gedefinieerd aan de hand van natuurconstanten in plaats van fysieke objecten. Daardoor zijn ze stabiel en overal ter wereld op precies dezelfde manier te realiseren. VSL is door de Nederlandse overheid aangewezen om deze standaarden voor Nederland te beheren, te onderhouden en internationaal te laten erkennen. Via internationale meetvergelijkingen waarbij landen elkaars standaarden onderling toetsen, wordt voortdurend nagegaan of de Nederlandse standaarden net zo nauwkeurig zijn als die van andere landen. Alleen zo kan een Nederlands bedrijf met een Nederlandse meting ook in het buitenland vertrouwen afdwingen.

Naast dat beheer doet VSL onderzoek naar nieuwe meetmethoden voor vraagstukken die nog niet bestonden toen de huidige standaarden werden vastgesteld: waterstof, supersnelle laadpalen, chips die nog kleiner moeten worden, sensornetwerken die op kunstmatige intelligentie draaien. Voor dat onderzoek ontvangt VSL financiering van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en vanuit Europese onderzoeksprogramma's, naast de inkomsten uit reguliere kalibraties, consultancy en trainingen aan bedrijven, ziekenhuizen en laboratoria.

Met ongeveer honderd medewerkers, veelal gepromoveerde natuurkundigen, chemici, elektrotechnici en data-specialisten, werkt VSL dagelijks aan metingen tot op vele cijfers achter de komma. Klein voor het oog, groot in effect: van de kassabon tot de kerncentrale.



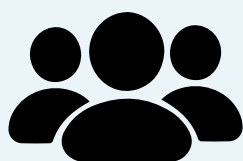
13,3 M€
Budget EZK (+
0,6 M€ vanuit
radiotherapie)



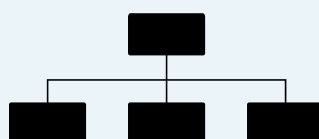
1,0 M€
Reguliere
investerings (+
eenmalig 6,0 M€
extra)



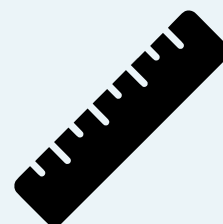
2,4 M€
Externe subsidie



82
Experts



10
Vakgebieden



630
Meetstandaarden



804
CIPM MRA
scope-entries



55
Key comparisons



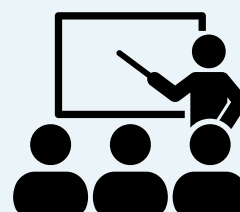
2519
Kalibratiecertificaten



1048
Geproduceerde
referentiematerialen



53
Lopende
researchprojecten



113
Presentaties en
publicaties

Vijf projecten, vijf thema's

VSL werkt aan tientallen onderzoeksprojecten, verdeeld over vijf grote thema's: Energie en Klimaat, Gezondheid en Milieu, Halfgeleiders, Veiligheid en Veerkracht, en Digitalisering. In dit verslag lichten we per thema één project uit. Niet omdat de andere projecten minder belangrijk zijn, maar omdat deze vijf goed laten zien hoe metrologie bijdraagt aan vraagstukken die ons allemaal raken.



Energie en Klimaat

Waterstof tanken met de juiste maat

Waterstof kan een belangrijke rol spelen in het verduurzamen van zwaar transport: vrachtwagens, bussen, binnenvaart en mobiele machines. Maar wie waterstof tankt, wil weten dat hij krijgt waarvoor hij betaalt. En wie een waterstofvoertuig bouwt of gebruikt, wil zeker weten dat de waterstof schoon genoeg is om de motor of brandstofcel niet te beschadigen. Net zoals een benzinepomp betrouwbaar geijkt moet zijn, is ook voor waterstof een betrouwbare meetketen nodig.

