

# **Binnenmilieuonderzoek COA Ter Apel**

## **Rapport**

14 Februari 2018

P.M. Bluysen, G.J. Hordijk, M.A. Ortiz-Sanchez, T. Armijos Moya, S.R. Kurvers  
TU Delft

Faculteit Bouwkunde  
Afdeling AE&T

# Inhoud

	Pagina
1. Inleiding	3
2. Plan van aanpak	4
3. Luchtkwaliteit	6
3.1 Inleiding	6
3.2 Luchtmetingen ter plaatse	7
3.3 Luchtmetingen in SenseLab	10
4. Installaties	10
4.1 Tijdelijke gebouwen	10
4.2 Permanente gebouwen	13
5. Ledverlichting	15
5.1 Inleiding	15
5.2 Lichtmetingen	16
6. Conclusies en aanbevelingen	20
Referenties	23
Bijlagen	24
A. Bevindingen en adviezen ter Apel (2 september 2017)	25
B. Beschrijving van het Senselab	29
C. Beschrijving van toegepaste meetinstrumenten	31
D. Formaldehyde	34

## 1. Inleiding

Sinds November 2015, kampen medewerkers van het COA in Ter Apel met gezondheidsklachten. Op initiatief van onder meer het COA en de provincie Groningen zijn inmiddels tal van onderzoeken verricht (bodemonderzoek, onderzoek binnenklimaat etc.), maar het lukt niet de oorzaak van de klachten te achterhalen.

Het COA heeft medio juli 2017 een onafhankelijke commissie Gezondheidsklachten Ter Apel in het leven geroepen, bestaande uit Paul Ulenbelt (namens de OR), professor Ivonne Rietjens (WUR) en Joop Atsma (voorzitter). De commissie heeft tot doel om een concreet advies te geven over de gezondheidsklachten in Ter Apel en hun mogelijke oorzaken, dan wel mogelijke oorzaken uit te sluiten.

In mei 2015 zijn de medewerkers naar het nieuwe gebouw verhuisd. In eerste instantie werd gedacht aan het gebouw als oorzaak van de klachten. Nadat er werd geheid rook men echter een sterke geur. Deze geur zorgde ervoor dat medewerkers op het idee kwamen van grondvervuiling. Aangezien de klachten in eerste instantie niet lijken op grondvervuilingsklachten, wil de commissie toch verder de mogelijkheid van het gebouw als oorzaak onderzoeken.

De commissie heeft in augustus 2017 Prof. Philomena Bluysen (TU Delft) gevraagd een advies uit te brengen over welke onderzoeken/metingen er nodig zijn om de mogelijk gebouw gerelateerde oorzaken van de gezondheidsklachten bij medewerkers van het COA Ter Apel, aan te wijzen of juist uit te sluiten. Uit informatie van de commissie, de eerdere onderzoeken die hebben plaatsgevonden en een bezoek aan het COA Ter Apel op 31 augustus (zie bijlage A), zijn er een aantal mogelijke oorzaken van gezondheidsklachten gededuceerd:

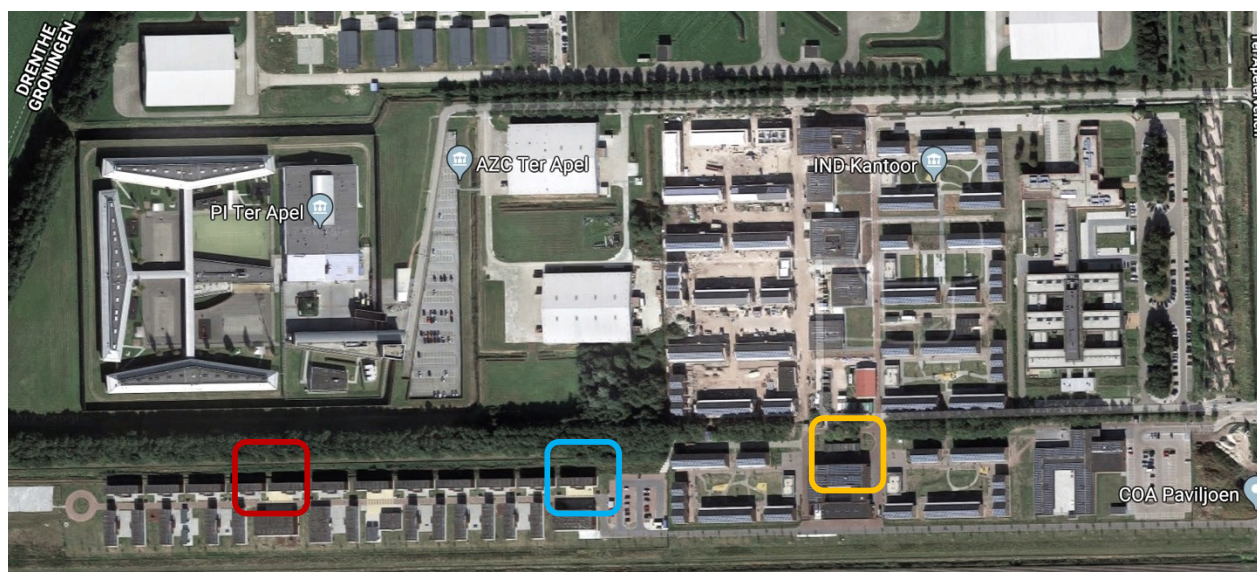
- 1) De geur (stank)/emissies, waarschijnlijk afkomstig van de vloerbedekking, in de tijdelijke gebouwen.
- 2) Airconditioning units die lucht hergebruiken (niet verversen) in de tijdelijke gebouwen.
- 3) De onbeschermdede ledverlichting in de tijdelijke gebouwen.
- 4) Schoonmaakprocedure van bureaus en vloeren in kantoren van zowel de tijdelijke als de permanente gebouwen.
- 5) Mogelijke bronnen van luchtverontreiniging in de luchtbehandelingskasten van de permanente gebouwen (bv. groei van micro-organismen op materiaal van geluiddempers en/of 'dood' materiaal dat in kanalen is achtergebleven na installatie).

Om de relevantie van elk van deze oorzaken (m.u.v. nr.4, die behoort niet tot onze expertise) beter te bepalen, zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd:

- 1) Luchtkwaliteit: geur- en emissiemetingen om na te gaan of de vloerbedekking in tijdelijke gebouwen een relatie met de klachten kan hebben.
- 2) Inspectie van de airconditioning units in de tijdelijke gebouwen, en een inspectie van de luchtbehandelingskasten in de permanente gebouwen en de werking hiervan.
- 3) Kwaliteit kunstverlichting: lichtmetingen om na te gaan of de onbeschermdede ledverlichting de oorzaak kan zijn van of bijdraagt aan sommige van de klachten.

