

# Sensor technologie: huidige en toekomstige mogelijkheden voor real-time persoonlijke blootstellingsmetingen bij werknemers

NVvA symposium, (Zeist, 12-4-2018)



Max Hennekes, MSc

**TNO** innovation  
for life

## Overzicht presentatie

- Aanleiding literatuurstudie
  - 1. Beperkingen huidige meetmethode
  - 2. Mogelijkheden van sensor technologie?
- Studieopzet
- Resultaten
  - Beperkingen huidige sensoren
  - Huidige beperkingen data interpretatie
  - Mogelijkheden voor koppelen van context
- Discussie en conclusie

## Aanleiding literatuurstudie:

### 1: beperkingen huidige meetmethodiek

- Metingen en analyse
  - Meetapparatuur duur, belastend en voornamelijk bruikbaar voor professionals
  - Limiet op aantal samples door kosten
  - Tijdspanne tussen meting en dataterugkoppeling lang
- Data interpretatie
  - Geen temporeel (en spatieel) patroon zichtbaar
  - Uitdunning relevante blootstellingspieken
- Aanpak voor hogere resolutie:
  - Observaties
  - Lineaire regressie analyse / mixed-model analyse
  - STEL-metingen

STEL = short term  
exposure limit

## Aanleiding literatuurstudie:

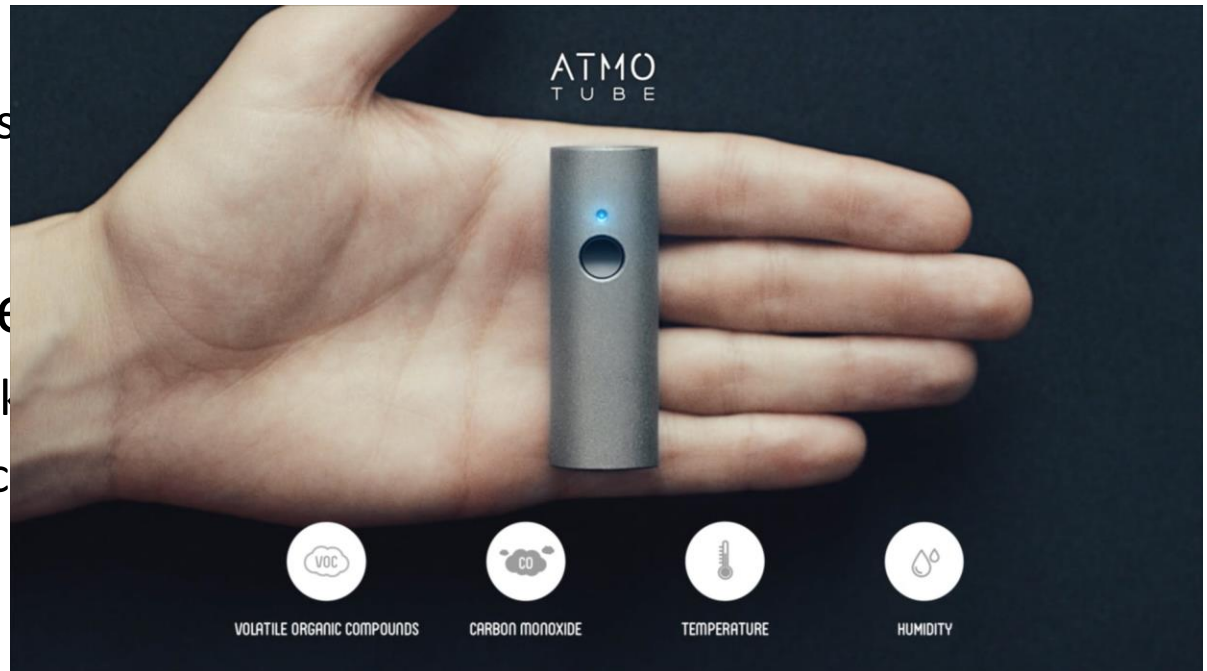
### 2: Mogelijkheden van sensor technologie?

- Technologische ontwikkeling maakt andere vorm van meten toegankelijker:

- Persoonlijk, in real time met hoge resolutie
- Lagere kosten
- Mogelijkheden s

- De mogelijkheden

- Huidige gebruik
- Interpretatie (c



Studieopzet:

Onderzoeksvraag vanuit TNO

*Wat zijn de huidige en toekomstige mogelijkheden van persoonlijke blootstellingsmetingen met sensoren bij werknemers?*

## Studieopzet: Approach

- Literatuur
  - Pubmed
  - Overige artikelen uit referenties gevonden materiaal (sneeuwbal)
- “Grijze literatuur”
  - AIHA (2016) “protecting worker health through sensor technology”
- Interviews met arbeidshygiënisten binnen petrochemische industrie