Daar ligt de kern van het project Green Transport Delta – Waterstof (GTD-H). In dit project werkten twintig partijen samen aan waterstoftechnologie voor duurzame mobiliteit, waaronder truckfabrikanten, producenten van tankinfrastructuur, leveranciers van meetinstrumenten en TNO. VSL ontwikkelde binnen dit project kalibratiefaciliteiten waarmee de hoeveelheid én de kwaliteit van afgeleverde waterstof nauwkeurig kunnen worden vastgesteld.

Wat merk je hiervan?

Goede metingen zorgen voor eerlijke handel, kwaliteitsbewaking en vertrouwen bij gebruikers, fabrikanten en toezichthouders. Voor wie straks een waterstofvrachtwagen tankt, betekent dit dat de hoeveelheid waterstof die wordt afgerekend ook daadwerkelijk klopt. Voor fabrikanten en gebruikers van waterstofvoertuigen betekent het dat de kwaliteit van waterstof beter gecontroleerd kan worden. Dat is belangrijk, want kleine verontreinigingen kunnen grote gevolgen hebben voor de levensduur en prestaties van bijvoorbeeld brandstofcellen.



Energie en Klimaat

Waterstof tanken met de juiste maat

Wat is er dit jaar bereikt, en wat komt erna?

In 2025 heeft VSL belangrijke stappen gezet om metingen aan waterstof betrouwbaarder te maken. Zo is een systeem ontwikkeld waarmee de kwaliteit van waterstof nauwkeurig kan worden gecontroleerd. Daarmee kunnen meetinstrumenten beter worden getest en afgesteld. Ook is een nieuwe opstelling getest waarmee kan worden gecontroleerd hoeveel waterstof er precies wordt geleverd bij het tanken. Deze test vond plaats bij een waterstoftankstation van projectpartner Resato. Daarbij kwamen nog verbeterpunten naar voren, maar werd ook duidelijk dat nauwkeurig meten in de praktijk goed mogelijk is.

Het [project GTD-H](#) is in augustus 2025 afgerond, maar het werk gaat door. De komende tijd werkt VSL verder aan het verbeteren en toepassen van deze meetmethoden, zodat ze ook echt gebruikt kunnen worden bij waterstoftankstations. Daarnaast sluit het project aan op nieuw onderzoek naar waterstof en tankinfrastructuur, zoals [MetroHyVe 3](#). Zo draagt VSL stap voor stap bij aan een betrouwbare basis voor waterstof in de mobiliteit van de toekomst.

“Ons werk raakt aan drie partijen tegelijk. Tankstationhouders kunnen hun meetapparatuur certificeren en voldoen aan de regelgeving. Autofabrikanten weten dat hun voertuigen (zowel die met een verbrandingsmotor als met een brandstofcel) veilig zijn, ook als de waterstof kleine sporen van verontreinigingen bevat. En bestuurders van auto's en trucks betalen gewoon het juiste bedrag. Wat me trots maakt: onze portable calibrator is een unieke faciliteit die instrumenten en sensoren kan kalibreren voor één of meerdere verontreinigingen tegelijk, en dat zowel op locatie bij het tankstation als in het laboratorium.”

