

Eindrapport Haalbaarheidsstudie Video Exposure Monitoring systemen

Lexces Academy

Eindrapport	
Hoofdaanvrager	Nederlands Kenniscentrum Arbeid en Longaandoeningen (NKAL)
Omschrijving:	Haalbaarheidsstudie Video Exposure Monitoring systemen
Auteurs	Paul van de Sandt, Arbeidshygiënist, PreventPartner Jolanda Willems, Arbeidshygiënist en Toxicoloog, PreventPartner Ellen Wissink, Arbeidshygiënist, PreventPartner Nettie van der Meer, Arbeidshygiënist, NKAL
Datum rapport	26-6-2026
Status	Definitief

Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	4
1.1 Achtergrond	4
1.2 Vraagstellingen	5
1.3 Doelstellingen	5
1.4 Afbakening	5
1.5 Methode en aanpak haalbaarheidsstudie	5
1.6 Inzet klankbordgroep	6
1.7 Uitleg verschillende VEM-systemen	7
2 Criteria voor beoordeling Video Exposure Monitoring (VEM) systemen	9
3 Resultaten	11
3.1 Beschikbaarheid VEM-systemen	11
3.2 Bevindingen interviews en feedback	12
3.3 Pilots	13
3.3.1 Informatie over de pilots	13
3.3.2 Bevindingen pilots	14
3.4 Analyse – vergelijking van Video Exposure Monitoring systemen	16
4 Conclusies	21
4.1 Bruikbaarheid van VEM-systemen in de arbeidshygiënische praktijk	21
4.2 Geschiktheid van VEM-systemen voor verschillende toepassingen	21
4.3 Voor- en nadelen van de VEM-systemen	22
4.4 Randvoorwaarden en eisen voor toepassing	23
4.5 Implementatie in Nederland	23
5 Implementatievoorstel	25
5.1 Positionering van VEM-systemen in de arbeidshygiënische praktijk	25
5.2 PIMEX 2.0 beschikbaarheid en organisatie	25
5.3 Training, ondersteuning en standaardisatie	26
5.4 Randvoorwaarden borgen voor verantwoord gebruik	27
5.5 Kennisdeling en landelijke coördinatie	27
5.6 Vervolgonderzoek	27
Bijlage A Details VEM-systemen	28
A.1 PIMEX 2.0	28
A.2 EVADE	31
A.3 Telemetry Overlay	34
Bijlage B Koppeling apparatuur aan PIMEX 2.0	37
Bijlage C Workshop 'Zicht op blootstelling' - NVva Symposium	40

Samenvatting

In deze haalbaarheidsstudie is onderzocht in hoeverre Video Exposure Monitoring (VEM) systemen toepasbaar zijn in de Nederlandse arbeidshygiënische praktijk. VEM-systemen combineren videobeelden met gelijktijdige metingen van blootstelling, waardoor zichtbaar wordt welke werkzaamheden leiden tot verhoogde blootstelling. Dit maakt ze niet alleen een meetinstrument, maar vooral een krachtig hulpmiddel voor communicatie, bewustwording en gedragsverandering op de werkvloer.

De studie is uitgevoerd door NKAL en PreventPartner (2025–2026) en is mogelijk gemaakt door financiering van Lexces Academy. Het onderzoek richtte zich op drie systemen: PIMEX 2.0, EVADE en Telemetry Overlay. Op basis van literatuuronderzoek, interviews met experts, labtesten en twee praktijkpilots (gericht op stof, lasrook en vluchtige organische stoffen) zijn deze systemen beoordeeld op gebruiksvriendelijkheid, praktische toepasbaarheid, technische mogelijkheden en geschiktheid voor arbeidshygiënische doeleinden.

De resultaten laten zien dat VEM-systemen duidelijke meerwaarde bieden voor inzicht in blootstellingsbronnen en piekmomenten, onderbouwing van beheersmaatregelen, voorlichting en training, en het bevorderen van bewustwording en gedragsverandering bij werknemers.

Van de onderzochte systemen blijkt PIMEX 2.0 momenteel het meest geschikt voor directe toepassing in de praktijk. Dit systeem maakt het mogelijk om tijdens en direct na metingen resultaten te bekijken en te bespreken op de werkplek. Hierbij worden blootstellingspieken direct gekoppeld aan specifieke handelingen, wat essentieel is voor effectieve interventie. EVADE en Telemetry Overlay zijn technisch bruikbaar, maar vereisen aanzienlijke nabewerking van data. Hierdoor zijn ze minder geschikt voor directe inzet op de werkvloer, maar wel waardevol voor analyse achteraf en het maken van voorlichtingsmateriaal. Telemetry Overlay onderscheidt zich daarbij door de mogelijkheid om visueel aantrekkelijke presentatievideo's te maken.

Voor succesvolle implementatie in Nederland zijn vier factoren cruciaal: beschikbaarheid van werkende systemen - inclusief geschikte sensoren - voldoende kennis en training van gebruikers, heldere afspraken over privacy en gebruik van beeldmateriaal, en een georganiseerde structuur voor ondersteuning en kennisdeling.

Aanbevolen wordt om PIMEX 2.0 gefaseerd te implementeren, ondersteund door een voorlopersgroep van getrainde arbeidshygiënist. Daarnaast wordt landelijke coördinatie aanbevolen om kennisdeling, training en verdere ontwikkeling te faciliteren.

Concluderend zijn VEM-systemen een waardevolle en praktisch toepasbare aanvulling voor de arbeidshygiënische praktijk in Nederland, mits wordt geïnvesteerd in techniek, kennis en organisatie.



1 Inleiding

Met behulp van Video Exposure Monitoring systemen (verder VEM-systemen genoemd) kunnen gelijktijdig blootstellingsniveaus en videobeelden worden weergegeven. Om te onderzoeken of en hoe VEM-systemen inzetbaar zijn in de Nederlandse, arbeidshygiënische praktijk, hebben het Nederlands Kenniscentrum Arbeid en Longaandoeningen (NKAL) en PreventPartner in 2025–2026 een haalbaarheidsstudie uitgevoerd. De studie is tot stand gekomen dankzij financiering van de Lexces Academy. Het doel van de studie was om systematisch de functionele en praktische toepasbaarheid van drie verschillende VEM-systemen te vergelijken, hun sterke en zwakke punten te identificeren en een implementatiestrategie te ontwikkelen die arbeidshygiënist in staat stelt dergelijke instrumenten laagdrempelig in te zetten.

In de arbeidshygiënische praktijk bestaat al jaren de wens om blootstelling aan gevaarlijke stoffen op de werkvloer direct zichtbaar te maken. VEM-systemen zijn niet alleen een technologisch hulpmiddel, maar vooral ook een krachtig communicatiemiddel. Visualisatie maakt immers vaak meer indruk dan cijfers alleen: werknemers zien concreet wanneer en hoe ze worden blootgesteld, leidinggevenden krijgen tastbare aanknopingspunten voor beheersmaatregelen, en arboprofessionals kunnen effectiever communiceren over risico's en oplossingen¹. In Nederland ontbreekt momenteel een werkend systeem dat gelijktijdig het blootstellingsniveau en videobeelden in real-time kan presenteren.

Dit project draagt bij aan preventie van beroepsgerelateerde aandoeningen door beter inzicht in blootstelling aan gevaarlijke stoffen door:

- Het visualiseren en analyseren van blootstelling aan gevaarlijke stoffen op de werkplek door arbeidshygiënist met een praktisch toepasbaar systeem, waardoor gerichte adviezen aan management kunnen worden gegeven voor eliminatie of reductie van blootstelling, ondersteund door beeldmateriaal.
- Verhoogde bewustwording en gedragsverandering door visualisatie. Door werknemers direct te laten zien wanneer en op welke manier ze worden blootgesteld, bevorderen VEM-systemen een discussie over de juiste werkwijzen en adequaat gebruik van beheersmaatregelen.

1.1 Achtergrond

Een bekend VEM-systeem is PIMEX (Picture Mix EXposure). Dit systeem wordt sinds de jaren 80 toegepast en is ontwikkeld door Gunnar Rosén en Ing-Marie Andersson. PIMEX is in 2005 in Nederland geïntroduceerd (met een VAST-subsidie, Versterking Arbeidsomstandighedenbeleid Stoffen). Het is gedurende een tiental jaren toegepast voor directe interventies op de werkplek, het produceren van voorlichtingsfilms (o.a. voor Arbocatalogi) en in divers onderzoek. Deze originele methode was ooit een grote doorbraak, maar het systeem bleek omslachtig in gebruik en verdween langzaam uit beeld. Sinds 2020 is PIMEX niet meer in gebruik in Nederland. De praktijk wees uit dat PIMEX moeilijk hanteerbaar was, mede omdat minimaal twee arboprofessionals nodig waren om met het systeem te werken.

In de afgelopen jaren zijn er internationaal nieuwe generaties VEM-systemen ontwikkeld, zoals PIMEX 2.0 (STAMI, Noorwegen), CAPTIV (TEA, Frankrijk), EVADE (Enhanced Video Analysis of Dust Exposures, NIOSH, VS) en Chemical Chamber/VECA System (ASEPEYO, Spanje).

¹ Rosen G. et al. 2005, A review of video exposure monitoring as an occupational hygiene tool. Ann. occup. Hyg., Vol. 49, No. 3, pp. 201–217

1.2 Vraagstellingen

Voor de haalbaarheidsstudie zijn de volgende vraagstellingen geformuleerd:

- Wat is de bruikbaarheid van de VEM-systemen in de dagelijkse praktijk van de arbeidshygiënist in Nederland
 - ten behoeve van voorlichtings- en trainingsdoeleinden m.b.t. gevaarlijke stoffen; en
 - voor het inzichtelijk maken van blootstellingsbronnen van gevaarlijke stoffen ten behoeve van advisering over beheersing van blootstelling?
- Voor welke toepassingen zijn de VEM-systemen geschikt?
- Welke eisen en randvoorwaarden zijn van toepassing op de VEM-systemen?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de VEM-systemen?
- Wat is noodzakelijk voor een goede implementatie van een VEM-systeem?

1.3 Doelstellingen

Doelstelling van de haalbaarheidsstudie is het beschikbaar krijgen van een systeem binnen Nederland waarmee arbeidshygiënist laagdrempelig blootstelling aan gevaarlijk stoffen kunnen visualiseren op de werkplek.

Met dit project willen we het volgende bereiken:

- Systematische evaluatie van de functionele en praktische toepasbaarheid van verschillende VEM-systemen.
- Vergelijkende analyse van de VEM-systemen om hun respectieve sterktes en beperkingen te identificeren.
- Overzicht van de factoren die implementatie en gebruik van deze VEM-systemen bevorderen of belemmeren.
- Implementatiestrategie voor VEM-systemen voor arbeidshygiënist in Nederland, waarbij aandacht wordt besteed aan de noodzakelijke technologische en organisatorische randvoorwaarden.

1.4 Afbakening

Het project heeft zich specifiek gericht op het visualiseren van blootstelling aan stoffen. Andere factoren zoals geluid, trillingen of fysieke belasting zijn niet meegenomen.

1.5 Methode en aanpak haalbaarheidsstudie

Voor de haalbaarheidsstudie is de volgende aanpak gevolgd:

- **Literatuuronderzoek**
Achtergrondinformatie is verzameld over de toepassing van verschillende VEM-systemen in de internationale context.
- **Opstellen criterialijst**
Er is een criterialijst opgesteld waarop de VEM-systemen vergeleken zijn.
- **Interviews**
Tijdens het onderzoek zijn de volgende interviews gehouden:
 - Gunnar Rosén en Ing-Marie Andersson - Dalarna Universiteit, Zweden.
 - Nils Petter Skaugset en Rune Madsen - STAMI, Noorwegen.
 - Stéphane Folley, TEA - Tech Ergo Appliquées, Frankrijk (leverancier van CAPTIV)
 - Santos Huertas - Innovation and Research Director, ASEPEYO, Spanje (VECA system)

Daarnaast is contact gelegd met de afdeling Business Development van TNO vanwege hun ervaringen met EVADE.

- **Beschikbaar krijgen van drie systemen en verzamelen van gebruikerservaringen**
Voor de verschillende VEM-systemen is de beschikbaarheid onderzocht, o.a. door middel van documentonderzoek, interviews, contacten met producenten en een werkconferentie op 14-15 mei 2025 bij STAMI in Noorwegen. Voor de toe te passen drie systemen PIMEX 2.0, EVADE en Telemetry Overlay zijn vervolgens lab-testen uitgevoerd waarbij is getest of het mogelijk is om de systemen draaiend te krijgen.
- **Pilots voor vergelijking systemen**
Er zijn pilots uitgevoerd om de VEM-systemen te kunnen uitproberen en vergelijken in de praktijk. Hierbij zijn drie systemen parallel ingezet om blootstelling aan gevaarlijke stoffen zichtbaar te maken. De VEM-systemen zijn onder identieke omstandigheden ingezet. Er is beoordeeld of de informatie ter plekke geanalyseerd kan worden met de drie VEM-systemen. Waar nodig heeft analyse achteraf plaatsgevonden.
 - Pilot 1: Heijmans – 15 oktober 2025, gericht op stof en (las)rook;
 - Pilot 2: NKAL – 30 maart 2026, gericht op vluchtige organische stoffen.
- **Gegevensverwerking en analyse**
De bevindingen van het literatuuronderzoek en de interviews zijn verwerkt, samengevat en geanalyseerd evenals de bevindingen uit de twee uitgevoerde pilot-onderzoeken.
- **Input ophalen voor implementatie**
Tijdens een workshop op het NVvA-symposium 2026 is aan de 24 deelnemers gevraagd om input voor de implementatie van VEM-systemen in de praktijk. Een aantal van deze ideeën is meegenomen in deze rapportage.
- **Rapportage**
Tenslotte is één integrale eindrapportage opgesteld, waarin alle bevindingen en analyses worden samengebracht.
- **Kennisdeling**
Door publicatie, het organiseren van kennissessies/webinars en het delen van resultaten met relevante stakeholders worden de inzichten en resultaten van dit onderzoek verder verspreid.