## Resultaten:

### Behoeften arbeidshygiene o.b.v. interviews

#### – De sensor

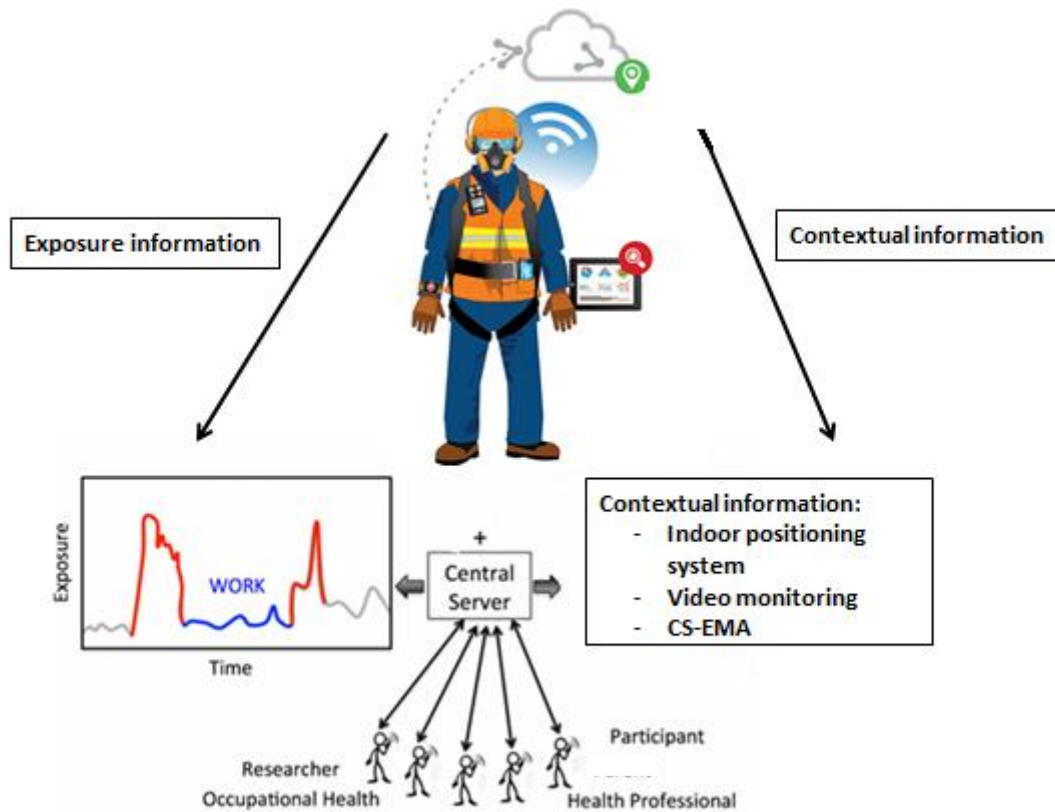
- Laag detectielimiet + onderscheidend vermogen in complexe mengsels (BTEX)
- Draagbaar
- ATEX gecertificeerd

#### – De context

- Locatie
- Activiteit data

BTEX = benzeen, toluen,  
ethylbenzeen, xyleen

# Resultaten: Overzicht systeem





## Resultaten:

### Beperkingen van huidige real-time meetapparatuur

- Gas sensoren

- Geen onderscheidend vermogen tussen VOS
- Gevoelig voor invloed temperatuur, luchtvochtigheid etc
- Vereist responsfactor

- Deeltjes sensoren

- Groot, maar kleinere versies komen beschikbaar
  - Optical particle counters (OPCs)
- Geen identificatie samenstelling van stof



## Resultaten:

### Beperkingen m.b.t. context

- Sensoren genereren veel hoog variabele data
  - Resulteert in piekpatroon, zonder verdere informatie
- Uitdaging: koppelen van context data:
  - Piek-identificatie
  - Mogelijkheden tot interventie
  - Feedback aan werknemer

## Resultaten:

### Definitie van een piek

Gezondheidsraad rapport organische oplosmiddelen:

- een piekblootstelling is een gemiddeld hoge blootstelling over een periode van 15 minuten
- een piekblootstelling hoger dan tweemaal de 8u-tgg mag niet voorkomen
- er mogen niet meer dan vier piekblootstellingen per dag optreden, en de periode daartussen dient minimaal één uur te bedragen
- binnen een piekblootstelling mogen zich geen momentane concentraties hoger dan tienmaal de MAC-waarde voordoen

(1): <https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/9912n.pdf>

Ttg= tijd gewogen gemiddelde

## Resultaten:

### Koppelen contextuele informatie

Voor interpretatie blootstelling door arbeidshygenist

- (1) Directe observatie
- (2) Dagboek bijhouden
- (3) Locatie (GPS, RFID beacons etc)
- (4) VEM (video exposure monitoring)
- (5) Real time questionnaires
- (6) Andere opties....?