Annarita Baldan
Chief Scientist Chemistry Gas Analysis

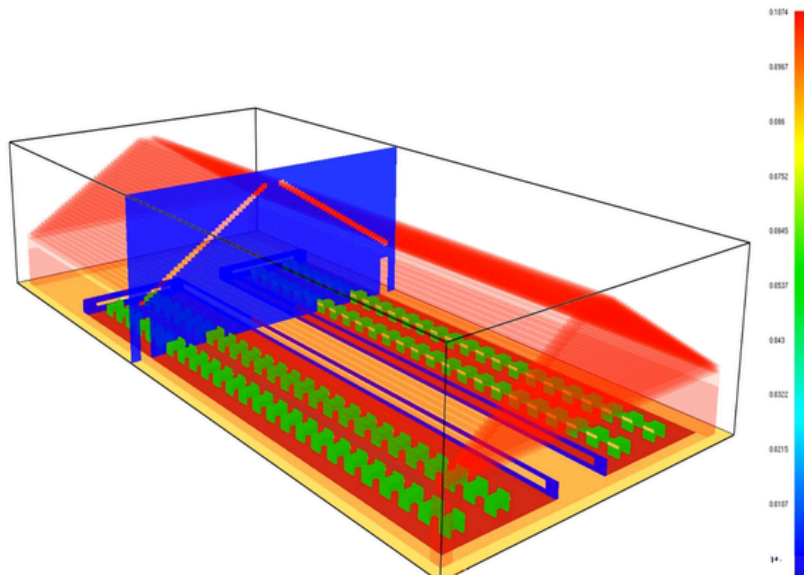


Gezondheid en Milieu

Een neus voor ammoniak

Ammoniakuitstoot uit de veehouderij is een van de hardnekkigste onderdelen van het stikstofdebat. Wie daar beleid op maakt, moet kunnen vertrouwen op de cijfers eronder. Juist dáár zit een meetkundig probleem: ammoniakconcentraties in en rond stallen zijn lastig nauwkeurig vast te stellen. Bij open stallen komt daar nog bij dat ook de luchtstroom naar buiten moeilijk precies te bepalen is. Daardoor blijft de totale ammoniakemissie onzeker.

Daar ligt de kern van het project QuantiAGREMI. In dit project werkte VSL aan een mobiel kalibratiesysteem waarmee ammoniakmeetapparatuur in en rond stallen beter kan worden getest. Het systeem, met de bijnaam TRACTOR (TRaceable Ammonia CalibraTOR), maakt gecontroleerde luchtmengsels waarin precies bekend is hoeveel ammoniak en hoeveel vocht erin zit. Meetapparatuur kan daarmee worden getest onder omstandigheden die lijken op de praktijk. Dat is belangrijk, omdat vocht grote invloed kan hebben op ammoniakmetingen. VSL werkte hierin samen met onder meer TNO en het Franse meetinstituut LNE.



Wat merk je hiervan?

Voor boeren betekent een betrouwbaardere meting dat emissies minder snel worden beoordeeld op basis van ruwe aannames of grote onzekerheidsmarges. Voor beleidsmakers, toezichthouders en omwonenden betekent het dat besluiten over stikstof beter kunnen steunen op meetgegevens die kloppen. Dat is belangrijk in een dossier waarin kleine verschillen in uitgangspunten grote gevolgen kunnen hebben.

Gezondheid en Milieu

Een neus voor ammoniak

Wat is er dit jaar bereikt, en wat komt erna?

In 2025 is TRACTOR omgebouwd tot een mobiele opstelling en opnieuw gevalideerd. In een vergelijking met het Franse LNE presteerde het systeem goed, zowel bij droge als bij vochtige lucht. Ook is TRACTOR ingezet bij een veldmeetcampagne, waarbij TNO de validatie van eigen meetsystemen baseerde op de VSL-opstelling. Daarnaast levert VSL bijdragen aan drie nieuwe normen die de normcommissie Stalemissies ontwikkelt, in opdracht van de ministeries van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) en Infrastructuur en Waterstaat (I&W).

QuantiAGREMI is in 2025 afgerond. Inmiddels is VSL gestart met vervolgproject MetNH3Energy, waarin ammoniak wordt onderzocht als energiedrager. TRACTOR blijft daarbij inzetbaar en groeit door tot een praktisch hulpmiddel voor betrouwbaardere metingen in het veld.

“Stalemissies zijn een gevoelig onderwerp in Nederland. Als de metingen in stallen niet kloppen, worden er óf verkeerde emissies gerapporteerd, óf er worden zulke grote onzekerheden gehanteerd dat je er beleidsmatig weinig mee kunt. Met dit soort modellen kunnen we voor verschillende typen stallen veel beter onderbouwen welke meetstrategie werkt, en waarom. En dat de aanpak klopt, hebben we niet alleen zelf vastgesteld: in een vergelijking met andere Europese meetinstituten bleken we ammoniakconcentraties te kunnen meten op een niveau dat tweehonderd keer gevoeliger is dan voorheen. Dat is in de wereld van de metrologie een flinke stap. Maar wat ons ook verraste: de TRACTOR bleek veel breder inzetbaar dan we hadden verwacht. We hebben dit instrument inmiddels ook gebruikt om industriële analysatoren voor waterstofkwaliteit te valideren.”