1.6 Inzet klankbordgroep

Tijdens het project is een Klankbordgroep ingezet. De Klankbordgroep beschikt over inhoudelijke (praktijkgerichte) expertise en verstrekt ervaringen en feedback om de relevantie en toepasbaarheid van het onderzoek en de eindrapportage te waarborgen. De Klankbordgroep is gedurende de studie twee keer bijeengekomen.

De klankbordgroep is ingezet voor het vaststellen van criteria waarmee de systemen onderling zijn vergeleken. Het streven hierbij was om alle drie de systemen te testen, behalve wanneer deskresearch en lab-testen uit zouden wijzen dat een systeem niet in de praktijk getest zou kunnen worden.

Met deze groep zijn daarnaast na het uitvoeren van de pilots de ervaringen vanuit de desktopresearch, de lab-testen en de pilots besproken. Ook is de conceptrapportage doorgesproken. Ze zijn geconsulteerd voor het duiden van de analyses en de resultaten en een heldere verslaglegging daarvan.



Aan de Klankbordgroep hebben deelgenomen:

- Monique Waegemaekers – specialist arbeidshygiëne Kenniscentrum Nederlandse Arbeidsinspectie
- Petra Beurskens – arbeidshygiënist Arbo Unie, lid Expertise Centrum Toxische Stoffen Arbo Unie, heeft gewerkt met PIMEX
- André Winkes – arbeidshygiënist, Executive Board Member voor International Occupational Hygiene Association (IOHA), heeft binnen Arbo Unie gewerkt met PIMEX en EVADE

1.7 Uitleg verschillende VEM-systemen

De volgende Video Exposure Monitoring systemen zijn momenteel beschikbaar:

- **PIMEX 2.0** is een doorontwikkeling van het oorspronkelijke PIMEX-systeem (Picture Mix EXposure), dat in de jaren tachtig is ontwikkeld door Gunnar Rosén en Ing-Marie Andersson en later in Nederland is toegepast voor interventies op de werkplek, onderzoek en het maken van voorlichtingsmateriaal. De huidige versie is doorontwikkeld door STAMI, het Noorse nationale instituut voor arbeidsomstandigheden. PIMEX 2.0 is specifiek gericht op het koppelen van videobeelden aan meetdata van sensoren, zodat blootstellingspieken direct zichtbaar worden in relatie tot werkzaamheden en werkomstandigheden. Een belangrijk kenmerk van dit systeem is dat het is ontworpen voor praktisch arbeidshygiënisch gebruik: meetresultaten kunnen tijdens of meteen na de meting zichtbaar worden gemaakt, wat het systeem geschikt maakt voor directe terugkoppeling en bespreking op de werkvloer. STAMI was bereid de software via een warme overdracht beschikbaar te stellen, inclusief ondersteuning bij installatie en koppeling van systemen. De inzet en implementatie van PIMEX zijn beschreven in diverse publicaties, onder meer over toepassing in de aluminiumindustrie^{2 3}.
- **EVADE**⁴ (Enhanced Video Analysis of Dust Exposures) is ontwikkeld door NIOSH en kan gratis worden gedownload. Het is een softwaretool die videobeelden koppelt aan meetdata van stofconcentraties, zodat blootstelling visueel inzichtelijk wordt gemaakt. Hierdoor kunnen piekmomenten en risicovolle handelingen sneller worden herkend. EVADE wordt vooral gebruikt in sectoren zoals de mijnbouw en bouw om gerichte maatregelen te nemen en de arbeidsveiligheid te verbeteren.
- **CAPTIV**⁵ is een commercieel Frans systeem, ontwikkeld door TEA. In algemene zin is CAPTIV bedoeld om gegevens uit verschillende bronnen, zoals video-opnamen en meetdata, met elkaar te combineren, zodat werkzaamheden en blootstellingsmomenten in samenhang kunnen worden geanalyseerd. Het systeem is vooral gericht op de analyse van biomechanische sensoren. Er zijn jaarlijkse licentiekosten aan verbonden.
- **Chemical Chamber/VECA System**⁶ is een in Spanje door ASEPEYO ontwikkeld systeem voor de visualisatie van blootstelling aan chemische agentia. Het fungeert als een bewustmakings- en analyse-instrument, waarbij videobeelden van werkzaamheden worden gesynchroniseerd met direct gemeten concentraties van verontreinigende stoffen. Het systeem maakt het mogelijk om

² <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/use-pimex-visualisation-technique-minimizing-exposure>

³ Hedlund, A. et. al. 2015. Implementation of Video Exposure Monitoring in Aluminum Industry. Dalarna University, Working papers in transport, tourism, information technology and microdata analysis, nr. 2015:12

⁴ Enhanced Video Analysis of Dust Exposures (EVADE) software (version 2.0.1). Authors Reed WR et al, source: Pittsburgh, PA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2014-134C, 2017 Mar; CD-ROM. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/mining/worksheets/1867.html>

⁵ <https://www.teaergo.com/captiv/>

⁶ <https://simposiohigieneindustrial.es/wp-content/uploads/2024/11/P-021.pdf>

kritieke taken, piekblootstellingen en blootstellingsbronnen inzichtelijk te maken. Door de directe koppeling tussen beeld en meetdata kan gericht worden geanalyseerd welke handelingen of omstandigheden leiden tot verhoogde blootstelling, en welke preventieve maatregelen effectief kunnen worden ingezet. In de toepassing ligt de nadruk op de didactische en praktische meerwaarde: het systeem ondersteunt zowel bewustwording bij werknemers als onderbouwing van verbetermaatregelen binnen het arbeidsproces.

- **Telemetry Overlay⁷** is een softwaretool ontwikkeld door een onafhankelijke ontwikkelaar (Prototyping Barcelona) voor het visualiseren van telemetrie- en meetdata in videobeelden. Het betreft geen klassiek arbeidshygiënisch VEM-systeem, maar een generieke applicatie waarmee data uit uiteenlopende bronnen en bestandsformaten, waaronder CSV-bestanden, als overlay over video kan worden geplaatst. De software biedt mogelijkheden voor het synchroniseren, vormgeven en exporteren van video's (bijvoorbeeld in mp4-formaat), waardoor meetdata visueel gekoppeld kunnen worden aan handelingen in beeld. Daarmee is de tool in beginsel toepasbaar voor het inzichtelijk maken van blootstellingsmomenten, mits geschikte meetdata beschikbaar is.

⁷ Telemetry Overlay: <https://goprotelemetryextractor.com/>

2 Criteria voor beoordeling Video Exposure Monitoring (VEM) systemen

De VEM-systemen zijn beoordeeld aan de hand van criteria die aansluiten bij het beoogde gebruik in de Nederlandse arbeidshygiënische praktijk: laagdrempelige inzet op de werkplek, ondersteuning van voorlichting en training, en het zichtbaar maken van blootstellingsbronnen voor advisering over beheersmaatregelen. In het project is hiervoor expliciet een criterialijst opgesteld met onder meer aandacht voor toegankelijkheid, effectiviteit, gebruiksgemak, mogelijkheid tot koppeling met sensoren, weergave van resultaten en de kosten.

De Video Exposure Monitoring systemen zijn beoordeeld op de volgende criteria:

- **Gebruiksvriendelijkheid** – Met gebruiksvriendelijkheid wordt bedoeld in hoeverre het systeem door arbeidshygiënist zonder langdurige inwerkperiode kan worden gebruikt. Daarbij is gekeken naar de duidelijkheid van de software, het aantal benodigde handelingen, de eenvoud van installatie, het synchroniseren van video en meetdata en de mate waarin een systeem 'plug-and-play' werkt.
- **Praktische toepasbaarheid in dagelijkse arbeidshygiënische praktijk** – De mate waarin het systeem bruikbaar is in echte werksituaties, bijvoorbeeld voor metingen op locatie, snelle terugkoppeling aan werknemers en leidinggevend, bronopsporing, voorlichting, training en risicocommunicatie.
- **Kosten (aanschaf en software)** – Het criterium kosten betreft de directe kosten: de aanschafkosten van het systeem en licentiekosten van de software.
- **Systeem ontwikkeld voor arbeidshygiënische doeleinden** – Met dit criterium is beoordeeld vanuit welke achtergrond het VEM-systeem is ontwikkeld en in hoeverre het systeem aansluit bij de werkwijze, informatiebehoefte en beoordelingspraktijk van arbeidshygiënist.
- **Geschiktheid voor directe feedback en bewustwording** – De mate waarin het systeem blootstellingspieken direct of kort na de meting zichtbaar koppelt aan concrete handelingen, bronnen of werkomstandigheden. Dit bevordert directe bewustwording en bespreking op de werkplek.
- **Geschiktheid voor voorlichting en training** – De mate waarin de output geschikt is voor toolboxen, instructie, opleiding of risicocommunicatie. Daarbij is gekeken of resultaten begrijpelijk en visueel overtuigend kunnen worden gepresenteerd.
- **Inzicht in blootstellingsbronnen t.b.v. advisering over beheersmaatregelen** – De mate waarin het systeem helpt om blootstellingsbronnen, risicovolle handelingen of processtappen te herkennen. Dit is nodig om gerichte adviezen te kunnen geven over bronaanpak en technische, organisatorische of persoonlijke beheersmaatregelen.
- **Benodigde kennis en vaardigheden** – De mate waarin specialistische kennis en/of vaardigheden nodig zijn om het systeem te gebruiken, zoals kennis van meetapparatuur, dataverwerking, software, videoanalyse of arbeidshygiënische interpretatie.
- **Beheer van het systeem** – De mate waarin het systeem in de toekomst praktisch werkbaar en actueel te houden is.
- **Technische mogelijkheden – Directe weergave van resultaten bij opname en direct erna** – Met dit criterium is beoordeeld of een systeem de meetwaarden tijdens de opname of direct na afloop



zichtbaar kan maken in combinatie met de videobeelden. Dat is belangrijk omdat juist de directe koppeling van handeling en blootstellingspiek de kracht van VEM vormt: werknemers en leidinggevenden kunnen meteen zien welke taak, houding of werkwijze samenhangt met verhoogde blootstelling.

- **Technische mogelijkheden – Presentatievideo in mp4-formaat beschikbaar** – Dit criterium betreft de mogelijkheid om van de meting een deelbare eindvideo te maken, bij voorkeur in een gangbaar bestandsformaat zoals mp4. Dat is van belang voor rapportage, terugkoppeling op de werkvloer, gebruik in toolboxes, onderwijs en bredere kennisdeling.
- **Technische mogelijkheden – Koppeling apparatuur** – Met koppeling apparatuur wordt bedoeld in welke mate het systeem verbonden kan worden met verschillende meetinstrumenten en sensoren, zoals stofmeters, Photoionization Detectors (PID) of andere meetinstrumenten. Een breed inzetbaar systeem moet idealiter niet afhankelijk zijn van één specifiek instrument, maar verschillende typen meetdata kunnen inlezen en synchroniseren met video.



3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de bevindingen uit het literatuuronderzoek, de interviews, de testen en de pilots samengebracht. De resultaten zijn primair bedoeld om te beoordelen in hoeverre de onderzochte VEM-systemen bruikbaar en implementeerbaar zijn in de Nederlandse praktijk.

Omdat de studie een haalbaarheidskarakter heeft, ligt de nadruk op vergelijking van functionaliteiten, praktische toepasbaarheid en voorwaarden voor implementatie.

3.1 Beschikbaarheid VEM-systemen

Voor de VEM-systemen zijn verschillende aanviegroutes gebruikt om de beschikbaarheid te onderzoeken, zoals hieronder uiteengezet.