## 2. Plan van Aanpak

Op 20 november 2017 is er een bezoek gebracht aan Het COA Ter Apel, Apelervenen 4. Hierbij zijn gebouwen A en D van de tijdelijke bebouwing bezocht en gebouw B van de permanente bebouwing.



- Gebouw D: tijdelijk gebouw
- Gebouw A: tijdelijk gebouw
- Gebouw B: permanent gebouw

De volgende onderzoeken zijn uitgevoerd:

### Luchtkwaliteit in relatie tot de vloerbedekking in tijdelijke gebouwen:

- a) Geur- en luchtmetingen op 20 november 2017: Tijdens het bezoek op 31 augustus, maar ook in eerder onderzoek (zie bijlage A) is stank waargenomen in een aantal ruimtes van de tijdelijke gebouwen. Om na te gaan of de vloerbedekking (in combinatie met het beton eronder) de oorzaak kan zijn van die stank en tevens van een aantal van de gezondheidsklachten in de tijdelijke gebouwen, zijn daarom geur- en luchtmetingen verricht. De geurmetingen zijn uitgevoerd door de onderzoekers, de luchtmetingen met behulp van actieve bemonstering.
  - In ruimtes waar eerder aangegeven is dat het stinkt (tijdelijke gebouwen: gebouw A en D) zijn op 3 locaties elk 2 monsters (aldehydes en vluchtige organische stoffen (VOS)) genomen met actieve bemonstering (aanzuig door monsterbuisje met pompje) (met gesloten ramen en deuren).
  - In ruimtes waar tijdens het bezoek op 31 augustus 2017, geen stank werd waargenomen (permanente gebouwen: gebouw B) zijn op 2 locaties elk 2 monsters (aldehydes en VOS) genomen met actieve bemonstering (aanzuig door sampler met pompje) (met gesloten ramen en deuren). Dit om de situatie met de tijdelijke gebouwen te kunnen vergelijken.
  - Van de buitenlucht zijn op 1 locatie 2 monsters (aldehydes en VOS) genomen met actieve bemonstering (aanzuig door sampler met pompje).
  - Twee ongeopende monsters (aldehydes en VOS) werden geplaatst in gebouw A. De monsters zijn vervolgens door SGS (leverancier van de monsters, pompjes en laboratorium) opgehaald en geanalyseerd in een laboratorium.
- b) Monsternamen vloerbedekking op 20 November 2017: Een monster is genomen van de vloerbedekking in twee ruimtes waar het volgens eerder onderzoek stinkt (1 ruimte in gebouw A en 1 ruimte in gebouw D). In beiden ruimtes zijn VOS/aldehydes metingen uitgevoerd.

- c) Luchtmetingen vloermonsters in het Senselab op het TU-terrein in Delft (zie Bijlage B): Deze vloermonsters zijn de dag na het bezoek aan Ter Apel in een testopstelling (CLIMPAQ: zie voor beschrijving Bijlage C) geplaatst. Batches van zowel VOS als aldehydes zijn in de testopstelling geplaatst, evenals erbuiten. Na een week zijn de batches (passieve bemonstering) eruit gehaald en naar het Laboratorium van SGS opgestuurd voor analyse. Tijdens de bemonstering is geur getest door de onderzoekers. Na afloop van de bemonstering is het effect op de geur van het nat schoonmaken van de vloermonsters getest.

Voor zowel de metingen ter plaatse als de metingen in het lab werd tevens de ppBRAE3000 gebruikt voor het metingen van VOS (voor beschrijving van dit instrument zie Bijlage C). Daarnaast werd zoals aangegeven gebruik gemaakt van de menselijke neus om geur te meten. Deze techniek wordt additioneel toegepast omdat de menselijke neus in heel veel gevallen gevoeliger is voor bepaalde stoffen dan de instrumenten/bemonstering die wij ter beschikking hebben. Onze neus kan op ppt (parts per trillion) stofjes/molekulen waarnemen, terwijl onze hele nauwkeurige meetinstrumenten pas bij ppb (part per billion) beginnen, en dit lang niet voor alle stofjes aankunnen (Bluyssen, 1990).

**Inspectie luchtbehandeling/toevoer:** Om na te gaan of de airconditioning units in de tijdelijke gebouwen, en/of de luchtbehandelingskasten in de permanente gebouwen, een oorzaak kunnen zijn van een aantal van de gezondheidsklachten zijn op 20 november 2017 uitgevoerd:

- a) Inspectie van de split-units in de ruimtes van gebouw A en D (tijdelijk)
- b) Inspectie van de luchtbehandelingskast in gebouw B (permanent)
- c) Luchttoevoermetingen in gebouw B op de eerste verdieping (met een Flowfinder – zie voor beschrijving Bijlage C).

**Metingen kunstverlichting:** Om na te gaan of de niet afgeschermd ledverlichting de oorzaak kan zijn van sommige van de gezondheidsklachten, zijn op 20 november 2017 lichtmetingen in twee ruimten met ledverlichting (gebouw A tijdelijk) verricht.

- a) De verlichtingssterkten in de ruimten zijn gemeten om na te gaan of er een goede, evenwichtige lichtverdeling in de ruimte is.
- b) Met een luminantie camera zijn er opnamen gemaakt in de ruimte om de helderheidsniveau's vast te stellen en om na te kunnen gaan of er te grote contrastverhoudingen zijn in het gezichtsveld van de medewerker.
- c) Met een spectrometer en chromameters is ook de kleur van het licht gemeten.

### 3. Luchtkwaliteit

#### 3.1 Inleiding

Tijdens het bezoek van Prof. Bluysen aan het COA Ter Apel op 31 augustus 2016 werd in de tijdelijke gebouwen A en D een sterke onaangename geur waargenomen, die typisch leek voor de vloerbedekking die er ligt (linoleum). Deze geur is ook in eerdere onderzoeken waargenomen (zie bijlage A).