Marcel van Dijk, Scientist Data Science & Modelling & Stefan Persijn, Principal Scientist Chemistry



Halfgeleiders

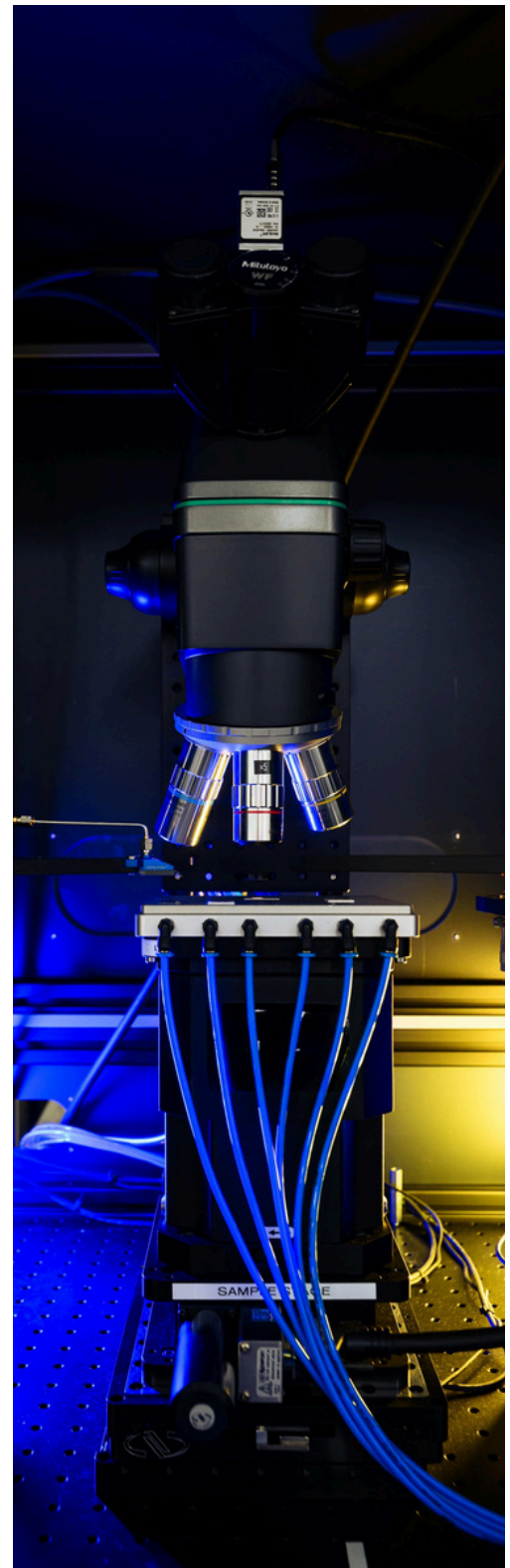
De laatste procenten winst

Zonnepanelen die stroom leveren aan het net, laders voor elektrische auto's, voedingen voor ledverlichting: vermogenselektronica die energie van de ene vorm naar de andere omzet, zit overal. De halfgeleiders in die elektronica schakelen razendsnel en moeten dat met zo min mogelijk energieverlies doen. Hoe efficiënter die omzetting, hoe minder energie verloren gaat. Bij miljoenen apparaten telt zelfs een klein verschil zwaar mee.

Juist bij hoog-efficiënte vermogenselektronica ontstaat een meetprobleem. De verliezen zijn zó klein dat ze vaak moeilijk betrouwbaar vast te stellen zijn, terwijl precies die laatste procenten bepalen of een nieuwe chip, lader of omvormer aantoonbaar beter presteert dan zijn voorganger. In het Europese project PowerizeD ontwikkelde VSL meetmethoden om die efficiëntie nauwkeuriger te kunnen bepalen.