- **PIMEX 2.0** – Op 14-15 mei 2025 heeft bij STAMI in Noorwegen een werkconferentie plaatsgevonden met de oorspronkelijke ontwikkelaars van PIMEX en de doorontwikkelaar van PIMEX 2.0. Tijdens deze bijeenkomst zijn interviews gehouden met Noorse en Zweedse experts. In de werkconferentie heeft een warme overdracht plaatsgevonden van het PIMEX 2.0 systeem (software-installatie en uitleg over koppeling van sensoren) door de technische afdeling van STAMI. Hiervoor zijn twee specifieke Windows tablets aangeschaft. Tijdens de werkconferentie hebben de oorspronkelijke ontwikkelaars van PIMEX (Gunnar Rosén en Ing-Marie Andersson, Dalarna Universiteit, Zweden) en de onderzoekers Nils Petter Skaugset en Rune Madsen (STAMI) hun ervaringen gedeeld over het gebruik van PIMEX in de arbeidshygiënische praktijk. Tevens heeft een discussie over implementatie plaatsgevonden.
- **EVADE** – Het programma is gedownload en er heeft een gesprek plaatsgevonden met de huidige gebruikers van EVADE binnen Nederland (TNO) over toepassingsmogelijkheden van EVADE voor visualisatie van blootstelling aan stoffen. Bij navraag gaf TNO aan dat het koppelen en synchroniseren van de data arbeidsintensief is voor EVADE en specifieke expertise vergt; het was niet mogelijk om dat op generiek niveau voor elkaar te krijgen. Er is voor elk type sensor een apart script nodig om de data om te zetten in een geschikt format. Ook gaf TNO aan dat er beperkte analyse mogelijk is binnen EVADE en dat in de toekomst wellicht andere software nodig zou zijn om resultaten eenvoudiger te kunnen verwerken.
- **CAPTIV** – In de verkennende fase is CAPTIV meegenomen als mogelijk bruikbaar VEM-systeem. De leverancier heeft een demonstratie van de software verzorgd. Binnen deze haalbaarheidsstudie is CAPTIV echter niet verder in de praktijk getest. De belangrijkste reden hiervoor was dat gebruik van het systeem kostentechnisch niet haalbaar bleek binnen de beschikbare projectmiddelen (initiële aanschaf is €1.850 voor 12 maanden inclusief training, daarna €1.500 per jaar). Er is contact geweest met de leverancier om te onderzoeken of de programmatuur tijdelijk kosteloos of tegen beperkte kosten beschikbaar kon worden gesteld voor een proefperiode, bijvoorbeeld voor één maand of via een beperkte licentieconstructie. Dit bleek niet uitvoerbaar. Daarnaast bleek uit de demonstratie van de CAPTIV-software dat het systeem geen 'plug-and-play'-karakter heeft. Dat betekent dat het systeem naar verwachting meer voorbereiding, configuratie en technische inrichting vraagt voordat het in de praktijk gebruikt kan worden.
- **Telemetry Overlay** – Omdat CAPTIV moeilijk te gebruiken en moeilijk beschikbaar bleek te zijn, is gezocht naar een alternatief VEM-systeem om mee te nemen in deze studie. Daarbij is Telemetry Overlay in beeld gekomen als een generieke softwaretool waarmee meetdata als overlay over videobeelden kunnen worden geplaatst. Het systeem is oorspronkelijk niet specifiek ontwikkeld voor arbeidshygiënische toepassingen, maar biedt wel mogelijkheden om externe telemetrie- of

sensordata te koppelen aan videomateriaal en deze in een visueel aantrekkelijke vorm weer te geven. Binnen het project is Telemetry Overlay daarom verkend als alternatief voor het maken van visualisaties van blootstelling, met name voor presentatiedoeleinden en nabewerking van meet- en videodata. Binnen deze studie is Telemetry Overlay vooral onderzocht op de vraag of het bruikbaar is als praktisch alternatief voor VEM-doeleinden wanneer directe inzet van specifiek arbeidshygiënische software niet mogelijk is.

- **Chemical Chamber/VECA System** – Binnen deze haalbaarheidsstudie kon het systeem niet worden beoordeeld omdat het niet openbaar beschikbaar is.

Vanwege bovengenoemde redenen zijn CAPTIV en Chemical Chamber/VECA System niet verder in beschouwing genomen. Met PIMEX 2.0, EVADE en Telemetry Overlay zijn vervolgens labtesten uitgevoerd waarbij is getest of het mogelijk is om de systemen draaiend te krijgen.

3.2 Labtesten

Voor de drie geselecteerde VEM-systemen zijn de volgende labtesten uitgevoerd:

- Tijdens de werkconferentie bij STAMI is de PIMEX 2.0 software geïnstalleerd op de twee meegebrachte Windows tablets. Diverse meetapparatuur is ter plaatse succesvol aan het systeem gekoppeld, waaronder een PIMEX stofsensor en een meegebrachte Casella stofmeter (met analoge uitgang), alsmede een geluidmeter en een klimaatmeter (zie voor meer details bijlage B). Verschillende video-opnamen zijn gemaakt en teruggekeken. Ook is de mp4 export functionaliteit getest.
- De NIOSH EVADE software is gedownload en geïnstalleerd op de tablets. De bijbehorende voorbeeldbestanden van de NIOSH website (een video-bestand en een databestand met stofconcentraties in CSV format) zijn ingelezen in het programma. De verschillende weergave- en analysefuncties van het programma zijn uitgeprobeerd.
- De Telemetry Overlay software is aangeschaft en geïnstalleerd op één van de tablets. De EVADE voorbeeldbestanden van de NIOSH website zijn met succes ingelezen in het programma en gebruikt om de functionaliteiten van het programma te leren kennen.

Met de labtesten is aangetoond dat met alle drie systemen videobeelden en meetdata gecombineerd kunnen worden weergegeven. De drie systemen zijn daarom verder uitgetest in de pilots. Aanwijzingen voor het gebruik van de drie systemen zijn opgenomen in bijlage A.

3.3 Bevindingen interviews en feedback

Uit de gesprekken met ontwikkelaars, ervaren gebruikers en leden van de Klankbordgroep komt een duidelijk en consistent beeld naar voren over de meerwaarde en de randvoorwaarden van VEM-systemen:

- De geïnterviewden waarderen VEM-systemen in de eerste plaats omdat deze systemen complexe blootstellingsinformatie vertalen naar een visueel en direct begrijpelijk verhaal over het werkproces. Door meetdata te koppelen aan videobeelden ontstaat inzicht in welke handelingen, werkwijzen of omgevingsfactoren samenhangen met verhoogde blootstelling, op welke momenten piekblootstellingen optreden en welk effect beheersmaatregelen of gedragsaanpassingen hebben. Daarmee leveren VEM-systemen niet alleen meetinformatie op, maar vormen zij ook een krachtig hulpmiddel voor interpretatie, communicatie en interventie.
- Geïnterviewden benadrukken dat visualisatie een sterke meerwaarde heeft voor voorlichting en training. Werknemers herkennen hun eigen handelingen in beeld, waardoor de koppeling tussen



- gedrag en blootstelling concreet wordt. Dat bevordert bewustwording en maakt het makkelijker om verbetermaatregelen te bespreken.
- Tegelijkertijd maken de interviews duidelijk dat de praktische bruikbaarheid van een VEM-systeem in hoge mate wordt bepaald door de technische en organisatorische drempel van het gebruik. Een systeem wordt alleen duurzaam toegepast wanneer de voorbereiding, uitvoering en verwerking voldoende eenvoudig en betrouwbaar zijn. Daarbij zijn aspecten genoemd als benodigde voorbereidingstijd, gebruiksgemak van de software, storingsgevoeligheid, compatibiliteit met verschillende typen meetapparatuur, eenvoudige synchronisatie van video- en meetdata en de beschikbaarheid van technische ondersteuning of handleidingen. Zodra het systeem te bewerkelijk, te kwetsbaar of te afhankelijk van specialistische kennis is, neemt de kans af dat het in de dagelijkse arbeidshygiënische praktijk structureel en blijvend wordt ingezet.
 - Daarnaast is in de gesprekken nadrukkelijk gewezen op de randvoorwaarden rond het verantwoord gebruik van videobeelden op de werkplek. Omdat VEM-systemen werkzaamheden en personen in beeld brengen, zijn duidelijke afspraken nodig over het gebruiksdoel, privacy, toestemming, opslag en het delen van beeldmateriaal. De geïnterviewden benadrukken dat videomateriaal uitsluitend doelgericht moet worden ingezet, namelijk voor analyse, instructie, training en verbetering van de arbeidsomstandigheden, en niet voor andere doeleinden. Heldere communicatie hierover is van belang om draagvlak bij werknemers en werkgevers te behouden en om te voorkomen dat terughoudendheid ontstaat in het gebruik van het systeem.
 - Tot slot blijkt uit de interviews dat succesvolle implementatie in Nederland meer vraagt dan alleen de introductie van een technisch werkend systeem. Voor duurzame toepassing is een ondersteunende infrastructuur nodig, bestaande uit instructie en training voor gebruikers, standaardwerkwijzen voor meting en analyse, voorbeeldtoepassingen uit de praktijk, technische ondersteuning en mogelijkheden voor kennisuitwisseling tussen arbeidshygiënist. Ook vervoltraining en ondersteuning na de eerste introductie worden daarbij als belangrijk gezien. Eerdere implementatie-ervaringen met PIMEX laten zien dat juist de combinatie van techniek, training, ondersteuning en terugkoppeling bepalend is voor daadwerkelijk gebruik in de praktijk. De interviews bevestigen daarmee dat implementatie van VEM-systemen in Nederland het meest kansrijk is wanneer deze niet als losse tool, maar als onderdeel van een bredere professionele werkwijze wordt georganiseerd.

3.4 Pilots

3.4.1 Informatie over de pilots

Er zijn twee pilots uitgevoerd om PIMEX 2.0, EVADE en Telemetry Overlay onder vergelijkbare praktijkomstandigheden te toetsen op hun bruikbaarheid in de Nederlandse arbeidshygiënische praktijk. Deze pilots zijn uitgevoerd bij [Heijmans](#) en bij [NKAL](#). De nadruk lag hierbij niet op gezondheidkundige interpretatie van de gemeten concentraties, maar op de vraag in hoeverre de systemen in staat zijn om videobeelden en meetdata bruikbaar te combineren ten behoeve van bronopsporing, risicocommunicatie en het bespreken van beheersmaatregelen. De systemen zijn parallel ingezet tijdens praktijksituaties en testopstellingen. De pilots geven inzicht in de bediening van de systemen, de kwaliteit van de synchronisatie tussen video en meetdata, de mogelijkheden voor analyse tijdens of direct na de opname en de bruikbaarheid van de resultaten voor terugkoppeling aan de werkvloer.

Pilot 1: Heijmans – 15-10-2025

Bij Heijmans zijn op 15 oktober 2025 praktijkmetingen gedaan naar stof en rook met PIMEX 2.0 en de bijbehorende stofsensor zoals aangeleverd door STAMI. Tegelijkertijd zijn videobeelden gemaakt met een telefoon en is de Casella Microdust stofmeter gebruikt om naderhand beelden en metingen te



kunnen verwerken met EVADE en Telemetry Overlay. Er zijn metingen verricht tijdens diverse werkzaamheden:

- Asfaltbranden. Dit is het schoonmaken van de onderzijde van de asfalteermachine door resten asfalt eraf te branden met een lans, met en zonder ruimteventilatie of afzuiging
- Slijpen, met en zonder afzuiging
- Lassen, met en zonder (toorts)afzuiging
- Vloeren schoonmaken met bezem en veegwagens

Pilot 2: NKAL – 30-9-2025 en 30-3-2026

Op 30 september 2025 zijn de drie VEM-systemen getest bij het NKAL. Als meetapparatuur zijn ingezet: een PIMEX stofsensor, een Casella Microdust stofmeter en een MiniRAE PID-meter. Video-opnamen zijn gemaakt met de PIMEX-tablet en een action camera. Blootstellingen zijn gesimuleerd met behulp van een rookgenerator en een flesje wasbenzine.

Als aanvulling op deze pilot zijn tenslotte op 30 maart 2026 de laatste aanvullingen op het PIMEX 2.0 systeem getest:

- De nieuw gemaakte PIMEX PID-sensor voor het meten van vluchtige organische stoffen. De test omvatte het reinigen van oppervlakken met verschillende concentraties ethanol. De metingen zijn uitgevoerd in de longfunctieruimte waar de werkbank is gereinigd door een medewerker met behulp van een pipet waarmee ethanol op de bank werd gespoten die vervolgens werd verspreid met een tissue.
- Het toepassen van een Personal Air Sampling pomp op de PIMEX stofsensor, om een kortere reactietijd van de sensor te verkrijgen. De pomp was ingesteld op een debiet van 2 liter/minuut. Met een rookgenerator en een spuitbus voor het testen van rookmelders is de respons van de sensor uitgetest, met en zonder inzet van de pomp.

3.4.2 Bevindingen pilots

PIMEX 2.0

Uit de pilots komt naar voren dat PIMEX 2.0 in de praktijk het meest direct toepasbaar is. Het systeem maakt simultane opnamen van videobeelden en meetdata; direct na de meting is de opname terug te kijken in een vorm die goed bruikbaar is voor bespreking met werknemers en leidinggevend. Uit de pilot bij Heijmans komt naar voren dat vanuit het bedrijf het directe resultaat van PIMEX 2.0 de voorkeur had boven Telemetry Overlay en EVADE voor de directe terugkoppeling en bespreking met medewerkers. Ook de opbouw van de presentatie, met de grafiek onder de video, werd daar als prettig en duidelijk ervaren. Deze directe beschikbaarheid van bruikbare output is een belangrijk voordeel in situaties waarin de meting niet alleen bedoeld is voor analyse achteraf, maar juist ook voor interventie en dialoog op de werkvloer.

EVADE

De pilots laten zien dat EVADE technisch bruikbaar is, maar in de onderzochte opzet duidelijk meer voorbereiding en nabewerking vraagt. Gebruik van EVADE vereist dat de logbestanden eerst op de juiste manier moeten worden voorbereid en geïmporteerd voordat video en meetdata gecombineerd kunnen worden. In de Heijmans-pilot is genoteerd dat het gereedmaken van databestanden voor EVADE circa 1 uur en 45 minuten kostte en dat het synchroniseren van video en meetdata lastig was. Daarmee is EVADE minder geschikt voor directe terugkoppeling op locatie, maar wel inzetbaar wanneer tijd beschikbaar is voor databewerking en analyse achteraf. Dit maakt het systeem functioneel, maar minder laagdrempelig in de dagelijkse praktijk dan een systeem waarin registratie en presentatie direct geïntegreerd zijn.

Telemetry Overlay

Telemetry Overlay blijkt in de pilots vooral bruikbaar als visualisatietool voor het maken van nette en goed presenteerbare eindvideo's, maar minder sterk als direct inzetbaar arbeidshygiënisch analyse-instrument. Net als bij EVADE is ook bij Telemetry Overlay aanvullende bewerking van de databestanden nodig, bijvoorbeeld doordat tijdstempels moeten worden omgezet en de synchronisatie apart moet worden ingericht. Het systeem heeft meerdere opties voor synchronisatie van de data met de video en veel mogelijkheden om grafieken voor de meetdata te selecteren en op te maken. Het eindresultaat kan geëxporteerd worden naar mp4. In de Heijmans-pilot is vastgesteld dat Telemetry Overlay voor toolboxdoeleinden wel een optie kan zijn vanwege de fraaiere lay-out, terwijl voor directe bespreking van blootstelling PIMEX 2.0 de voorkeur had. Daarmee is Telemetry Overlay vooral sterk in presentatie achteraf en niet in inzet op de werkplek, tijdens of direct na het meetmoment.