# Resultaten:

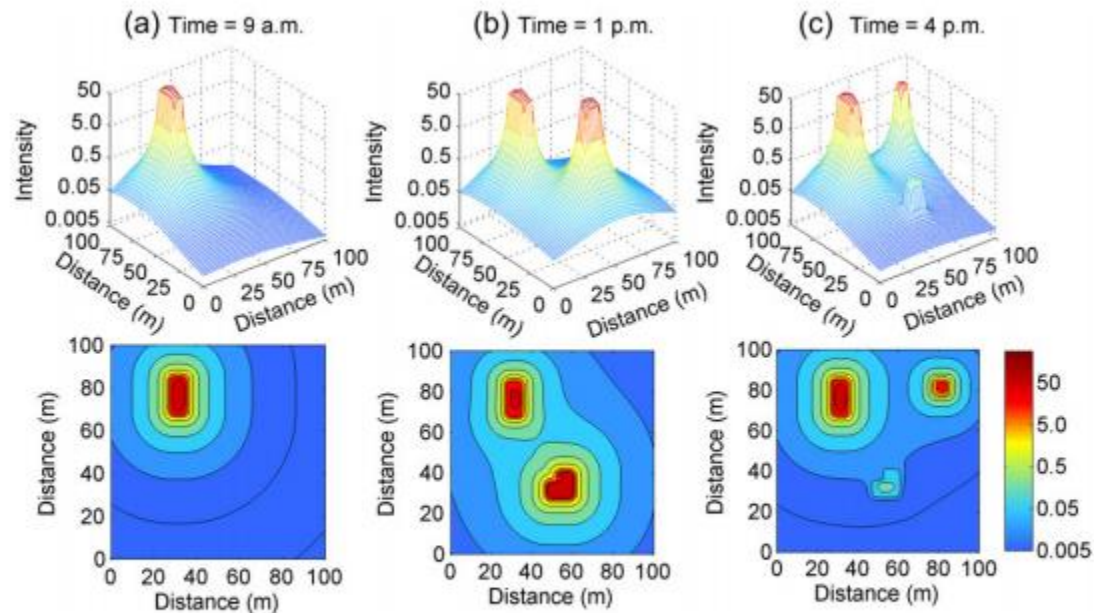
## Koppelen contextuele informatie – (3) locatie (GPS)

- Voordeel
  - Bronsporing
  - C

- Nade
  - G

- Alterr
  - R

- U
- B



**Fig. 4.** Simulated hazard maps at the facility at three selected times. The top panels depict a three-dimensional representation of hazard intensity through space; the bottom panels present the same data in two-dimensional form where variation in hazard intensity is represented by color.

## Resultaten:

### Koppelen contextuele informatie – (4) VEM

- Voordeel
  - Direct beeld van invloed werkhandeling op blootstelling
  - Helpt bij bewustwording en trainingsdoeleinden
  - Individuele terugkoppeling mogelijk
- Nadeel
  - Koppelen video data en blootstelling kost veel tijd
  - Privacy
- Oplossing
  - Body-cam reactief op blootstellingsverhogingen → koppelen van tags aan de blootstellingsdata

VEM = video exposure  
monitoring

## Resultaten:

Koppelen context. informatie – (5) real time questionnaires

- Voordeel
  - Context sensitive (CS-EMAs) → bij verhoogde blootstelling (van Wel et al, 2017)
  - Verzamelen data direct na blootstellingsmoment
- Nadeel
  - Invullen vragenlijst tijdens werk
  - Werknemer moet altijd in nabijheid van PDA zijn
  - Verlies van motivatie invullen vragenlijst door werknemer

CS-EMA = context-sensitive  
ecological momentary assessment  
PDA = personal digital assistant

## Discussie

- Interpretatie door arbeidshygiënist
  - Zijn beschreven context-systemen praktisch toepasbaar?
  - Andere mogelijkheden denkbaar?
- Feedback aan werknemer
  - Directe feedback aan werknemer?
  - Evaluatie achteraf?
- Indicatief of toetsingswaarde mogelijk?
  - Meebewegend tijdsframe voor 15 min tgg toetsing
- Belang van piekblootstelling
  - Duidelijkere definitie
  - Biologische relevantie
- Opstellen leidraad real-time meten?



## Conclusie

- Trend richting toepassing in arbeidshygiëne lijkt aanwezig
  - Losse onderdelen sensorsysteem aanwezig
  - Geïntegreerd systeem ontbreekt vooralsnog
- Oplossen van verschillende issues
  - Ontwikkelen sensoren met hoge specificiteit en sensitiviteit
  - Draagbaarheid van sensoren
  - Mechanismen om context te koppelen, biedt mogelijkheden voor langere meetsessies
- Mogelijkheden voor geavanceerde data verzameling en interpretatie; nieuwe dimensie binnen arbeidshygiëne

- Uitvoering
  - Organisatie: TNO RAPID, Zeist
  - Begeleiding: Eelco Kuijpers, Anjoeka Pronk
- Teruglezen?
  - Scriptie onder andere gebruikt voor artikel NvVA nieuwsbrief 4/2017 (H. Goede)
- Contact-gegevens
  - Max Hennekes
  - Email: [max.hennekes@caesar-consult.nl](mailto:max.hennekes@caesar-consult.nl)