Wat merk je hiervan?

Voor eindgebruikers kunnen deze nauwkeurigere meetmethoden op termijn bijdragen aan zuinigere laadpunten, zonnepanelen, verlichting en andere elektronische systemen. Voor fabrikanten is dit minstens zo belangrijk: wie kan aantonen dat zijn vermogenselektronica echt efficiënter is, staat sterker in de internationale concurrentie. Betrouwbare metingen maken prestatieclaims controleerbaar.



Halfgeleiders

De laatste procenten winst

Wat is er dit jaar bereikt, en wat komt erna?

In 2025 heeft VSL de meetopstelling afgerond waarmee de energieverliezen in vermogenselektronica nauwkeurig kunnen worden vastgesteld. Het hart van die opstelling is een hoogwaardige meter die precies meet hoeveel elektrisch vermogen er in en uit een apparaat stroomt, en dus hoeveel er verloren gaat. Om te bewijzen dat de opstelling werkt, zijn metingen gedaan aan een concrete USB-lader van Infineon. Op basis daarvan is vastgesteld welke foutbronnen de meting beïnvloeden en hoe nauwkeurig het eindresultaat is.

Het project PowerizeD is in 2025 afgerond, maar de meetopstelling blijft in gebruik. VSL kan die nu inzetten voor kalibraties en validaties voor bedrijven die willen aantonen hoe efficiënt hun vermogenselektronica werkelijk is. Er is ook al een vervolgproject in voorbereiding. Zo bouwt VSL stap voor stap aan een meetinfrastructuur waarmee de volgende generatie halfgeleiderelektronica niet alleen efficiënter kan worden ontworpen, maar ook aantoonbaar efficiënter kan worden gemeten.

“Elektrische auto’s, warmtepompen, laadpalen, zonnepanelen: in al die apparaten zit vermogenselektronica die ervoor zorgt dat stroom op de juiste manier wordt omgezet. Hoe efficiënter die omzetting, hoe minder energie er verloren gaat als warmte. Maar: hoe efficiënter het apparaat, hoe moeilijker het ook is om die efficiëntie nauwkeurig te meten. Terwijl dat juist essentieel is: zonder nauwkeurige meting weet je niet of een aanpassing in het ontwerp echt een verbetering oplevert. In samenwerking met de Universiteit Twente hebben we daarom een calorimeter ontwikkeld waarmee we dat met een nauwkeurigheid van 0,01 procent kunnen meten. Het resultaat is een stevig fundament waarop wetenschap en industrie verder kunnen bouwen.”