Rol van sensorkeuze en meetrespons

De pilots laten zien dat de kwaliteit van de visualisatie mede wordt bepaald door het type sensor en de meetrespons. Op de testdag op 30 september 2025 werd bij rooktesten vastgesteld dat de PIMEX-stofsensor sneller reageerde, terwijl de Casella stofmeter hogere piekwaarden registreerde. Bij andere stofproeven, zoals met stof afkomstig van een laptopshoes en kleding, registreerde de Casella wel duidelijke waarden terwijl de PIMEX-stofsensor vrijwel niets detecteerde. Ook bij een test met twee PIMEX-sensoren gelijktijdig werden verschillen tussen sensoren gezien in piekwaarde en teruglooptijd. Deze bevindingen laten zien dat de bruikbaarheid van een VEM-systeem niet los kan worden gezien van de eigenschappen van de gekoppelde meetapparatuur. Voor de interpretatie van de beelden is daarom niet alleen de software van belang, maar ook de keuze van de sensor, het type stof of damp en de snelheid waarmee het meetsysteem veranderingen in concentratie volgt.

De PIMEX-stofsensor is in een later stadium gekoppeld aan een monsternamerpomp om een kortere responstijd te verkrijgen. Metingen in dezelfde situatie met en zonder pomp lieten, zoals verwacht, zien dat gebruik van actieve luchtaanzuiging leidt tot een snellere respons van de sensor, zowel bij toename als bij afname van de concentratie.

Het bleek niet mogelijk om een PID-meter te vinden die aan het PIMEX systeem gekoppeld kon worden. In eerste instantie konden metingen naar vluchtige organische stoffen (VOS) daarom alleen achteraf, vanuit een databestand, gekoppeld worden aan videobeelden met EVADE en Telemetry Overlay. Om toch vluchtige organische stoffen te kunnen meten met het PIMEX-systeem is een sensor gebouwd op basis van de eenvoudige sensoren BME680 en BME690. Uit labtesten kwam echter naar voren dat deze sensoren niet geschikt zijn voor een VEM-toepassing: de responstijd van deze sensoren is te lang om het patroon van de blootstelling op een goede manier in kaart te brengen. Als vervolg is daarom een kwalitatief goede PID-sensor aangeschaft, die gekoppeld kan worden aan het PIMEX 2.0 systeem. De proef op 30 maart 2026 bij NKAL met deze PID-sensor is succesvol uitgevoerd; variatie in de blootstelling was goed aan te tonen. Ook bleek het mogelijk om de PID-responsfactor ten opzichte van de standaard-stof isobutyleen te verwerken bij het presenteren van de resultaten.

Inzicht in het effect van beheersmaatregelen en werkwijzen

Inhoudelijk zijn de pilots waardevol gebleken voor het zichtbaar maken van het effect van beheersmaatregelen. In de Heijmans-pilot werden bij verschillende werkzaamheden situaties vastgelegd waarin lokale afzuiging aan- en uitgezet werd (van belang is dit exacte moment goed te registreren, eventueel door het aan-/uitzetten duidelijk op video vast te leggen of dit met een signaal/briefje in beeld aan te geven). Daarbij werd onder meer genoteerd dat een logisch blootstellingspatroon zichtbaar was wanneer afzuiging aan werd gezet en juist gepositioneerd was, bij een verschil in afstand tot de bron bij gebruik van VOS, dat de concentratie soms vertraagd daalde nadat afzuiging werd ingeschakeld en dat tijdens vloerreiniging pieken zichtbaar werden wanneer door opgewerveld stof van de veegwagens werd gelopen. Dergelijke waarnemingen illustreren de



meerwaarde van VEM-systemen: niet alleen wordt zichtbaar dat blootstelling optreedt, maar ook op welk moment, onder welke werkomstandigheden en met welk effect van een beheersmaatregel of werkwijze. Juist deze koppeling tussen handeling, blootstellingspiek en maatregel maakt de systemen relevant voor bronopsporing en voor het bespreken van verbetermaatregelen op de werkvloer.

3.5 Analyse – vergelijking van Video Exposure Monitoring systemen

In tabel 3.2 is een vergelijking opgenomen van de onderzochte VEM-systemen. Deze vergelijking laat zien dat de systemen duidelijk van elkaar verschillen in mate van praktische inzetbaarheid, ontwikkelachtergrond, kostenstructuur, toegankelijkheid en technische mogelijkheden.

De beoordeling is kwalitatief uitgevoerd. De scores geven geen exacte meting weer, maar geven een rangorde en onderbouwde indicatie van de mate waarin een systeem positief of negatief scoort op een bepaald criterium. Om de beoordeling navolgbaar te maken, is in tabel 3.1 per score kort toegelicht waarop deze is gebaseerd.

Tabel 3.1 – Toelichting kwalitatieve scores

Score	Betekenis
+++	Zeer positief / Sterk voordeel; direct bruikbaar, weinig beperkingen, duidelijk onderscheidend.
++	Positief / Goed bruikbaar; enkele kleine beperkingen, maar overwegend gunstig.
+	Licht positief / Bruikbaar, maar met duidelijke voorwaarden of beperkingen.
+/-	Gemengd beeld / zowel duidelijke voordelen als beperkingen
-	Licht negatief / beperkte belemmering. Beperking aanwezig, maar niet doorslaggevend.
--	Negatief / duidelijke belemmering. Vraagt extra handelingen, kennis, tijd of middelen.
---	Zeer negatief / groot knelpunt. Sterk beperkend voor gebruik in de praktijk.

Tabel 3.2 – Vergelijking VEM-systemen

Criterium	PIMEX 2.0	EVADE	Telemetry Overlay
Gebruiskriteria			
Gebruiksvriendelijkheid	+++ Zeer gebruiksvriendelijk: is grotendeels plug-and-play. Tijdens de opname wordt de camera van het systeem gebruikt en worden meetdata en videobeeld direct gecombineerd. Ook het direct terugkijken van een opname en het maken van een presentatievideo zijn eenvoudig uit te voeren.	-- Negatief: tijdens de opname wordt een eigen camera gebruikt. De koppeling tussen camera-opname en meetdata vraagt specifieke stappen, zoals het maken, bewerken en inlezen van een csv-bestand. Dit is geen plug-and-play en vraagt technische kennis en extra handelingen.	-- Negatief: er wordt gebruikgemaakt van een eigen camera. Videobeelden en meetdata moeten achteraf worden geïntegreerd. Dit vraagt technische handelingen, zoals het voorbereiden en importeren van databestanden, en is daardoor minder gebruiksvriendelijk, niet plug-and-play.
Praktische toepasbaarheid in dagelijkse arbeidshygiënische praktijk	++ Positief: PIMEX 2.0 is snel inzetbaar op de werkplek. Tijdens de pilotmetingen konden al direct resultaten worden opgeleverd. Het systeem is praktisch bruikbaar voor directe terugkoppeling, maar de inzetbaarheid is beperkter door het aantal geschikte sensoren en apparatuur.	+/- Gemengd beeld: EVADE is praktisch bruikbaar, maar vooral voor analyse en voorlichtingsfilms achteraf. Het duurt enkele uren voordat resultaten gedeeld kunnen worden, waardoor het systeem minder geschikt is voor directe terugkoppeling op de werkvloer.	+/- Gemengd beeld: Telemetry Overlay is praktisch bruikbaar voor het achteraf maken van voorlichtings- of analysevideo's. Het duurt enige tijd voordat resultaten beschikbaar zijn, omdat meetdata en videobeeld eerst moeten worden gekoppeld.
Kosten (aanschaf en software)	++ Positief: PIMEX 2.0 is gratis beschikbaar, maar alleen via warme overdracht. Daardoor zijn er geen directe licentiekosten, maar de toegankelijkheid hangt wel af van kennisoverdracht, begeleiding en beschikbaarheid van ondersteuning.	+++ Zeer positief: EVADE is gratis te downloaden en daardoor laagdrempelig beschikbaar. Dit maakt het aantrekkelijk voor organisaties die VEM willen verkennen zonder direct kosten te maken.	+ Licht positief: Telemetry Overlay vraagt een eenmalige licentie van circa €150. Daarmee is het systeem niet gratis, maar de kosten zijn relatief beperkt
Systeem ontwikkeld voor arbeidshygiënische doeleinden	+++ Zeer positief: PIMEX 2.0 bouwt voort op een methode die in de arbeidshygiëne al langer bekend is. In Scandinavië is ruime praktijkervaring en expertise beschikbaar. Het systeem is specifiek gericht op het zichtbaar maken van blootstelling in relatie tot werkhandelingen.	+++ Zeer positief: EVADE is ontwikkeld door NIOSH en is in de werkpraktijk toegepast door arboprofessionals voor het analyseren en verbeteren van blootstellingsrisico's op het werk. Het systeem is specifiek gericht op het zichtbaar maken van blootstelling in relatie tot werkhandelingen.	+ Licht positief: Telemetry Overlay is een meer generieke techniek om meetdata visueel over videobeeld te leggen. Het systeem is niet specifiek ontwikkeld als arbeidshygiënisch VEM-systeem, maar kan daarvoor wel worden toegepast.

Criterium	PIMEX 2.0	EVADE	Telemetry Overlay
Geschiktheid voor directe feedback en bewustwording	+++ Zeer positief: PIMEX 2.0 is zeer geschikt voor directe feedback en bewustwording. Blootstelling kan direct zichtbaar worden gemaakt in relatie tot concrete werkhandelingen, waardoor bevindingen direct kunnen worden besproken met medewerkers of leidinggevend.	+	+
Geschiktheid voor voorlichting en training	+++ Zeer geschikt: door directe visualisatie van blootstelling tijdens werkhandelingen en de mogelijkheid om snel een presentatievideo te maken, is PIMEX 2.0 goed inzetbaar voor voorlichting, training en bewustwording rond gevaarlijke stoffen.	+	++
Inzicht in blootstellingsbronnen t.b.v. advisering over beheersmaatregelen	+++ Zeer geschikt: doordat resultaten tijdens en direct na de opname zichtbaar zijn, kunnen blootstellingspieken direct worden gekoppeld aan specifieke handelingen, bronnen of omstandigheden. Dit ondersteunt advisering over beheersmaatregelen.	+	+
Benodigde kennis/vaardigheden	+/- Gemengd beeld: het praktische gebruik is relatief eenvoudig, maar het gebruik vraagt wel arbeidshygiënische basiskennis en basiscomputervaardigheden. Vooral bij koppeling met specifieke sensoren of digitale apparatuur kan aanvullende ondersteuning nodig zijn.	--	--
Beheer van het systeem	+/- PIMEX 2.0 wordt momenteel niet structureel beheerd door een vaste partij, alleen via STAMI. Voor duurzaam gebruik moeten beheer, updates en ondersteuning worden georganiseerd. Dit lijkt haalbaar wanneer een beheerpartij of gebruikersgroep hiervoor verantwoordelijkheid neemt.	-	++

Criterium	PIMEX 2.0	EVADE	Telemetry Overlay
Technische mogelijkheden			
Directe weergave van resultaten bij opname en direct erna	+++ Zeer positief: resultaten zijn zichtbaar tijdens de opname en direct erna. Hierdoor kan blootstelling direct worden gekoppeld aan concrete werkzaamheden, handelingen of omstandigheden. Dit ondersteunt directe feedback op de werkvloer.	--- Zeer negatief: directe weergave van resultaten tijdens of direct na de opname is niet mogelijk. Meetdata en videobeelden moeten eerst achteraf worden gekoppeld en verwerkt voordat resultaten beschikbaar zijn.	--- Zeer negatief: directe weergave tijdens of direct na de opname is niet mogelijk. Gegevens moeten achteraf worden verwerkt en gecombineerd met videobeelden, waardoor directe bespreking op de werkvloer niet mogelijk is.
Presentatievideo in mp4-formaat beschikbaar	++ Positief: met PIMEX 2.0 kan een presentatievideo in mp4-formaat worden gemaakt. Dit maakt het systeem geschikt voor terugkoppeling, rapportage, training en voorlichting.	--- Zeer negatief: er is geen directe mp4-presentatievideo beschikbaar. Dit beperkt de praktische bruikbaarheid wanneer het eindproduct eenvoudig gedeeld of gebruikt moet worden voor presentaties of voorlichting.	+++ Zeer positief: een visueel aantrekkelijke mp4-presentatievideo is beschikbaar. Telemetry Overlay is zeer geschikt voor het maken van visueel materiaal voor voorlichting, demonstratie of terugkoppeling achteraf.
Koppeling met apparatuur	+/- Gemengd beeld: PIMEX 2.0 kan worden gekoppeld aan analoge apparatuur, maar deze is tegenwoordig beperkt verkrijgbaar. Sensoren met een digitale uitgang zijn mogelijk, maar vragen sensor-specifieke programmatuur en technische inrichting, bijvoorbeeld via een kastje met wifi-sigitaal.	++ Positief: EVADE kan worden gebruikt met apparatuur waarvan data-uitvoer naar een computer mogelijk is en waarvan de data kan worden omgezet naar een csv- of Excelbestand. Dit biedt flexibiliteit, maar vraagt wel voorbereiding van databestanden voor koppeling.	++ Positief: Telemetry Overlay kan worden gebruikt met apparatuur waarvan data-uitvoer naar een computer mogelijk is en waarvan de data kan worden omgezet naar een csv- of Excelbestand. Dit maakt het systeem flexibel, mits de data goed wordt voorbereid voor koppeling.
	PIMEX 2.0	EVADE	Telemetry Overlay
Totaalbeeld			
Samenvatting totaalbeeld	++ Positief totaalbeeld: PIMEX 2.0 is de sterkste optie wanneer directe inzetbaarheid, gebruiksgemak en snelle terugkoppeling centraal staan. Het systeem sluit goed aan bij arbeidshygiënisch werkplekonderzoek. Aandachtspunten zijn de technische inrichting, scholing en koppeling met moderne meetapparatuur.	+/- Gemengd totaalbeeld: EVADE is aantrekkelijk vanwege de vrije beschikbaarheid en lage instapkosten, maar minder sterk in gebruiksgemak en directe terugkoppeling. Het systeem is vooral geschikt voor analyse en voorlichtingsmateriaal achteraf.	+ Licht positief totaalbeeld: Telemetry Overlay is bruikbaar en flexibel voor verwerking achteraf en het maken van visueel aantrekkelijke mp4-presentatievideo's. Het systeem is minder geschikt voor directe terugkoppeling op de werkvloer en vraagt technische verwerking van data en video.