Er zijn, in theorie, twee chemische reacties die mogelijk optreden, die deze geur en daarmee eventueel een aantal gezondheidsklachten, zouden kunnen verklaren:

- Het linoleum geeft aldehydes en geurende VOS af, vooral wanneer de vloer nat wordt gereinigd met een agressief schoonmaakmiddel (dit verwijderd de lijnolie die als beschermlaag functioneert).
- Wanneer linoleum koud op beton is geplakt, en dit beton nog niet voldoende is uitgedroogd, kan de aanwezig caseïne (zit o.a. in portlandcement dat wordt toegepast in de productie van geprefabriceerd beton, maar ook in lijmen en natuurlijke organische vezels van bijvoorbeeld jute die als matje wordt gebruikt bij linoleum) reageren onder invloed van vocht, waarbij ammonia, amines, zwavel-bevattende stoffen en alcoholen (bv. butanol) vrijkomen. Deze zijn te herkennen aan de scherpe, mufte geuren. Indien er vulstoffen zoals weekmakers aanwezig zijn, kan dit resulteren in organische producten zoals 2-ethyl-1-hexanol, een stof met een uitgesproken bittere-zoete geur.

Zowel aldehydes als de mogelijke vrijkomende alcoholen (2-ethyl-1-hexanol) kunnen irritaties van huid, ogen en ademhalingswegen veroorzaken.

Om na te gaan of de vloerbedekking (in combinatie met de betonnen vloer eronder) de oorzaak kan zijn van een aantal van de gezondheidsklachten, zijn daarom zowel aldehydes (eerste chemische reactie) als vluchtige organische stoffen (met name de alcoholen die vrij kunnen komen in de eerste en tweede chemische reactie: 3-hexanol, ethyl-hexanol, 2-ethylhexanol, 2-methyl-1-propanol en butanol) in verschillende situaties gemeten:

- In een ruimte waar het stinkt (niet-permanent gebouw): waarbij een ruimte waar een monster is genomen van de vloerbedekking (om te zien of vloerbedekking inderdaad koud op het beton is verlijmd en dus de tweede chemische reactie mogelijkwerijs optreedt of heeft opgetreden) en een ruimte waar geen monster van de vloerbedekking is genomen.
- In een ruimte waar het niet stinkt (permanent gebouw).
- Buitenlucht bij het niet-permanente gebouw en toevoerlucht in het permanente gebouw met mechanische balansventilatie.

De twee vloermonsters zijn vervolgens in een testopstelling (CLIMPAQ) voor luchtkwaliteit van het SenseLab geplaatst om gedurende een week m.b.v. batches te bemonsteren op afgifte van aldehydes. Tot slot zijn de vloermonsters nat schoongemaakt om de eerste chemische reactie te simuleren.

### 3.2 Luchtmetingen ter plaatse

Op 20 november 2017, zijn monsterbuisjes met pompjes geplaatst op een aantal locaties (Tabel 1). Daarnaast zijn twee vloermonsters uit de vloerbedekking gesneden: één in de ruimte van het secretariaat op de 1<sup>e</sup> verdieping van gebouw A (foto 3) en één in de vergaderruimte op de 1<sup>e</sup> verdieping van gebouw D (foto 8). De niet-permanente gebouwen A en D werden in de ochtend bezocht en het permanente gebouw B in de middag. In gebouw B werden twee locaties bemonsterd: vergaderzaal op de 1<sup>e</sup> verdieping en toevoerrooster van de kantine op de 1<sup>e</sup> verdieping, om na te gaan of de toevoerlucht VOS en/of aldehydes bevatte.

Bij het uitsnijden van de vloermonsters werd een zoete geur waargenomen. Ook het toegepaste meetinstrument ppBRAE 3000 gaf hierbij een uitslag aan van enkelen ppbs (foto 4). Echter, deze geur verdween snel en het instrument gaf geen waarde meer aan (foto 5 en 6). Bij het betreden van zowel de kantoorruimten als de vergaderruimten, werd met name in de tijdelijke gebouwen een bedompte, onaangename geur waargenomen.

De monsterbuisjes zijn op 20 november aan het einde van de dag opgehaald door SGS om geanalyseerd te worden. In Bijlage B is het meetrapport van SGS gepresenteerd. Een samenvatting van de bevindingen is in Tabel 2 weergegeven. Omdat de analyse van de actieve koolbuisjes geen verhoogde componenten opleverde van de specifieke vluchtige organische stoffen, is er een screening uitgevoerd om te kijken of er andere componenten gedetecteerd zijn.

Tabel 1 Meetlocaties, meettijden en monsternummering.

Locatie	Lot nr.	Monstertijd (hh:mm)	Volume (liter)	Foto
<b>Gebouw A (tijdelijk)</b>				
Vergaderzaal 1 <sup>e</sup>	7009304086 (koolstof)	09.34-12.14	239	1
	7132300201 (aldehydes)	09.55-12.26	39	2
Secretariaat 1 <sup>e</sup> (stuk vloer)	7009304087 (koolstof)	10.06-12.38	229	3
	7132300207 (aldehydes)	10.11-12.40	40	3
	Metingen met RAE3000	9.45-10.00		4-6
Buiten (uit raam)	7009304092 (koolstof)	10.20-12.50	226	7
	7132300210 (aldehydes)	10.16-12.47	31	7
Niet geopend	7009304091 (koolstof)			
	7132300206 (aldehydes)			
<b>Gebouw D (tijdelijk)</b>				
Vergaderzaal 1 <sup>e</sup>	700904094 (koolstof)	10.36-13.06	225	8
	7132300202 (aldehydes)	10.41-13.11	40	8
<b>Gebouw B (permanent)</b>				
Vergaderzaal 1 <sup>e</sup>	700904088 (koolstof)	13.49-16.18	223	9
	7132300205 (aldehydes)	13.46-16.18	35	9
Kantine 1 <sup>e</sup> toevoerrooster	700904089 (koolstof)	14.14-16.45	227	10
	7132300204 (aldehydes)	14.17-16.43	43	10

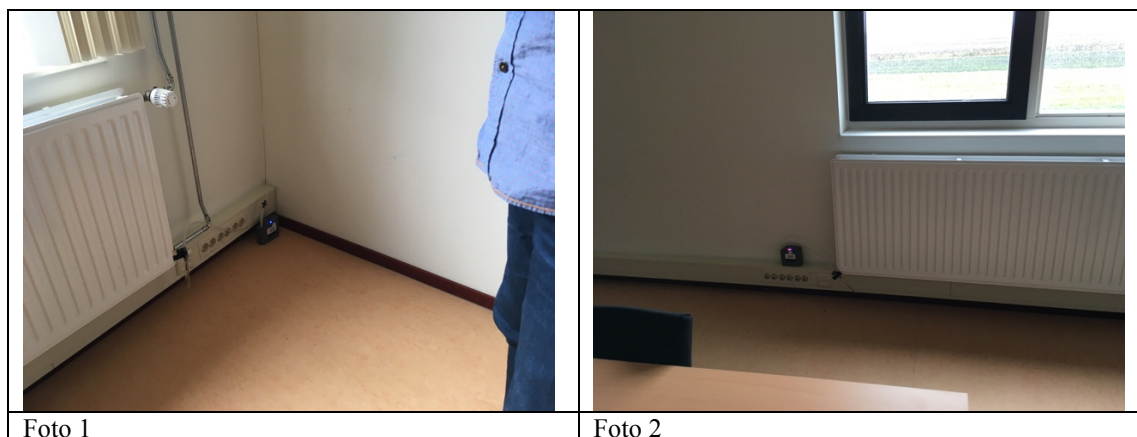




Foto 3: Vloerbedekking zit koud op beton.