Gert Rietveld, Chief Scientist Electricity



Veiligheid en Veerkracht

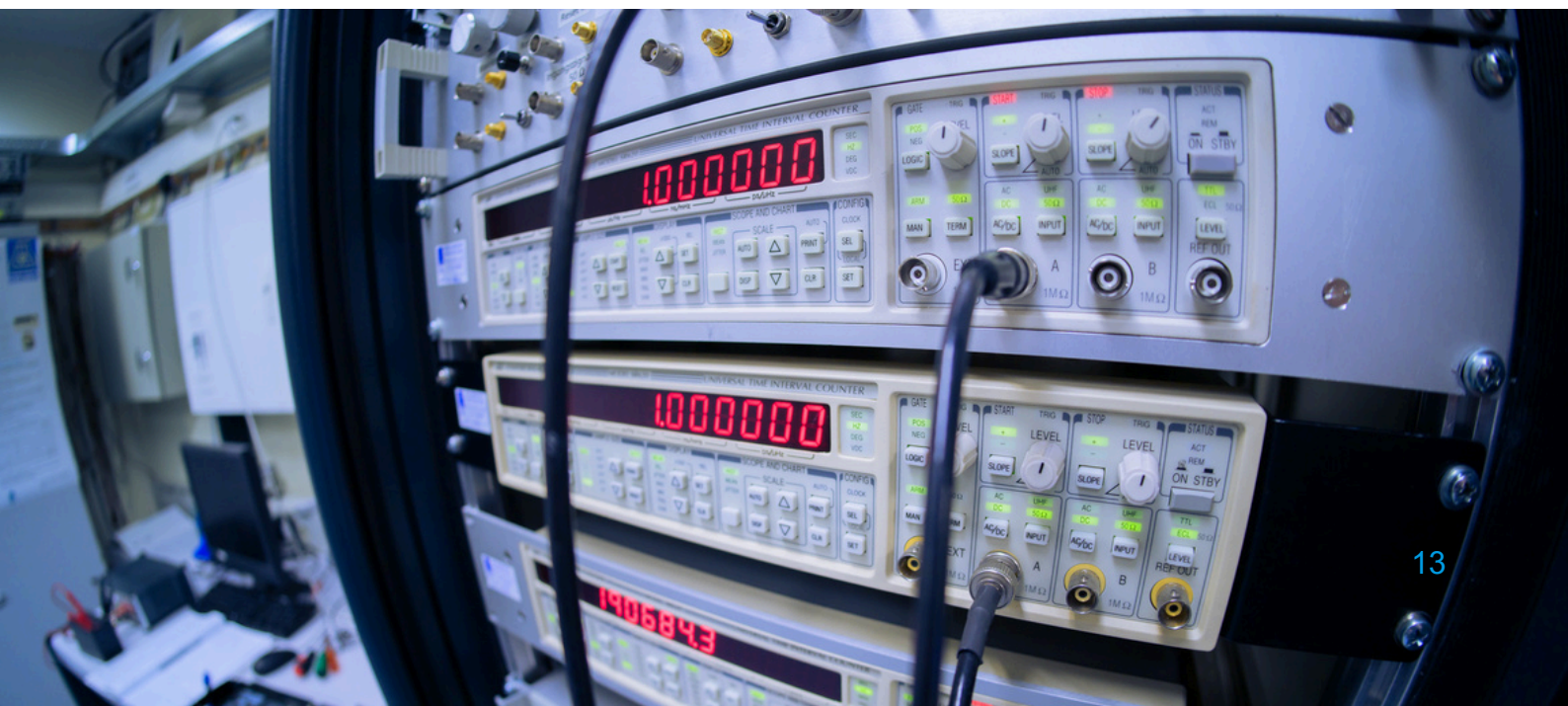
De tijd die we niet kunnen missen

Moderne samenlevingen draaien op nauwkeurig gesynchroniseerde tijd. Het elektriciteitsnet, financiële transacties, communicatienetwerken en hulpdiensten gebruiken allemaal tijdsignalen om processen precies op elkaar af te stemmen. Die signalen komen vaak van GPS of andere satellietssystemen, maar satellietgebaseerde tijd is kwetsbaar: storingen of sabotage kunnen grote gevolgen hebben voor vitale infrastructuur.

Daarom werkt VSL in het Europese project TOCK (Transportable Optical Clocks for Key Comparisons) mee aan de ontwikkeling van een nieuwe generatie draagbare optische klokken. Die klokken zijn veel nauwkeuriger dan de atoomklokken die nu gangbaar zijn (tot wel een factor duizend) en kunnen helpen om tijd minder afhankelijk te maken van satellietsignalen. VSL werkt daarbij onder meer samen met de Universiteit van Amsterdam en SURF, de ICT-coöperatie van Nederlandse onderwijs- en onderzoeksinstituten. Binnen TOCK is VSL werkpakketleider voor de brede acceptatie en ingebruikname van deze technologie in de praktijk.

Wat merk je hiervan?

Een robuuste, satellietonafhankelijke tijdsbron maakt vitale infrastructuur (zoals het elektriciteitsnet, communicatienetwerken en financiële systemen) minder kwetsbaar. Dat is belangrijk voor energiebedrijven, telecomproviders, banken, hulpdiensten en andere organisaties die erop rekenen dat digitale systemen exact op tijd blijven lopen. Als één systeem uitvalt of wordt verstoord, moet er een betrouwbare terugvaloptie zijn.