3.6 Feedback NVvA symposium 2026

Als onderdeel van het NVvA symposium is op 2 april 2026 de workshop 'Zicht op Blootstelling' georganiseerd. Het maximum van 24 deelnemers heeft een presentatie bijgewoond over VEM-systemen. Daarnaast hebben zij zelf een kleine proef kunnen uitvoeren met PIMEX 2.0 met daaraan gekoppeld de stof- of de PID-sensor. Aan het eind van de workshop is met behulp van vier vragen de mening en input van de deelnemers geïnventariseerd. De vragen die gesteld zijn staan in Bijlage C.

De deelnemers gaven aan PIMEX 2.0 onder andere te willen toepassen voor inzicht in het effect van wel/niet toepassen van beheersmaatregelen zoals (bron)afzuiging, voor de blootstelling (aan ethanol) bij desinfectie, ten behoeve van instructie, voorlichting en bewustwording en in (vak)opleidingen. Aangegeven werd dat zij een dergelijk systeem ook zouden wensen voor blootstelling aan biologische agentia en acuut toxische gassen en EX/ATEX omgevingen.

Op de vraag hoe PIMEX 2.0 het beste beschikbaar kan worden gemaakt varieerden de antwoorden van eigen aanschaf tot huren en denkt men PIMEX 2.0 zo'n 2 tot 12 keer per jaar te gebruiken, al dan niet op projectmatige basis. Bij verhuur of uitleen werd als voordeel aangegeven dat onderhoud en kalibratie is geregeld; daarbij wordt gedacht aan een commerciële partij (bijvoorbeeld een leverancier van meetapparatuur), de NVvA, een arbodienst/adviesbureau of een sector.

4 Conclusies

De conclusies van deze haalbaarheidsstudie zijn gebaseerd op de geformuleerde vraagstellingen (§1.2) en op de bevindingen uit het literatuuronderzoek, de interviews, de labtesten en de pilots, in samenhang met de vergelijking van de systemen (§3.5). Achtereenvolgens wordt ingegaan op:

- de bruikbaarheid van VEM-systemen in de arbeidshygiënische praktijk;
- de geschiktheid voor verschillende toepassingen;
- de voor- en nadelen van de systemen;
- de randvoorwaarden voor toepassing;
- wat noodzakelijk is voor implementatie in Nederland.

De resultaten van deze studie laten zien dat PIMEX 2.0 momenteel het enige VEM-systeem is dat geschikt is voor directe toepassing in de arbeidshygiënische praktijk. Met name de mogelijkheid om tijdens en direct na de meting blootstelling te koppelen aan concrete handelingen maakt het systeem onderscheidend ten opzichte van de andere onderzochte systemen. EVADE en Telemetry Overlay zijn technisch bruikbaar, maar vervullen vooral een aanvullende rol voor analyse en communicatie achteraf, en zijn niet geschikt voor directe terugkoppeling op de werkplek.

De VEM-systemen CAPTIV en Chemical Chamber/VECA System zijn niet verder in beschouwing genomen in deze haalbaarheidsstudie vanwege hoge licentiekosten en niet openbare beschikbaarheid.

4.1 Bruikbaarheid van VEM-systemen in de arbeidshygiënische praktijk

VEM-systemen zijn bruikbaar in de Nederlandse arbeidshygiënische praktijk en vormen een duidelijke meerwaarde voor zowel voorlichting en training als voor bronopsporing en advisering over beheersmaatregelen. Door de directe koppeling van videobeelden aan meetdata ontstaat inzicht in de relatie tussen werkhandelingen en blootstelling, waardoor blootstellingspieken concreet en begrijpelijk worden.

Met name voor communicatie op de werkvloer en het bespreken van werkwijzen en maatregelen blijken VEM-systemen effectief. Werknemers herkennen hun eigen handelingen in beeld en zien direct het effect van hun werkwijze op de blootstelling, wat bijdraagt aan bewustwording en gedragsverandering.

Systemen die directe feedback mogelijk maken zijn beter bruikbaar in de dagelijkse praktijk dan systemen die uitgebreide nabewerking vereisen. Systemen die deze functionaliteit bieden, maken het mogelijk om blootstelling direct te koppelen aan handelingen en omstandigheden op de werkplek en ondersteunen daarmee effectieve interventie en dialoog. Systemen waarbij deze koppeling pas na nabewerking tot stand komt, zijn minder geschikt voor directe toepassing in de praktijk.

4.2 Geschiktheid van VEM-systemen voor verschillende toepassingen

De onderzochte VEM-systemen zijn geschikt voor verschillende toepassingen, maar vervullen daarin elk een eigen rol.

- PIMEX 2.0 onderscheidt zich doordat het systeem tijdens en direct na de meting inzicht geeft in blootstelling in relatie tot handelingen. Hierdoor is het systeem geschikt voor situaties waarin directe terugkoppeling, interventie en dialoog op de werkvloer centraal staan. Het systeem beschikt over koppelingen met een stofsensor (vooral geschikt voor het meten van rook), een Casella stofmeter en een PID-sensor, waardoor het systeem in de arbeidshygiënische praktijk nu direct bruikbaar is voor het zichtbaar maken van blootstelling aan rook, stof en vluchtige organische stoffen.

In de pilots bleek dat PIMEX 2.0 direct bruikbare output oplevert die meteen met medewerkers besproken kan worden. Deze directe beschikbaarheid van resultaten werd in de praktijk als duidelijk voordeel ervaren ten opzichte van EVADE en Telemetry Overlay.

- EVADE en Telemetry Overlay zijn technisch bruikbaar, maar vragen nabewerking van data. Deze systemen zijn daardoor minder geschikt voor directe toepassing op de werkplek. In de Heijmans-pilot bedroeg de tijd voor het gereedmaken en synchroniseren van databestanden circa 1 uur en 45 minuten. Ze zijn wel inzetbaar voor analyse achteraf, het identificeren van blootstellingspatronen en het maken van voorlichtingsmateriaal. EVADE is primair een analysetool, gericht op het achteraf identificeren van blootstellingspatronen en het uitvoeren van nadere analyses. Telemetry Overlay is daarentegen vooral een visualisatietool, waarmee meetdata op een visueel aantrekkelijke manier in videobeelden kunnen worden weergegeven en geëxporteerd naar presentatievideo's (mp4). Beide systemen zijn daardoor minder geschikt voor directe toepassing op de werkplek, maar wel bruikbaar voor analyse en communicatie achteraf.

De keuze voor een VEM-systeem is daarmee in de eerste plaats afhankelijk van het doel van de toepassing: directe werkplekinterventie of analyse en communicatie achteraf.

4.3 Voor- en nadelen van de VEM-systemen

Uit de vergelijking van de systemen komt een duidelijk onderscheid naar voren in gebruiksvriendelijkheid, technische mogelijkheden en praktische toepasbaarheid.

- PIMEX 2.0 scoort het meest positief op gebruiksvriendelijkheid, directe inzetbaarheid en directe weergave van resultaten. Het systeem maakt het mogelijk om tijdens of direct na de meting resultaten te bespreken, wat essentieel is voor effectieve terugkoppeling in de praktijk. Tegelijkertijd kent PIMEX 2.0 beperkingen, met name in de koppeling met meetapparatuur en de beschikbaarheid van geschikte hardware. Het systeem is momenteel afhankelijk van maatwerkoplossingen, zoals een PIMEX 2.0-kastje met microcontroller voor het omzetten en draadloos verzenden van signalen. Daarnaast ontbreken gestandaardiseerde koppelingen met moderne meetapparatuur en is er nog geen structureel georganiseerde beheer- en ondersteuningsstructuur.
- EVADE en Telemetry Overlay zijn flexibeler in het gebruik van verschillende meetdatabronnen en kennen lage (of beperkte) kosten. Daar staat tegenover dat beide systemen geen directe koppeling van video en meetdata bieden, waardoor extra stappen nodig zijn voor dataverwerking en synchronisatie. Dit maakt ze minder geschikt voor directe terugkoppeling op de werkvloer. Telemetry Overlay onderscheidt zich daarbij door de mogelijkheid om visueel aantrekkelijke presentatievideo's (mp4) te maken, terwijl EVADE meer gericht is op analyse van meetdata.
- Voor alle gebruikte meetapparatuur geldt dat zij niet bedoeld en niet geschikt zijn voor compliance testen – het toetsen van blootstellingen aan de grenswaarde. Ook is van belang vooraf na te gaan of de in te zetten meetapparatuur geschikt is voor de blootstellingen die onderzocht worden. Denk bijvoorbeeld aan deeltjesgrootte, verwachte concentratie in relatie tot het meetbereik van het apparaat, responstijd van de sensor en ionisatiepotentiaal van vluchtige organische stoffen.

Over de verschillende criteria heen laat de vergelijking zien dat PIMEX 2.0 het meest consistent positief scoort op gebruiks- en technische aspecten die van belang zijn voor directe inzet in de arbeidshygiënische praktijk. EVADE en Telemetry Overlay laten een meer gedifferentieerd beeld zien,



waarbij de bruikbaarheid sterk afhankelijk is van het beoogde doel: analyse of visuele communicatie achteraf.

4.4 Randvoorwaarden en eisen voor toepassing

De studie laat zien dat succesvolle toepassing van VEM-systemen afhankelijk is van een aantal samenhangende randvoorwaarden.

- In technisch opzicht zijn betrouwbare synchronisatie van video en meetdata, geschikte sensoren met voldoende snelle responstijd en compatibiliteit met meetapparatuur bepalend voor de kwaliteit van de resultaten. De pilots laten zien dat met name de eigenschappen van de sensor (zoals responstijd en meetbereik) grote invloed hebben op de bruikbaarheid van de visualisatie. De pilots laten zien dat de bruikbaarheid van VEM-systemen sterk afhankelijk is van de gebruikte sensor. Zo bleken eenvoudige VOS-sensoren (BME680/690) onvoldoende responsief voor VEM-toepassing, terwijl een PID-sensor wel geschikt was om blootstellingspatronen zichtbaar te maken.
- Daarnaast is deskundigheid van de gebruiker essentieel. Het correct interpreteren van beelden en meetdata vraagt kennis van arbeidshygiënische basisprincipes, blootstellingsdynamiek, meetprincipes en beperkingen van apparatuur.
- Ook organisatorische en ethische randvoorwaarden spelen een belangrijke rol. Omdat VEM-systemen personen en werkzaamheden in beeld brengen, zijn duidelijke afspraken nodig over privacy, toestemming, opslag en gebruik van beeldmateriaal.
- Tot slot blijkt dat duurzame toepassing vraagt om ondersteuning, standaardisatie en kennisdeling. Zonder deze elementen blijft het gebruik afhankelijk van individuele initiatieven.

4.5 Implementatie in Nederland

Samenvattend is een goede implementatie van VEM-systemen in Nederland afhankelijk van een combinatie van de volgende aandachtspunten.

- **Beschikbare en werkende techniek (inclusief hardware)** - Voor implementatie is het noodzakelijk dat praktisch inzetbare en toegankelijke systemen beschikbaar zijn, inclusief bijbehorende hardware zoals sensoren en koppelingen. Met name voor PIMEX 2.0 vormt de huidige afhankelijkheid van maatwerk en beperkte beschikbaarheid van koppelingen nog een belemmering.
- **Voldoende kennis en vaardigheden van gebruikers** - Deskundigheid van gebruikers is van belang. Het gebruik van VEM-systemen vraagt niet alleen bedieningsvaardigheden, maar ook inzicht in meetprincipes en interpretatie van blootstellingsdata.
- **Duidelijke randvoorwaarden voor gebruik** - Het is van belang om randvoorwaarden voor verantwoord gebruik goed te organiseren. Omdat VEM-systemen gebruikmaken van videobeelden op de werkplek, zijn duidelijke afspraken nodig over privacy, toestemming, opslag en gebruik van beeldmateriaal. Dit is een belangrijke voorwaarde voor acceptatie door zowel werknemers als werkgevers.
- **Georganiseerde structuur voor ondersteuning en kennisdeling** - Implementatie vraagt om organisatie en coördinatie op landelijk niveau. Dit omvat onder meer: praktische training en instructie, technische ondersteuning bij installatie en gebruik, uitwisseling van ervaringen, voorbeeldtoepassingen en beschikbaarheid van duidelijke werkwijzen en handleidingen.

Alleen wanneer deze elementen in samenhang worden gerealiseerd, is structurele toepassing in de arbeidshygiënische praktijk haalbaar. Er is behoefte aan een partij of samenwerkingsverband dat een rol neemt in het stimuleren van gebruik, het organiseren van kennisdeling, het ondersteunen van



gebruikers en het bewaken van kwaliteit. Zonder deze coördinatie bestaat het risico dat initiatieven versnipperd blijven en kennis niet duurzaam wordt opgebouwd.