Foto 4: Meting met RAE 3000 tijdens verwijdering.



Foto 5 Meting met RAE 3000 vlak na verwijdering



Foto 6 Meting met RAE 3000 in zak met sample.



Foto 7: Buitenmeting gebouw A.



Foto 8: Binnenmeting 1st verd. gebouw D.



Foto 9: Gebouw B 1st verdieping.

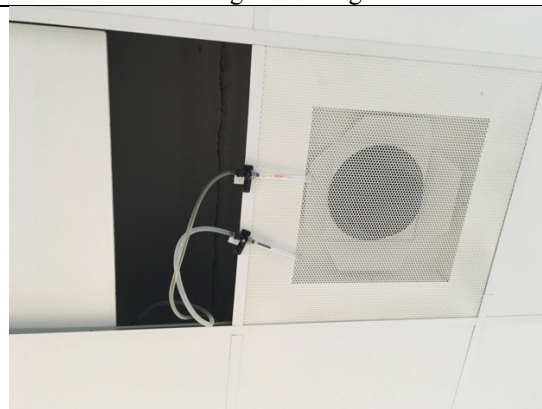


Foto 10: Gebouw B toevoerrooster.



Tabel 2 Samenvatting bevindingen luchtmetingen Ter Apel per meetlocatie.

Locatie	Aldehydes (µg/sample)	VOS <sup>1</sup> (µg/sample)	Screening VOS	ppbRAE 3000 (ppb) <sup>3</sup>
<b>Gebouw A (tijdelijk)</b>				
Vergaderzaal 1 <sup>st</sup>	<2	<10	-	
Secretariaat 1 <sup>st</sup> (stuk vloer)	<2	<10	-	92
Buiten (uit raam)	<2	<10	+ <sup>2</sup>	
Niet geopend	<2	<10	-	
<b>Gebouw D (tijdelijk)</b>		<10		
Vergaderzaal 1 <sup>st</sup> (stuk vloer)	2,1 (acrolein 2,0)	<10	+ <sup>2</sup>	- <sup>4</sup>
<b>Gebouw B (permanent)</b>		<10	-	
Vergaderzaal 1 <sup>st</sup>	<2	<10	-	
Kantine 1 <sup>st</sup> toevoerrooster	<2	<10	-	

1= waarde is voor elk van de VOC: 3-hexanol, ethyl-hexanol, 2-ethylhexanol, 2-methyl-1-propanol en butanol

2= acetonitrile of een gelijkwaardig component

3= meting net na het wegnemen van het stukje vloerbedekking

4=door meetfout met het instrument geen uitslag

Bij de screening van de VOS-analyse, werd op twee locaties acetonitrile of een gelijkwaardig component gevonden: in de buitenlucht bij gebouw A en in gebouw D in de vergaderzaal op de eerste verdieping, boven het verwijderde deel van een stuk van de vloerbedekking.

De luchtmetingen ter plaatse gaven geen waarneembare concentraties van de stoffen waarop geanalyseerd was. Met uitzondering van 1 locatie, in de vergaderzaal op de 1<sup>e</sup> verdieping van gebouw D (tijdelijk) werd aldehyde (voornamelijk acroleïne) aangetoond. Bij de screening werd acetonitrile of een gelijkwaardig component in het monster van dezelfde plek gevonden. Hetzelfde component werd in de buitenlucht sample aangetoond.

Zowel acroleïne als acetonitrile veroorzaken irritaties van de ogen, huid en ademhalingswegen. De aanwezigheid van acroleïne zou gerelateerd kunnen zijn aan de aanwezigheid van het linoleum (maar is ook een belangrijk component van sigarettenrook). Echter, de aanwezigheid van acetonitrile of een gelijkwaardig component is vooralsnog een raadsel. Acetonitrile is een organische verbinding die vaak als oplosmiddel wordt gebruikt, dus zou bijvoorbeeld in schoonmaakmiddel kunnen voorkomen, maar ook in parfums. Het wordt ook gebruikt als chemisch component in pesticiden productie.

### 3.3 Luchtmetingen in SenseLab

#### Luchtmetingen in CLIMPAQ

De vloermonsters zijn op 21 november 2017 beiden in een testopstelling (CLIMPAQ) voor luchtkwaliteit van het SenseLab geplaatst (foto 11 en 12). Voor zowel aldehydes als VOS zijn op beiden monsters batches t.b.v. passieve meting geplaatst in de CLIMPAQ. Naast de batches in de testopstelling zijn er ook voor elk (aldehydes en VOS) batches geplaatst in de kamer voor een achtergrondmeting. In Tabel 3 zijn de resultaten per batch samengevat. Ondanks de muffe, zure geur in het begin van de meting (deze was na week nagenoeg verdwenen), werden er geen aldehydes of VOS gevonden boven resp. 2 en 5 µg/sample. Ook de ppbRAE3000 gaf geen uitslag.

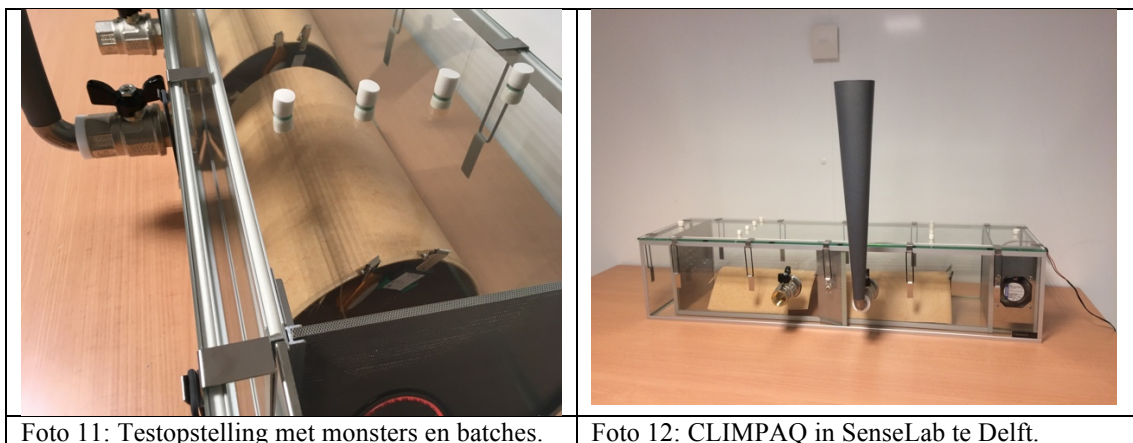


Foto 11: Testopstelling met monsters en batches.