Veiligheid en Veerkracht

De tijd die we niet kunnen missen

Wat is er dit jaar bereikt, en wat komt erna?

In 2025 heeft VSL gewerkt aan een betere verbinding tussen het tijdslab in Delft en de Universiteit van Amsterdam, waar een nieuwe optische klok wordt gebouwd. Via een glasvezelnetwerk (mede aangelegd met SURF) stuurt VSL nu continu een nauwkeurig tijdsignaal naar Amsterdam, zodat de UvA dat direct als referentie kan gebruiken bij het ontwikkelen van de klok. Om die samenwerking verder te versterken, werkt een VSL-collega één dag per week op locatie bij de UvA.

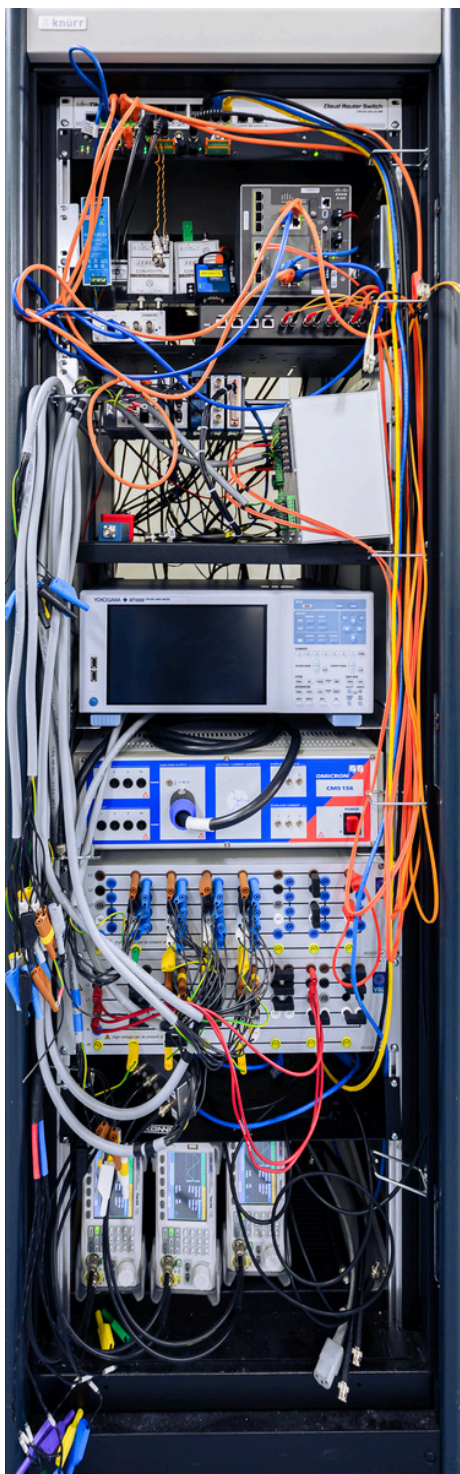
Op termijn kunnen draagbare optische klokken worden ingezet om tijdschalen van verschillende landen met elkaar te vergelijken zónder dat daarvoor satellieten nodig zijn. Daarmee draagt TOCK bij aan een toekomst waarin tijd nauwkeuriger en robuuster kan worden vastgesteld, en uiteindelijk aan een nieuwe definitie van de seconde zelf.

“Zonder een betrouwbare referentie weet je niet of je nieuwe klok klopt. Vóór dit project maakte de Universiteit van Amsterdam gebruik van lokale frequentiestandaarden als referentie; niet herleidbaar gekalibreerd, en niet stabiel genoeg voor hun onderzoek. Door onze samenwerking met SURF brengen we nu een nauwkeurig tijdsignaal vanuit Delft rechtstreeks tot in het laboratorium in Amsterdam. Het verschil is groot: de tijdsreferentie die de UvA nu heeft, is circa een factor honderd nauwkeuriger dan voorheen. En dat had direct effect: de eerste signalen uit de nieuwe optische klok konden al worden geverifieerd met ons signaal als basis – een fundament dat er voorheen simpelweg niet was.”