Deze studie laat zien dat een VEM-systeem een praktisch toepasbaar en waardevol instrument is voor de arbeidshygiënische praktijk, mits wordt ingezet op gebruiksvriendelijke systemen, voldoende deskundigheid en een goed georganiseerde implementatiestructuur.

5 Implementatievoorstel

De resultaten van deze haalbaarheidsstudie laten zien dat een Video Exposure Monitoring (VEM) systeem in potentie een waardevol instrument is voor de arbeidshygiënische praktijk in Nederland. Tegelijkertijd vraagt brede toepassing om gerichte keuzes en verdere ontwikkeling. De aanbevelingen richten zich daarom niet alleen op implementatie, maar ook op randvoorwaarden, organisatie en vervolgstappen.

5.1 Positionering van VEM-systemen in de arbeidshygiënische praktijk

Een VEM-systeem dient te worden ingezet als een praktisch toepasbare, maar deskundighedsafhankelijke methode. De belangrijkste voorwaarde voor verantwoord gebruik is dat arbeidshygiënisten beschikken over voldoende kennis van meetapparatuur, interpretatie van blootstellingsdata en zorgvuldige omgang met videobeelden. Deze kennis kan via gerichte training worden overgedragen, waarna gebruikers zelfstandig met de systemen kunnen werken.

Het VEM-systeem blijft daarmee een experttool: het is breed toepasbaar na training, waarbij de keuze voor het systeem afhankelijk is van het doel van de inzet, de beschikbare tijd en de beschikbare hardware.

5.2 PIMEX 2.0 beschikbaarheid en organisatie

Voor toepassing van PIMEX 2.0 is naast de software ook specifieke hardware nodig. De software is beschikbaar via warme overdracht, maar de hardware moet in Nederland worden georganiseerd. Dit vraagt om een gerichte aanpak om beschikbaarheid te realiseren. Partijen zoals de NVvA, kenniscentra en betrokken adviesbureaus zouden hierin bijvoorbeeld gezamenlijk een trekkende rol kunnen nemen, met als doel om PIMEX-sets praktisch beschikbaar te maken voor de arbeidshygiënische praktijk.

Op basis van deze studie zijn de volgende drie scenario's mogelijk:

- **Aanschaf door organisaties** - In het eerste scenario schaffen organisaties zelf een PIMEX-set aan. Arbodiensten, grotere bedrijven en kenniscentra kunnen hierin het voortouw nemen. Een haalbaar scenario lijkt om te starten met een voorlopersgroep die samenwerkt bij het ontwikkelen van hardware, het oplossen van technische vraagstukken en het delen van ervaringen. Deze aanpak zorgt voor directe beschikbaarheid en autonomie, maar vraagt wel om een investering.
- **Verhuur via leveranciers** - Het is misschien daarnaast mogelijk om via leveranciers van meetapparatuur VEM-systemen zoals PIMEX 2.0 beschikbaar te maken. Dit sluit aan bij bestaande verhuurmodellen en verlaagt de drempel voor incidenteel gebruik. Het is zinvol om te onderzoeken of leveranciers van stofmeters of PID's bereid zijn om:
 - een PIMEX-set te verhuren, of
 - een VEM-systeem aan te bieden als aanvullende dienst.Dit scenario voorkomt grote investeringen voor gebruikers en biedt mogelijkheden voor centraal onderhoud en ondersteuning, maar maakt gebruikers wel afhankelijk van beschikbaarheid en logistiek.
- **Uitleen of inzet via experts** - Het derde scenario betreft uitleen of inzet via experts. Hierbij wordt gewerkt met een uitleenconstructie of met specialisten die beschikken over een eigen set. Dit maakt toepassing mogelijk voor gebruikers die het systeem slechts beperkt nodig hebben. Deze aanpak is laagdrempelig en relatief betaalbaar voor de incidentele gebruiker, maar kent beperkingen in beschikbaarheid en vraagt om afstemming in de logistiek.



Een combinatie van deze scenario's ligt voor de hand, zodat beschikbaarheid kan meegroeien met de vraag.

Een realistische aanpak voor implementatie is een geleidelijke groei vanuit een eerste groep gebruikers:

- Een eerste groep getrainde arbeidshygiënisten gaat praktisch aan de slag met PIMEX 2.0 en krijgt de beschikking over de gebruikshandleidingen voor PIMEX, EVADE en Telemetry Overlay (zie Bijlage A).
- Deze voorlopersgroep fungeert als motor voor verspreiding en ondersteuning.
- De beschikbaarheid van PIMEX 2.0-sets groeit geleidelijk via aanschaf, verhuur en uitleen.
- VEM-systemen worden geïntegreerd in bestaande opleidingen en trainingen.
- Er vindt actieve uitwisseling van ervaringen plaats.

Deze aanpak sluit aan bij de praktijk en maakt het mogelijk om techniek, kennis en toepassing gelijktijdig en vraaggestuurd door te ontwikkelen.

Een belangrijk aandachtspunt blijft dat de benodigde PIMEX 2.0-componenten momenteel maatwerk zijn en niet commercieel beschikbaar. Voor opschaling is het noodzakelijk dat productie, beschikbaarheid en ondersteuning van de soft- en hardware beter worden georganiseerd.

Informatie over PIMEX 2.0 set

- **Beschikbaarheid van hardware**

De PIMEX 2.0-set bestaande uit een stofsensor, PID-sensor en kastje voor analoge inputs zijn maatwerkcomponenten die niet commercieel verkrijgbaar zijn. Voor dit project zijn deze speciaal ontwikkeld. Er zijn momenteel geen leveranciers die deze apparatuur verhuren of produceren.

- **Kosten en praktische haalbaarheid**

De totale kosten van een PIMEX 2.0-set bestaan uit:

- Windows-tablet (ca. €800)
- Training en overdracht van software
- PIMEX 2.0-kastje voor omzetten analoge signaal (indien gebruikt; ca. €50 + bouwkosten)
- Kabels voor aansluiten analoge meetapparatuur, bv. Casella MicroDust Pro (indien gebruikt)
- PIMEX 2.0-stofsensor (ca. €50 + bouwkosten; te gebruiken in combinatie met PAS-pomp)
- PIMEX 2.0-PID-sensor (ca. €1.000 + bouwkosten)

Hoewel de hardware relatief eenvoudig is, zal een georganiseerde aanpak nodig zijn om het gewenste aantal meetsets inclusief sensoren beschikbaar te maken. Zodra het systeem draait, is het onderhoud beperkt. Er is geen centrale helpdesk; gebruikers moeten kunnen omgaan met kleine technische uitdagingen.

5.3 Training, ondersteuning en standaardisatie

Voor structurele toepassing van VEM-systemen is een ondersteunende structuur noodzakelijk. Dit omvat:

- gerichte training in gebruik en interpretatie;
- technische ondersteuning bij installatie en gebruik;
- uitwisseling van ervaringen en voorbeeldtoepassingen;
- beschikbaarheid van duidelijke werkwijzen en handleidingen.

Daarnaast wordt gestreefd om in de toekomst te werken aan standaardisatie van werkwijzen, zodat metingen, analyses en presentaties op een consistente en reproduceerbare manier worden uitgevoerd.

Zonder deze structuur blijft toepassing afhankelijk van individuele initiatieven en zal opschaling beperkt blijven.

5.4 Randvoorwaarden borgen voor verantwoord gebruik

Omdat VEM-systemen gebruikmaken van videobeelden op de werkplek, is het noodzakelijk voor toekomstige gebruikers (al dan niet gezamenlijk) om duidelijke randvoorwaarden vast te leggen voor privacy, toestemming, opslag en gebruik van beeldmateriaal. Heldere afspraken hierover zijn essentieel voor acceptatie door werknemers en werkgevers en voor verantwoord gebruik van de systemen in de praktijk.

5.5 Kennisdeling en landelijke coördinatie

Voor een duurzame implementatie is organisatie en coördinatie op landelijk niveau nodig. Dit kan bijvoorbeeld worden belegd bij een bestaande organisatie of netwerk (bijvoorbeeld NVvA of voorlopersgroep). Deze structuur kan een rol spelen in het stimuleren van toepassing, het organiseren van kennisdeling (bijvoorbeeld via NVvA-bijeenkomsten), het ondersteunen van gebruikers en het bewaken van kwaliteit.

Daarnaast is het belangrijk om actief in te zetten op kennisdeling, bijvoorbeeld via casuïstiek, voorbeeldvideo's en praktijkervaringen. Dit versnelt de leercurve en verlaagt de drempel voor nieuwe gebruikers.

5.6 Vervolgonderzoek

De studie laat zien dat verdere ontwikkeling wenselijk is om de toepasbaarheid van VEM-systemen te vergroten, zoals:

- verbetering van koppeling en synchronisatie van video en meetdata;
- uitbreiding van compatibiliteit met verschillende meetinstrumenten;
- ontwikkeling van sneller reagerende en beter geschikte sensoren;
- vereenvoudiging van gebruik (meer 'plug-and-play'-oplossingen).

Daarnaast is het van belang om praktijkervaringen systematisch te verzamelen en te evalueren, zodat de effectiviteit van VEM-toepassingen verder kan worden onderbouwd.



Bijlage A Details VEM-systemen

Deze bijlage bevat een beschrijving van de drie Video Exposure Monitoring Systemen die in dit project zijn uitgetest.

A.1 PIMEX 2.0

De PIMEX 2.0 software is ontwikkeld door STAMI (Statens Arbeidsmiljøinstitutt) in Oslo, Noorwegen. Het programma is oorspronkelijk gemaakt voor een VEM-project rond stofblootstelling in de aluminiumindustrie in verschillende Scandinavische landen. De functionaliteit is gebaseerd op het oorspronkelijke PIMEX programma maar geschikt gemaakt om te gebruiken op een Windows 11 tablet.

De video-opnamen worden gemaakt met de camera van de tablet; eventueel kan dit ook met een webcam verbonden aan de tablet. Output van sensoren of andere meetapparatuur wordt draadloos op de tablet ontvangen, via Wifi. Meetapparatuur met een analoge uitgang (0-5 Volt) wordt aangesloten op een PIMEX 2.0-kastje met daarin een microcontroller die het signaal omzet naar digitaal en verzendt via een Wifi netwerk. Ook is het mogelijk om sensoren met een digitale uitgang (I2C) aan te sluiten op een microcontroller voor het versturen van de meetdata. STAMI heeft een stofsensor samengesteld die in dit project is gebruikt. Voor het meten van vluchtige organische stoffen is in het kader van dit project een PID-sensor samengesteld en toegepast. De PIMEX-kastjes (voor analoge input; stofsensor; PID-sensor) worden gevoed vanuit een kleine 5 Volt powerbank. Bijlage B geeft voor verschillende typen apparatuur de ervaringen met koppeling met PIMEX 2.0.

De PIMEX 2.0 software bestaat uit twee programma's: één voor het opnemen van video en meetdata, en één voor het terugkijken van eerder gemaakte opnamen op de Windows tablet. Het is dus mogelijk om opnamen direct, op de werkplek, weer af te spelen en te bekijken met de aanwezige mensen. Ook is het mogelijk om een opname of een deel van een opname om te zetten in een mp4-bestand, zodat deze later verder gedeeld kan worden.



De software is geschreven in C++. Als microcontroller voor het verwerken en doorgeven van de meetsignalen is steeds een ESP32 toegepast. De microcontrollers zijn geprogrammeerd met behulp van Arduino (voor analoge inputs en voor de stofsensor) en in MicroPython (voor de PID-sensor). De broncode van de PIMEX 2.0 software en de ESP32-programma's is door STAMI beschikbaar gemaakt in het kader van dit project.

Tijdens het project is, in samenwerking met Zweedse gebruikers van de software, een aantal ideeën naar voren gekomen om de gebruiksvriendelijkheid te verbeteren. Deze zijn inmiddels gedeeld met de ontwikkelaar bij STAMI; het is nog niet duidelijk welke verbeteringen geïmplementeerd kunnen worden en op welke termijn.

Instructies voor gebruik van PIMEX 2.0

1. Voorbereiden

- PIMEX 2.0 tablet – opladen voor gebruik
- PIMEX 2.0 stofsensor en/of PIMEX PID-sensor
- Powerbank – opladen voor gebruik
- Eventueel andere meetapparatuur
- Statief en tablethouder

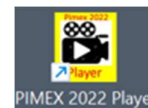
2. Starten van een meting

- Start de tablet op, met gebruiker VEM-1 of VEM-2 en wachtwoord 2025.
- Start de meetapparatuur met een digitale uitgang (bv. stofmeter PIMEX8) door de USB-kabel aan te sluiten op een powerbank (USB-A aansluiting).
- Verbind de tablet met het draadloze netwerk van het PIMEX-apparaat (bv. PIMEX8).
Je kunt daarna meteen verder, je hoeft niet te wachten op bevestiging van verbinding.
- Open het programma 'PIMEX 2022 Recorder' door te dubbelklikken op het icoon.
- Druk op de 'START' knop. Je ziet nu de meetwaarde(n) van het aangesloten apparaat op het scherm verschijnen.
- Start de opname van video en meetdata met de knop 'Start saving'.
- Bij einde van de meting: stop de opname met de knop 'Stop saving'.
- Een pop-up melding verschijnt: de sessie is opgeslagen in 3 files. Bevestig met 'OK'.
- Start eventueel een nieuwe opname.
- Sluit daarna het programma af (kruisje in rechterbovenhoek).