Foto 12: CLIMPAQ in SenseLab te Delft.

Tabel 3 Samenvatting bevindingen luchtmetingen in de testopstelling.

Locatie	Monster identificatie	Monstertijd	(µg/sample)
<i>Monster links</i>			
Aldehydes	GP17-30929.004	1 week	<2 <sup>1</sup>
VOS	GP17-30929.001	1 week	<5 <sup>2</sup>
<i>Monster rechts</i>			
Aldehydes	GP17-30929.005	1 week	<2 <sup>1</sup>
VOS	GP17-30929.002	1 week	<5 <sup>2</sup>
<i>Buiten opstelling</i>			
Aldehydes	GP17-30929.006	1 week	<2 <sup>1</sup>
VOS	GP17-30929.003	1 week	<5 <sup>2</sup>

1: geldt voor elk van de gemeten aldehydes: 2: geldt voor alle gemeten VOS.

#### Natmaken van het linoleum

Bij of na het schoonmaken van de vloermonsters met een natte doek, werd een sterke geur waargenomen (Foto's 13-15). De ppbRAE900 gaf echter geen uitslag.



Foto 13 Nat maken vloermonsters

Foto 14 Meting vloermonsters

Foto 15 Meting doekje

## 4. Installaties

### 4.1 Tijdelijke bebouwing

De bezochte tijdelijke gebouwen, gebouwen A (foto 12) en D (foto 13), hebben een lichtgewicht constructie, en door de lichtgewicht tussenvanen en het akoestisch systeemplafond hebben de werkrumtes nauwelijks warmte accumulerend vermogen. Dit betekent dat de binnentemperatuur in relatief sterke mate de schommelingen van het buitenklimaat volgt, zowel gedurende de dag als gedurende de seizoenen. Hierdoor zijn de gebouwen voor de temperatuurbeheersing sterk afhankelijk van de aanwezigheid en het functioneren van de technische voorzieningen.

Om het binnenklimaat zowel wat betreft temperatuur als luchtkwaliteit te kunnen beheersen zijn de volgende voorzieningen aanwezig:

- Buitenzonwering in de vorm van "screens" om zonnearmte buiten te houden.
- Te openen van ramen om te ventileren en de temperatuur te beïnvloeden.
- Roosters aan de bovenzijde van de ramen om te ventileren en de temperatuur te beïnvloeden.
- Radiatoren onder de ramen, voorzien van regelbare thermostatische ventielen.
- Afzuigventilatie per ruimte die lucht via een plafondrooster afzuigt. De regeling gebeurt via een CO<sub>2</sub>-sensor aan de wand en kan niet handmatig worden ingesteld.
- Airconditioningapparaten (split-units) aan de bovenzijde van binnenwanden die lucht kunnen koelen en verwarmen. De regeling is handmatig via een afstandsbediening.
- In grotere (vergader)ruimtes staan in gebouw D, gevel-convectoren, die lucht van buiten aanzuigen en verwarmen. De regeling is CO<sub>2</sub> gestuurd, maar niet handmatig in te stellen.

#### Temperatuur en ventilatie

De temperatuur in de zomer kan worden beheerst door het gebruik van de buitonzonwering om zonnearmte te weren, te openen ramen om te ventileren, en de split-units en de gevelconvectoren om de lucht te koelen. Daarnaast kan een deel van de warmte worden afgevoerd door de afzuigventilatie via roosters in het plafond. Door het ontbreken van een kierstand-instelling zijn de ramen niet altijd goed te gebruiken als het buiten winderig is. De split-units zijn weliswaar regelbaar, maar kunnen tocht- en geluidhinder geven, waardoor het gebruik in de praktijk beperkt is.

De ventilatie bestaat uit roosters boven de ramen, te openen ramen en mechanische afzuigventilatie waarbij lucht via een plafondrooster wordt afgevoerd. De split-units recirculeren slechts de lucht en voeren geen verse lucht toe. In gebouw D zijn in sommige ruimten tevens ventilatorconvectoren aanwezig die verse lucht via de gevel toevoeren. In de winter zullen de ramen vaak gesloten blijven en is alleen de mechanische ventilatie actief. Deze is echter CO<sub>2</sub>-gestuurd, wat inhoudt dat naarmate er meer CO<sub>2</sub> in de binnenlucht komt, de ventilator harder gaat draaien. De CO<sub>2</sub> is afkomstig van de uitademingslucht van personen, als er geen of weinig personen aanwezig zijn, zal ook de ventilatie niet toenemen. De ventilatie is dus persoonsgebonden, met eventuele andere verontreinigingsbronnen houdt het ventilatiesysteem geen rekening.

De split units zijn recent gereinigd (foto 19 en 20) en vormen zover te zien op dit moment geen bron van verontreiniging.



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18



Foto 19



Foto 20

## 4.2 Permanente gebouwen

In gebouw B (foto 21) wordt het klimaat geregeld door middel van een gebalanceerd ventilatiesysteem (foto 22) in combinatie met betonkernactivering. De ventilatiehoeveelheid wordt geregeld op basis van CO<sub>2</sub>-sensoren en de setpoint temperatuur is 21°C, waarbij via een wandthermostaat +/- 3°C kan worden ingesteld. De lucht toe- en afvoer vindt plaats via roosters in het verlaagde akoestische systeemplafond (foto 23).

### Ventilatiehoeveelheden

In de grote kantoortuin op de 1<sup>e</sup> verdieping zijn de ingeblazen luchthoeveelheden door middel van een Flowfinder (foto 24) gemeten. De hoeveelheden zijn hieronder weergegeven op een schematische plattegrond, waarin de toevoer in m<sup>3</sup>/h wordt aangegeven per gemeten toevoerrooster.

Tabel X Gemeten luchttoevoerhoeveelheden per toevoerroosters op de kantoortuin 1<sup>st</sup> verdieping.