Erik Dierikx
Principal Scientist Electricity & Time



Digitalisering **Het elektriciteitsnet leren lezen**



Meer zonnepanelen, meer windmolens, meer laadpalen: het elektriciteitsnet verandert sneller dan ooit. Om dat net goed te kunnen beheren, is betrouwbare data onmisbaar. Netbeheerders moeten bijvoorbeeld op tijd kunnen zien waar een wijk of regio dreigt vast te lopen door pieken in stroomverbruik of teruglevering. Maar de tools die zulke voorspellingen maken, zijn zelf nog niet altijd voldoende gevalideerd.

Daar ligt de kern van het Europese project GridData, dat door VSL wordt gecoördineerd. In dit project ontwikkelen VSL en Europese partners een raamwerk om data-analysemethoden voor het elektriciteitsnet beter te toetsen. Het gaat dus niet alleen om de meting zelf, maar ook om de rekenstap erna: de modellen en algoritmes die van ruwe meetdata bruikbare voorspellingen maken over netcongestie en onbalans.

Wat merk je hiervan?

Beter gevalideerde data-analyse helpt netbeheerders om eerder en betrouwbaarder te zien waar knelpunten kunnen ontstaan. Dat is belangrijk nu het elektriciteitsnet zwaarder wordt belast door elektrificatie, duurzame opwek en pieken in vraag en aanbod. Uiteindelijk draagt dit bij aan een stabiel net en beter onderbouwde keuzes over uitbreiding, sturing en onderhoud.

Digitalisering

Het elektriciteitsnet leren lezen

Wat is er dit jaar bereikt, en wat komt erna?

GridData is in juni 2025 gestart. VSL organiseerde de kick-off als projectcoördinator en legde contact met netbeheerders Alliander en Stedin om echte meetdata te kunnen gebruiken: van Alliander voor congestievoorspellingen, van Stedin voor frequentieafwijkingen. Ook heeft VSL het softwaresysteem OpenSTEF van Alliander geïnstalleerd en de eerste analyses met dit systeem uitgevoerd. Daarnaast is een stakeholdercommissie opgezet, die voor het eerst is samengekomen.

Het project loopt door tot 2028. In dezelfde periode is ook het verwante project SmartGasNet gestart, waarin met een vergelijkbare aanpak wordt gewerkt aan betrouwbare data voor gasnetwerken. Samen laten deze projecten zien dat digitalisering in de metrologie niet alleen draait om méér data, maar vooral om de vraag: hoe weet je of de conclusies uit die data betrouwbaar genoeg zijn?

“Als de onzekerheden van data-analysemethodes niet goed worden ingeschat, zijn er twee risico’s: óf je hanteert te grote veiligheidsmarges, wat onnodig hoge kosten met zich meebrengt, óf je hanteert juist te kleine marges, waardoor het risico op overbelasting of instabiliteit toeneemt. In beide gevallen vertrouw je op onjuiste informatie en neem je suboptimale beslissingen over het elektriciteitsnetwerk. Precies daarom is het zo belangrijk dat dit soort methodes eenduidig en betrouwbaar gevalideerd kan worden.”

Gertjan Kok, Principal Scientist Data Science & Modelling & Helko van den Brom, Principal Scientist



Tot besluit

Vijf projecten, vijf thema's, één rode draad: hoe nauwkeuriger je kunt meten, hoe beter de beslissingen die uit die metingen voortvloeien. Of het nu gaat om een waterstoftankstation, een stal vol koeien, een zonnepaneel of het elektriciteitsnet: VSL blijft die nauwkeurigheid het komende jaar verder ontwikkelen, in nieuwe en lopende projecten.

Heeft u na het lezen van dit verslag nog vragen? Neem gerust contact op via vsl@vsl.nl.