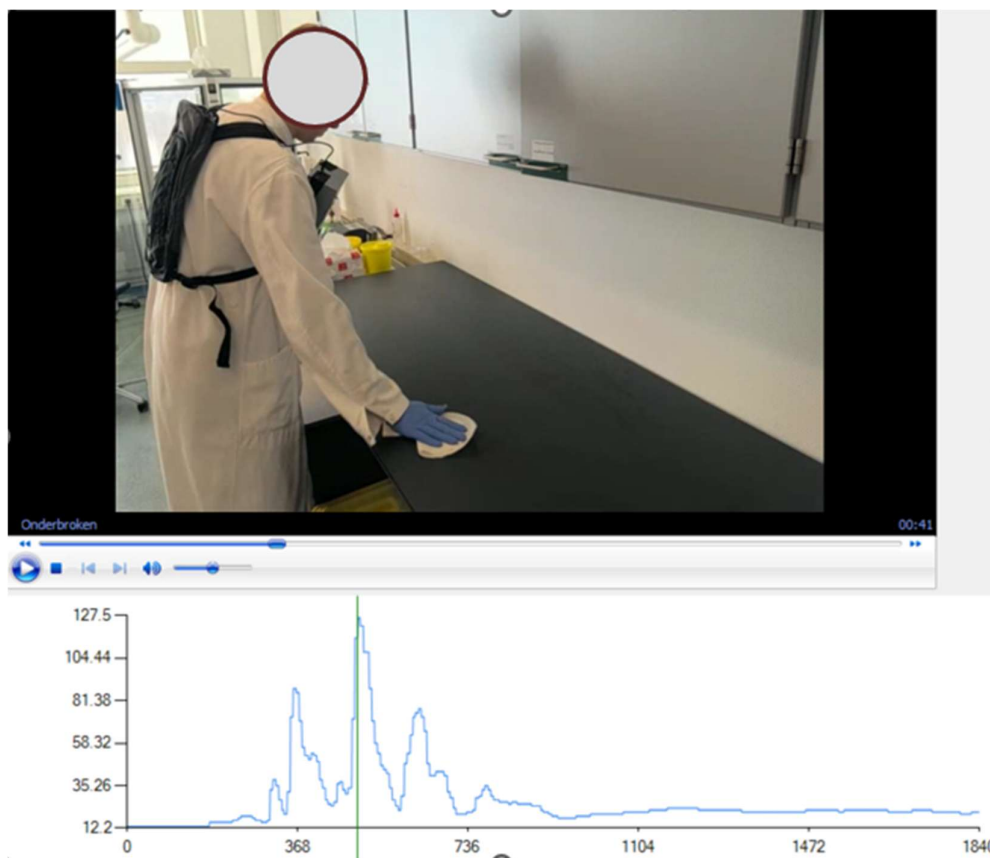
3. Terugkijken van een meting

- Open het programma PIMEX 2022 Player: dubbelklik op het icoon
Klik op 'Newest' om de laatste opname terug te zien, of klik op 'Earlier data' om een specifieke opname op te zoeken. De video files zijn opgeslagen op datum (jaar-maand-dag) en eindtijd van de opname.
- Selecteer het gewenste meetkanaal met de radiobuttons linksboven.
- Druk op de 'play' knop onderaan het videoscherm om de video af te spelen; de meetdata wordt onder de video vertoond.
- Met de schuifbalk direct onder het videoscherm kun je direct naar een specifiek deel in de video gaan.
- Pauzeren en stoppen van de video gaat met de pauzeknop respectievelijk stopknop.



4. Meting opslaan in mp4-formaat

- Druk in het programma 'PIMEX 2022 Player' op de knop 'Presentation for kanaal x'.
- Het programma geeft de melding 'Working', en na enige tijd komt de melding 'Finished' (bij langere opnamen moet je geduld hebben – het maken van een mp4-file kan tot 2 x de opnametijd duren).
- De mp4-filenaam is vermeld in een pop-up scherm.
- Sluit daarna het programma af met het kruisje in rechterbovenhoek (als je op de knop 'Finished' drukt wordt het filmpje nogmaals gegenereerd)



Figuur A1. Schermweergave PIMEX 2.0 2022 Player, terugkijken van een opname (pilot VOS-blootstelling tijdens desinfectie)

A.2 EVADE

De EVADE software is ontwikkeld door NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) in de Verenigde Staten. EVADE staat voor 'Enhanced Video Analysis of Dust Exposure'. Het programma is in eerste instantie ontwikkeld voor de mijnindustrie, voor het koppelen van video-opnamen (bijvoorbeeld gemaakt met een helmcamera) met meetdata van direct-uitleesbare stofmeters. In de loop van de tijd is het programma wat universeler gemaakt en kunnen meetdata van allerlei typen apparatuur worden ingelezen. Het koppelen van video en meetdata kan niet real-time plaatsvinden, maar alleen achteraf door het koppelen van een opgeslagen video-bestand (bv. mp4) en een bestand met de meetdata (bv. CSV file). Het programma kent een paar opties om de meetdata te analyseren: zo kunnen de hoogste pieken in de blootstelling automatisch worden getoond en kan de gemiddelde blootstelling worden berekend voor de hele opname of voor een deel van de opname. Het programma kent geen eigen optie om een mp4-bestand te maken voor het delen van de uitkomsten; dit kan wel via een omweg bereikt worden met een 'screen recorder'.

Online is veel informatie over de software te vinden; ook kan het programma gratis gedownload worden: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/mining/Works/coversheet1867.html>.



Figuur A2. Voorbeeld weergave EVADE (pilot stofblootstelling tijdens lassen). Grafiek boven de video geeft het verloop van de stofconcentratie gedurende de gehele opname; de verticale lijn in het midden boven de video geeft het moment in de tijd aan

Instructies voor gebruik van NIOSH EVADE**1. Installeren op PC**

Programma v2.4.6 kan worden gedownload van de NIOSH EVADE website, kies de offline installatie optie. Download ook de voorbeeld-files (beschikbaar op de website).

2. Gebruik EVADE met de voorbeeld-files

- Open het EVADE programma. Het opent met een leeg project.
- Voeg een video toe aan het project:
 - a. Klik de 'Add File' knop in het menu.
 - b. Selecteer 'New Channel'.
 - c. Selecteer 'Video'.
 - d. Geef het videokanaal een naam, bijvoorbeeld 'Video 1', klik OK.
 - e. Ga naar de map met de voorbeeld-files, selecteer de *.wmv file, klik OK.Een nieuw videoscherm wordt zichtbaar en het videokanaal is nu zichtbaar in het 'Project Editor' scherm.
- Voeg een datafile toe aan het project:
 - a. Klik de 'Add File' knop in het menu.
 - b. Selecteer 'New Channel'.
 - c. Selecteer 'Log'.
 - d. Geef het datalogkanaal een naam, bijvoorbeeld 'Log 1'.
 - e. In de dropdown lijst 'Type of data', selecteer 'Concentration' en klik OK.
 - f. Selecteer de 'PDR1500 importer' in de dropdown lijst.
 - g. Ga naar de map met de voorbeeld-files, selecteer de *.CSV file, klik OK.Een nieuw datalog scherm met grafiek wordt zichtbaar en het datalogkanaal is nu zichtbaar in het 'Project Editor' scherm.

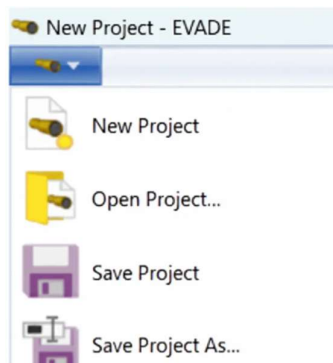
**3. Gebruik van EVADE met eigen opnames en meetapparatuur**

- Maak een schone kopie van de CSV-file met meetdata, met twee kolommen. Gebruik een komma als scheidingsteken.
 - 1e kolom bevat de tijd (hh:mm:ss). Formateer de cellen in de eerste kolom als Tijd format.
 - 2e kolom bevat de meetwaarde. Gebruik een punt als decimaal scheidingsteken.
- Open het EVADE programma. Het opent met een leeg project.
- Voeg een video file toe aan het project:
 - a. Klik de 'Add File' knop in het menu
 - b. Selecteer 'New Channel'
 - c. Selecteer 'Video'
 - d. Geef het videokanaal een naam, bijvoorbeeld 'Video 1', klik OK.
 - e. Ga naar de map met de opgeslagen video's, selecteer de betreffende file, klik OK.Een nieuw videoscherm wordt zichtbaar en het videokanaal is nu zichtbaar in het 'Project Editor' scherm.
- Voeg een datalog file toe aan het project:
 - a. Klik de 'Add File' knop in het menu.
 - b. Selecteer 'New Channel'.
 - c. Selecteer 'Log'.
 - d. Geef het datalogkanaal een naam, bijvoorbeeld 'Stofmeting'.
 - e. In de dropdown lijst 'Type of data', selecteer 'Concentration' en klik OK.
 - f. Selecteer de 'Generic CSV importer' in de dropdown lijst.
 - g. Ga naar de map met de meetbestanden, selecteer de *.CSV file, klik OK.Een nieuw datalog scherm met grafiek wordt zichtbaar en het datalogkanaal is nu zichtbaar in het 'Project Editor' scherm.



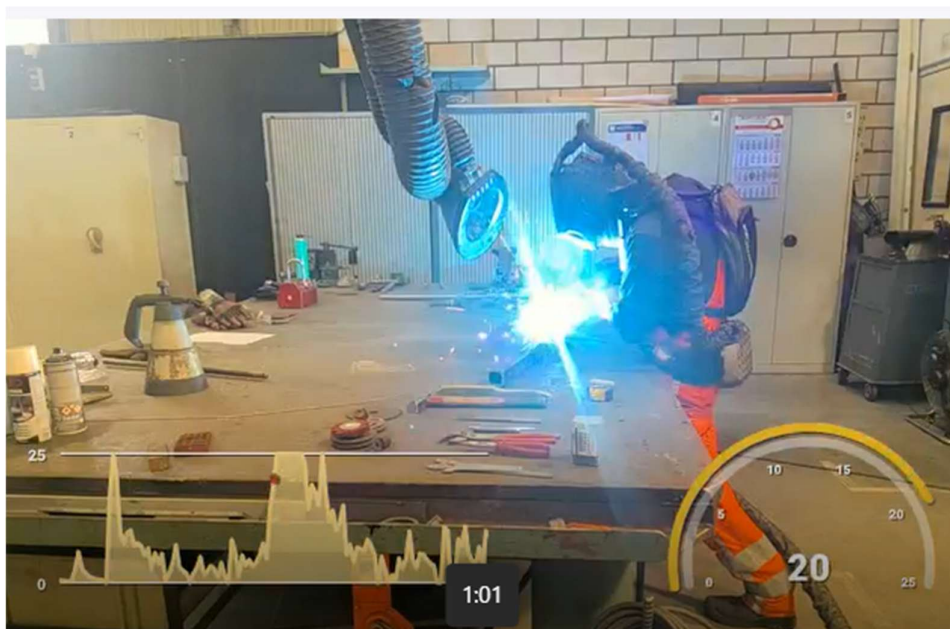
4. Data-analyse met EVADE

- Gebruik 'Bookmarks – Add Peaks' om pieken in de blootstelling weer te geven. Er kunnen 5 – 20 bookmarks automatisch gegenereerd worden: selecteer het 'Data screen' (de grafiek aan de rechter-benedenkant), en klik dan op 'Add Peaks'.
- Gebruik 'Add Analysis' om de gemiddelde blootstelling te berekenen voor de hele tijdsperiode of voor een geselecteerd deel van de datafile: selecteer het 'Data screen' (de grafiek aan de rechter-benedenkant) en klik dan op 'Add Analysis'.
- Bewaar de files en analyse in een project: 'Save project as...'. Een bewaard project kan later weer geopend worden



A.3 Telemetry Overlay

Telemetry Overlay is betaalde software die sensorgegevens omzet in visuele meters en grafieken die over videobeelden worden geplaatst. Het wordt veel gebruikt door sporters, dronepiloten en videomakers om hun actiebeelden te verrijken met real-time statistieken van bijvoorbeeld snelheid, hoogte of hartslag. Net als bij EVADE kan het koppelen van video en meetdata niet real-time plaatsvinden, maar alleen achteraf door het koppelen van een opgeslagen video-bestand (bv. mp4) en een bestand met de meetdata (bv. CSV file). Het programma kent veel opties om de weergave van de sensordata aan te passen: verschillende grafiektypen kunnen worden geselecteerd en locatie op het scherm en kleuren van de grafieken kunnen door de gebruiker worden gekozen. Het project kan geëxporteerd worden naar een mp4-bestand voor verdere communicatie. Meer informatie: <https://goprotelemetryextractor.com/telemetry-overlay-gps-video-sensors>



Figuur A3. Voorbeeld weergave Telemetry Overlay (pilot stofblootstelling tijdens lassen). De grafiek links geeft het verloop van de stofconcentratie gedurende de hele meettijd (rode punt geeft het moment in de tijd aan); de meter rechts geeft de momentane waarde