	Afvoer	Toe: 140	Toe: 133	Toe: 114	Toe: 97	
Toe ?						Af
	Af	Af	Af	Af	Toe: 104	
Toe: 161						
	Af			Toe: 130	Toe: 420	
Toe: 165						
	Af			Toe: 152	Toe: 135	
Toe: 241						
	Af					
Toe: 110				Af	Af	

Toe=toevoer; af=afvoerrooster

### Inspectie

Bij inspectie van de luchtbehandelingskasten bleken de zakkenfilters enigszins, maar niet extreem vervuild. Volgens opgave worden de filters 1 keer per jaar vervangen. Helaas waren metingen in het systeem zelf niet mogelijk. De in de kanalen aanwezige geluidsdempers in de toevoerkanalen waren onbereikbaar, evenals het aanwezig warmtewiel. Beiden zijn mogelijke bronnen van vervuiling van de toevoerlucht.

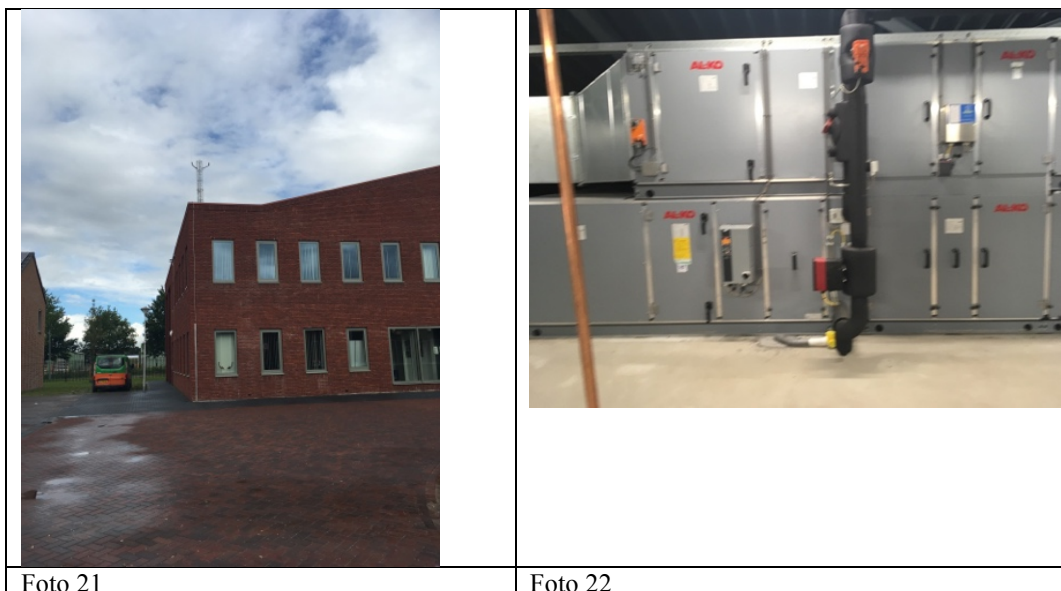




Foto 23



Foto 24

## 5. Ledverlichting

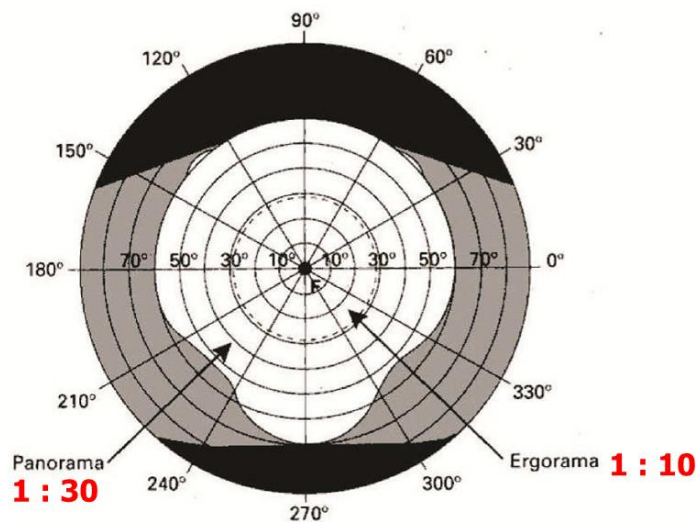
### 5.1 Inleiding

Bij het COA in Ter Apel is onderzoek uitgevoerd naar het visueel comfort in kantoorruimten. Visueel comfort en discomfort kent verschillende aspecten. Het licht kan niet goed verdeeld zijn in een ruimte of de kleur van het kunstlicht gaat niet goed samen met de kleur van het daglicht, maar meestal gaat visueel discomfort over de verschillende helderheden, de zogenaamde luminanties.

Helderheden, luminanties, kunnen te hoog zijn en niet comfortabel, maar in het algemeen gaat het vooral over de onderlinge verhoudingen van de helderheden in de ruimte. De onderlinge verhoudingen kunnen zo van elkaar verschillen dat het oog niet weet waar het gemiddeld zijn pupil op af moet stellen.

Kijkt men naar het gezichtsveld van het oog (figuur 1), dan zijn er een paar vuistregels:

- In het binnenste deel van het gezichtsveld, het zogenaamde Ergorama (cirkel  $\pm 30^\circ$ ), is het visueel comfortabel als de luminantie contrasten beneden de verhouding 1:10 blijven.
- Voor het ruimere gezichtsveld, het Panorama (cirkel  $\pm 60^\circ$ ), moeten de contrasten beneden de 1:30 blijven.
- Voor daarbuiten, de Periferie, zijn geen vuistregels bekend, maar op grond van ervaring wordt aanbevolen om beneden een verhouding van 1:50 te blijven.



Figuur 1. Het gezichtsveld van het menselijk oog. Het witte gedeelte wordt door beide ogen waargenomen, het grijze gedeelte wordt door het linker- of rechteroog gezien.

## 5.2 Lichtmetingen

Het visueel comfort bij het COA is in kaart gebracht met behulp van een luminantie camera (figuur 2). Er zijn foto's genomen op ooghoogte van een zittend persoon (1,20 m) en op ooghoogte van een staand persoon (1,60 m). Foto's van deze camera kunnen met behulp van een computerprogramma vertaald worden naar een afbeelding waarin de luminantie-waarden van een ruimte te zien zijn.

De luminantie camera kan zowel gebruikt worden met een normale lens als met een Fish-Eye lens. Deze laatste lens is erg handig, omdat er met één afbeelding een hele ruimte vastgelegd kan worden zoals het waargenomen wordt door een gebruiker van de ruimte.



Figuur 2. De luminantie-camera is een gewone fotocamera, maar heel nauwkeurig gekalibreerd voor bijvoorbeeld lensfouten. De camera maakt een normale, een overbelichte en een onderbelichte foto direct achter elkaar en een computerprogramma maakt hiervan een luminantie-afbeelding.



Figuur 3. Twee verschillende soorten armaturen. Of twee dezelfde armaturen, waarbij één afgedekt is door een matte plaat.

Wanneer men de kantoornruimte bij het COA binnenkomt, vallen er twee dingen onmiddellijk op.

Allereerst zijn de armaturen niet gelijkmatig over het plafond verdeeld. De onderlinge afstanden zijn niet overal hetzelfde. Direct staand onder een armatuur is het licht twee tot drie keer zo hoog in verlichtingssterkte als tussen twee armaturen in. Daarmee is het licht in de ruimte zeer ongelijkmatig verdeeld.



Ten tweede zijn er armaturen aanwezig met LED-verlichting, waarbij relatief kleine punten zeer helder licht geven. In de armatuur zijn spiegelende lamellen aangebracht, waarschijnlijk bedoeld om het licht verder naar beneden te richten. Lamellen in een armatuur zijn echter in het algemeen mat en niet-spiegelend uitgevoerd en bedoeld om het oog enigszins af te schermen voor het licht van de lamp zelf. In deze armatuur is het andersom. De felle LED-lichtpunten worden nog verder in beeld gebracht door hun spiegelingen in de lamellen. Dat geeft zeer oncomfortabele situaties, weergegeven met behulp van de luminantie-afbeeldingen in figuren 4, 5 en 6. Deze afbeeldingen geven in kleuren aan wat de verschillende luminantie-waarden zijn. Het computerprogramma rekent ook uit wat de gemiddelde luminantiewaarde is voor het Ergorama, het Panorama en de Periferie en de maximale waarden in deze gebieden worden ook door het programma bepaald. Daarmee kunnen de luminantiecontrasten in de verschillende gebieden van het gezichtsveld bepaald worden en vergeleken met de vuistregels voor visueel comfort.

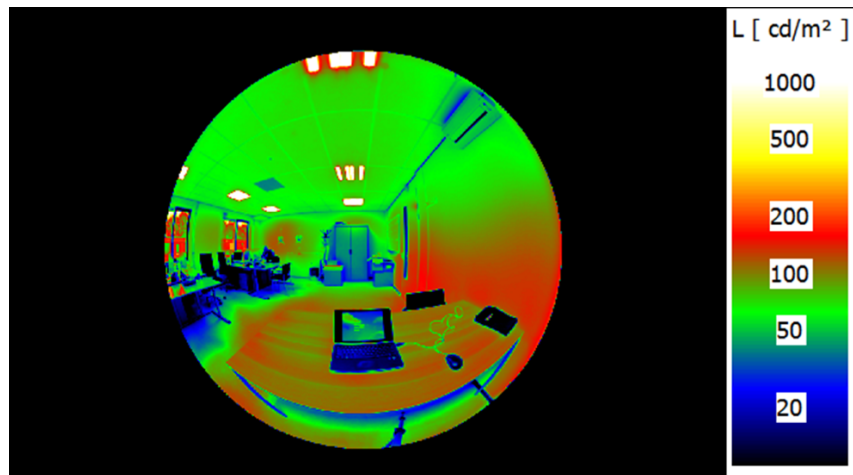
Figuur 4 toont de situatie voor een zittend persoon achterin de ruimte en figuur 5 laat het gezichtsveld zien van een persoon bij een bureau bij het raam. De situatie van figuur 4 is visueel erg oncomfortabel. De armaturen met de spiegelende lamellen hangen storend in het gezichtsveld en de luminantie-contrasten bevestigen dat ook, zowel voor het Ergorama als voor het Panorama en de Periferie zijn de contrasten te hoog en is de situatie oncomfortabel.

In Figuur 5 is te zien dat een zittend persoon daar minder last heeft van lichthinder. De armaturen zijn afgedekt met een diffuse plaat. De contrasten in het Ergorama zijn iets te hoog, maar dat komt in dit geval door de helderheid van het raam, dus van buiten. Een zonwering of lichtwering kan dit oplossen. De armaturen geven door de afdekplaat geen visueel discomfort.

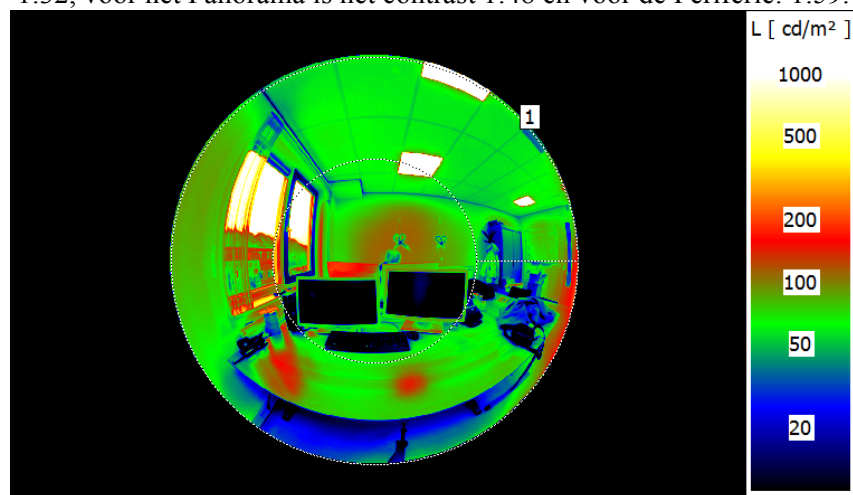
Figuur 6 geeft de situatie in deze kantoorruimte weer voor een staand persoon bij de deur. Ook hier wordt visueel discomfort geconstateerd. Bij het maken van dit beeld is het visueel discomfort zeer verschillend, afhankelijk hoe en onder welke hoek men ten opzichte van het armatuur met spiegelende lamellen staat.

De tweede ruimte die bekeken is wordt weergegeven in Figuur 7. Er staat een grote vergadertafel en ook hier hangen armaturen met spiegelende lamellen. De ruimte oogt iets meer comfortabel doordat in het Ergorama er weinig contrasten zijn, maar de contrasten in het Panorama laten zien dat het armatuur weer veel visueel discomfort kan geven. Dit zal ook zeer verschillend zijn van de plaats aan tafel.