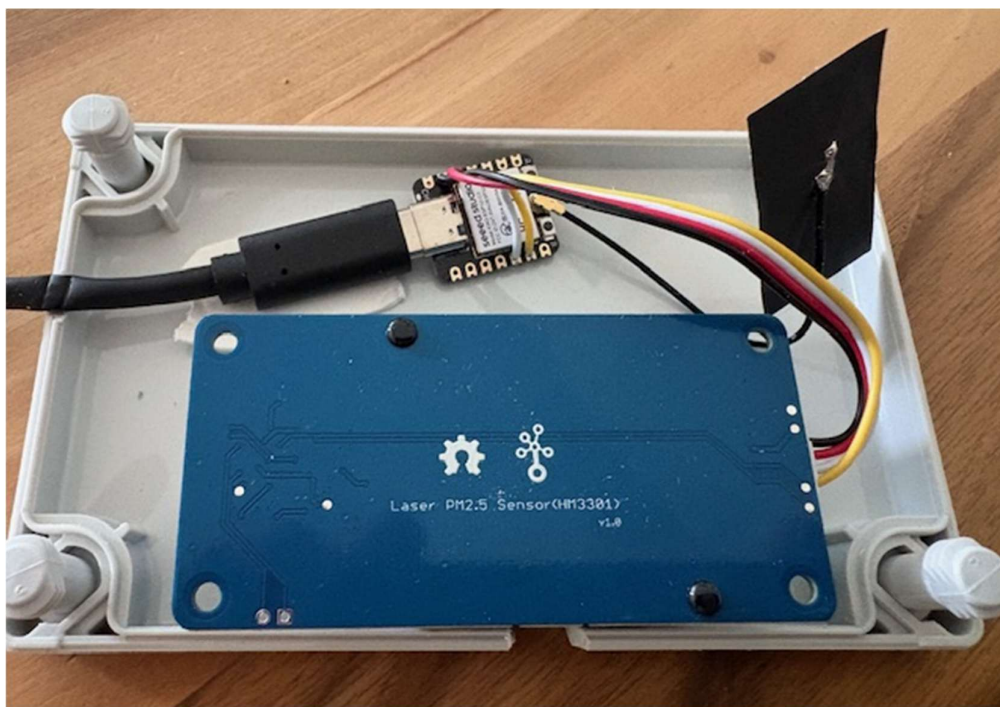
Instructies voor gebruik van Telemetry Overlay

1. **Het programma is geïnstalleerd op tablet VEM-1**
Het is een betaalde versie, met 1 jaar updates tot oktober 2026, daarna ongelimiteerd gebruik.
2. **Lees videobeelden in van tablet, telefoon of action camera**
 - Sla de videobeelden op, bv. als mp4-file.
 - Zet de videofile over op de tablet VEM-1, bij voorkeur via USB-C kabel; eventueel via bluetooth (langzaam) of USB stick (omslachtig).
 - Open het programma Telemetry Overlay en klik op de knop 'Load video file'.
 - Selecteer de gewenste file en klik 'Openen'.
 - Sla het project op door rechtsboven op de 'Save' knop te klikken.
3. **Lees gegevens in van meetapparaat**
 - Het werkt het makkelijkst als er één meetwaarde per seconde is opgeslagen.
 - Zorg ervoor dat de meetdata in een CSV-file staan, met de volgende opmaak:
 - a. Eerste rij bevat de titels. De naam van Kolom A is voorgeschreven en heet: Time (s); de naam van kolom B is vrij te kiezen bijvoorbeeld: Concentration (mg/m³)
 - b. Kolom A bevat de tijd in seconden; cel A2 begint met 1, cel A3 heeft waarde 2 enzovoort.
 - c. Kolom B bevat de meetwaarde in de opgegeven eenheid. De punt wordt gebruikt als decimaal scheidingsteken.
 - d. In de CSV file wordt de komma gebruikt als scheidingsteken tussen de velden.
Tip: in het programma Kladblok (Notepad) kun je makkelijk controleren of de opmaak correct is en zo nodig karakters vervangen (bv puntkomma vervangen door komma)
 - Zet de CSV file over op de tablet VEM-1.
 - In het programma Telemetry Overlay, klik op de knop 'Telemetry' in het lint bovenaan in het scherm, en dan 'Add telemetry file'.
 - Selecteer de gewenste file en klik 'Openen'.
 - Sla het project weer tussentijds op.
4. **Creëer de gewenste weergaven van de meetdata: Gauges**
 - Klik op 'Gauges' in het lint bovenaan in het scherm.
 - Klik 'Add Gauge' links onderaan in het scherm.
 - Voor een grafiek met de meetwaarden over de tijd van de opname:
 - a. In het vakje Basic, selecteer 'Vs Time' en klik op de knop 'Custom Vs Time'.
 - b. Check dat 'Concentration' verschijnt in het volgende venster en klik 'Create'.
 - c. Verplaats de grafiek naar de gewenste plek in het scherm – gebruik hiervoor de muis.
 - Pas indien gewenst de instellingen aan voor de grafiek, bijvoorbeeld:
 - a. Appearance – Size: de afmetingen van de grafiek
 - b. Appearance - Colors – Path: de kleur van de grafiek
 - c. Text - Decimals: het aantal decimalen voor de weergegeven waarde en voor de schaal (Y-as)
 - d. Text Value: kies of de momentane meetwaarde wordt weergegeven (default is aan)
 - e. Gauge – Bar: kies of de momentane meetwaarde wordt weergegeven als een balkje (default) of een stip (is wat duidelijker)
 - f. Values – Max en Min: je kunt hier de autoscaling van de Y-as uitzetten en eigen MIN & MAX-waarden voor de Y-as definiëren
 - Je kunt meerdere gauges tegelijk laten zien. Je kunt deze toevoegen met de 'Add Gauge' knop linksonder in het scherm, bijvoorbeeld:
 - a. Type snelheidsmeter: Circular – Custom Circular
 - b. Verticale bar: Completion – Custom CompletionJe kunt het uiterlijk van deze meters op dezelfde manier aanpassen als boven beschreven.

- Sla het project op.
5. **Exporteer de gecombineerde gegevens naar een mp4-file**
- Klik op de knop 'Export' in het lint bovenaan in het scherm.
 - Pas eventueel de video kwaliteit aan om de filegrootte te beperken. Bij de standaardinstellingen is een video van 2 minuten 150 Mb groot. Gebruik voor een compacter bestand bijvoorbeeld instellingen Video Quality: 7 en Render Speed: 5.
 - Je kunt de eventuele audio-opname weglaten uit de export.
 - Check de naam en locatie waaronder de .mp4-file wordt bewaard.
 - Klik op 'Export'.

Bijlage B Koppeling apparatuur aan PIMEX 2.0

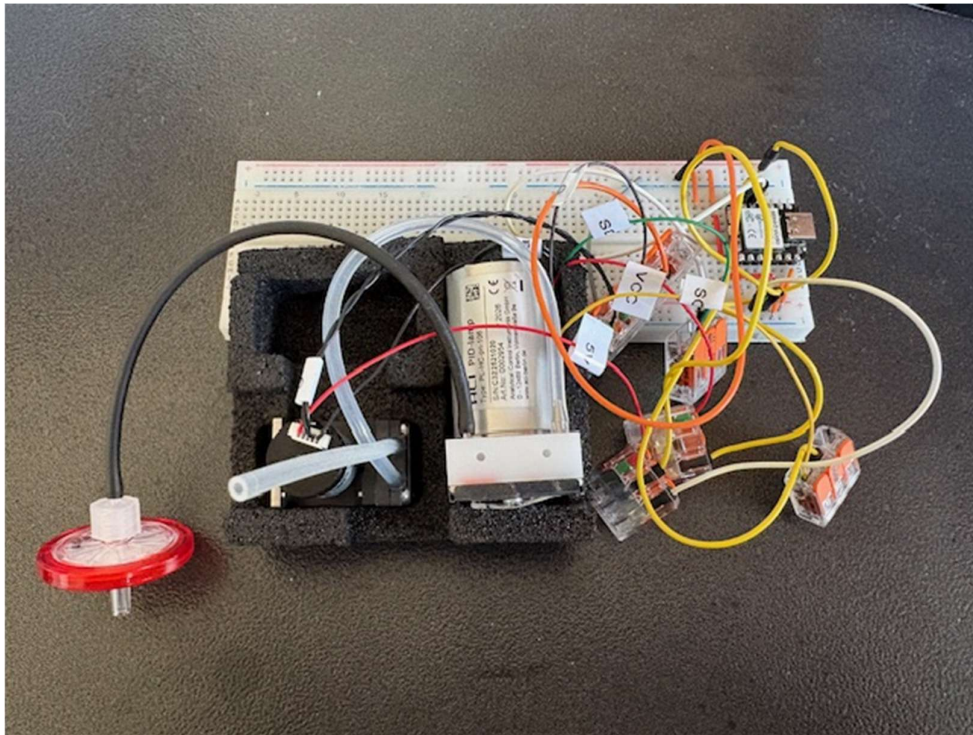
Apparaat/sensor	Aansluiting	Bijzonderheden
<i>Stof</i>		
Casella MicroDust Pro CEL-712	Analoog	Kent verschillende meetbereiken (bijvoorbeeld 0-2,5 mg/m ³ ; 0-25 mg/m ³). Specifiek kabeltje nodig
TSI DustTrak Aerosol Monitor 8530	Analoog	Wordt gebruikt in Zweden (ouder model met nog analoge uitgang). Specifiek kabeltje nodig
PIMEX 2.0 dust sensor, met Grove-Laser PM2.5 sensor HM3301 van Seeed Studio	Digitaal	Heeft PM ₁ , PM _{2.5} en PM ₁₀ als output. Aan te sluiten op PAS-pomp (2 liter/minuut) om kortere responstijd te krijgen. Meetbereik 0 -1000 µg/m ³
<i>VOS</i>		
MiniRAE 3000 PID-meter	Analoog?	Geprobeerd in Oslo, daar niet gelukt om aan te sluiten
PIMEX 2.0 VOS sensor, met Bosch BME680/690 sensor	Digitaal	Goedkope sensor voor het meten van VOC, temperatuur, relatieve luchtvochtigheid. Uitgetest maar niet bruikbaar voor VEM toepassing, sensor reageert te langzaam op veranderingen in concentratie.
PIMEX 2.0 PID-sensor, met ACI PIM CPN sensor module en pomp	Digitaal	Professionele PID-sensor, met pomp. Meetbereik 0-2000 ppm (isobutyleen)
<i>Geluid & trillingen</i>		
Casella CEL-632 geluidsmeter	Analoog	Getest in Oslo, werkt. Specifiek kabeltje nodig
Svantek 958A geluid- en trillingsmeter	Analoog	Gebruikt in Zweden. Is nog niet gekoppeld aan PIMEX 2.0; zou moeten werken
<i>Klimaat</i>		
Extech HT30 WBGT-meter	Analoog	Testinstrument bij STAMI. Werkt. Kabeltje provisorisch aangesloten



Figuur B1: PIMEX 2.0 stofsensor, binnenzijde



Figuur B2: PIMEX 2.0 stofsensor, buitenzijde. Links originele versie, rechts met aansluiting voor PAS-pomp



Figuur B3: PIMEX 2.0 PID-sensor, binnenzijde - testopstelling



Figuur B4: PIMEX 2.0 PID-sensor – testversie zoals gebruikt in pilot

Als vervolgstap worden de verbindingen in de PIMEX 2.0 PID-sensor gesoldeerd en wordt het geheel ingebouwd in een handzamer kastje.

Bijlage C Workshop 'Zicht op blootstelling' - NVvA Symposium

Als onderdeel van het NVvA symposium is op 2 april 2026 de workshop 'Zicht op Blootstelling' georganiseerd. Het maximum van 24 deelnemers heeft een presentatie bijgewoond over video exposure monitoring in het algemeen en over de voorlopige resultaten van dit Lexcex- project. Daarnaast hebben zij zelf een kleine proef kunnen uitvoeren met PIMEX 2.0 met daaraan gekoppeld de stof- of de PID-sensor. Aan het eind van de workshop is met behulp van vier vragen de mening en input van de deelnemers geïnventariseerd; de resultaten daarvan zijn hieronder vermeld. De gebruikte presentatie wordt gepubliceerd op de NVvA website <https://arbeidshygiene.nl>.

Wat is je eerste indruk van PIMEX 2.0?

- Positief
- Goed en makkelijk
- Eenvoudige bediening
- Directe feedback
- Gebruikersvriendelijk
- Grafiek bij terugkijken is duidelijker dan tijdens het opnemen zelf
- Misschien ook voor acuut toxische gassen (CO – H₂S)?
- Toepassing in EX/ATEX omgevingen?

Voor welke doelen zou je PIMEX 2.0 willen gebruiken?

- Inzichtelijk maken (in)effectiviteit van beheersmaatregelen
- Zichtbaar maken blootstelling ethanol bij desinfecteren
- Juiste stand van mobiele bronafzuiging bij handelingen
- Maken van voor/na vergelijkingen (bijvoorbeeld met of zonder afzuiging)
- Oplosmiddelen: verschil zuurkast / afzuigpunt en juist gebruik
- Aanbrengen procesverbeteringen
- Blootstelling aan schimmels (sporen)
- Biologische agentia
- Bepalen juiste werkwijze desinfectie en voorlichting
- Bedrijfseigen of specifieke handelingen en voor bijvoorbeeld voorlichting en instructie
- Bewustwording medewerkers
- Gebruik bij (vak)opleidingen
- "Wat doe ik eigenlijk??"

Hoe vaak zou je PIMEX 2.0 willen gaan gebruiken en wat heb je ervoor over?

- 2x per jaar
- 5x per jaar
- 12x per jaar
- Projectmatig, enkele weken per keer
- Bij 'vlagen' / projectmatig voor een bepaalde tijd om in korte tijd veel opnames te maken
- €100,- per keer (4x aangegeven)
- Voorkeur voor huren in plaats van kopen in verband met onderhoud en kalibratie
- Eigen aanschaf (2x aangegeven)

Hoe kunnen we PIMEX 2.0 het beste beschikbaar maken voor de arbeidshygiënist?

- Verhuur door commerciële partij, bv BA Systemen of RPS
- Gebruik van systeem via NVvA (niet commercieel; 4x aangegeven)
- Aanschaf van systeem en sensoren door arbodienst / adviesbureau
- 'Expertteam PIMEX' voor advies en samenwerking
- Gezamenlijke aanschaf van systeem en sensoren door sector, kan dan gerouleerd worden tussen bedrijven
- Zelf aanschaffen (3x aangegeven)
- Opnemen in Arbo-catalogi
- Via EU-OSHA
- Via 5xBeter