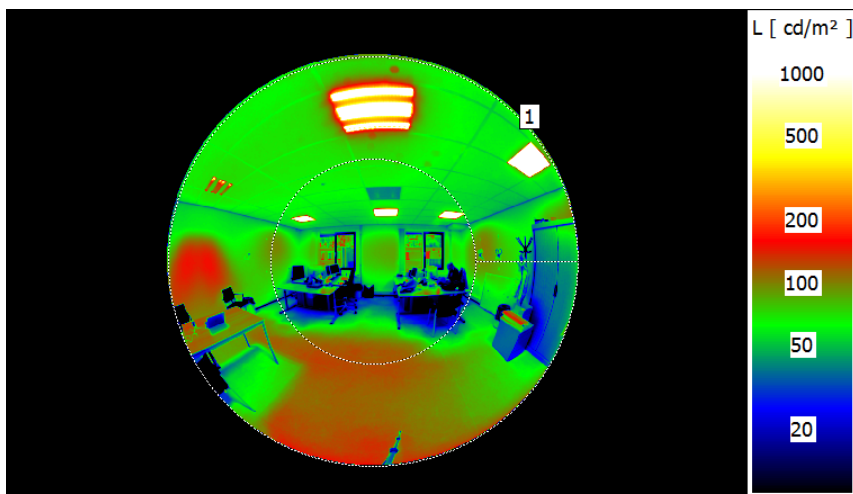
Ook de situatie in de gang is bekeken (Figuur 8). Hier hangen niet afgeschermdde lichtspots. De luminantie-contrasten in het gezichtsveld zijn veel te hoog, maar ook weer afhankelijk op welke plaats men staat. Doordat men in een gang maar heel even heen en weer loopt en dus maar kort in deze gang verblijft is er wel visueel discomfort maar zal de gebouwgebruiker er waarschijnlijk alleen maar over klagen als hij/zij al hoofdpijn heeft. Gezonde personen wenden hun hoofd af van de spots en zullen gauw doorlopen.



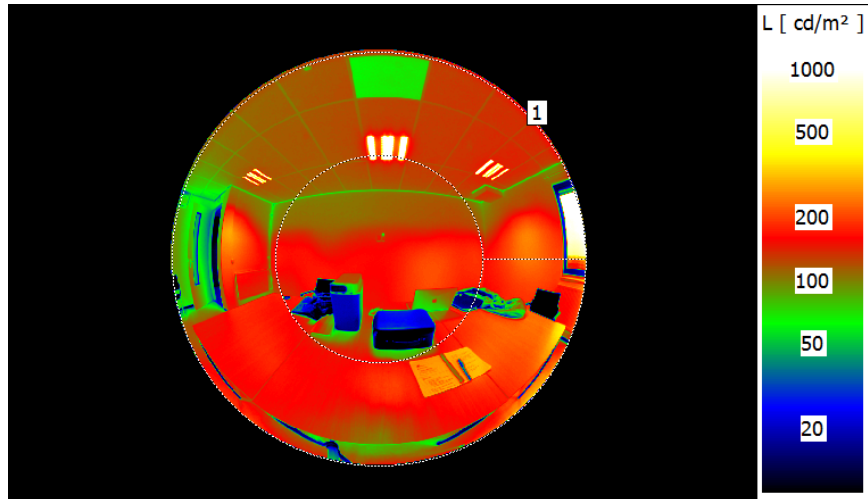
Figuur 4. Situatie gezichtsveld voor een zittend persoon. Het luminantie-contrast is voor het Ergorama 1:32, voor het Panorama is het contrast 1:48 en voor de Periferie: 1:59.



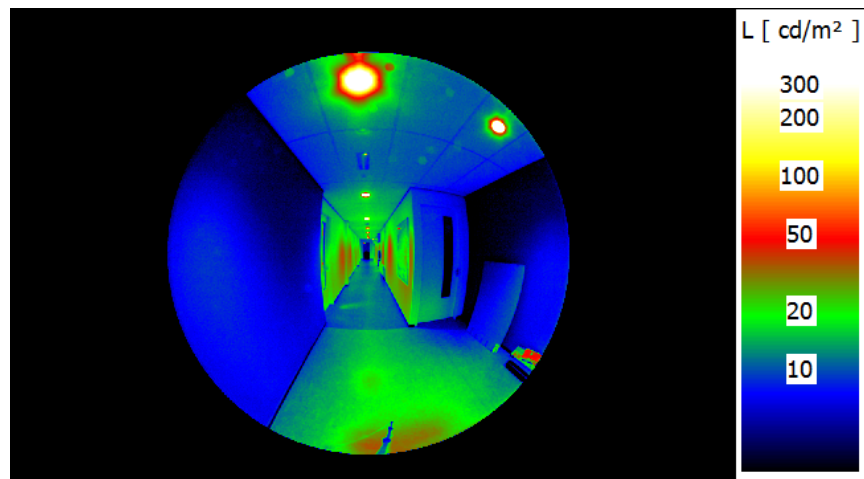
Figuur 5. Het gezichtsveld voor een zittend persoon bij een bureau aan de raamkant. Het luminantiecontrast is voor het Ergorama 1:13, voor het Panorma is het contrast 1:23 en voor de Periferie: 1:33.



Figuur 6. De situatie voor een staand persoon bij de deur. De contrasten zijn in het Ergorama 1:38, in het Panorma 1:36 en in de Periferie 1:25.



Figuur 7. De vergaderruimte. De contrasten zijn voor het Ergorama 1:2, voor het Panorama 1:162 en voor de Periferie 1:47.



Figuur 8. De situatie in de gang. De luminantie-contrasten zijn in het Ergorama 1:100, in het Panorama 1:158 en in de Periferie 1:849.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

### Algemeen

Uit eerder onderzoek in de nieuwbouw van het COA in Ter Apel, werd geconstateerd dat er zowel gezondheids- als comfortklachten aanwezig zijn.

Met betrekking tot gezondheidsklachten zijn er door een aantal medewerkers, met name in de tijdelijke gebouwen naast extreme moeheid/futloosheid, oog-, huid- en luchtwegklachten gerapporteerd. Deze gezondheidsklachten kunnen meerdere oorzaken hebben:

- Luchtvervuiling: waaronder chemische stoffen, fijnstof, bacteriën en schimmels.
- ‘Slechte’ verlichting.
- Irritaties als gevolg van comfortklachten.
- Psychosociale factoren van de werkomgeving.

### Comfortklachten

Het is bekend dat comfortklachten, klachten t.a.v. thermisch comfort, lichtkwaliteit, luchtkwaliteit en geluidshinder in het algemeen vaker voorkomen in groepskantoren dan in cellenkantoren. Redenen hiervoor kunnen zijn:

- In groepskantoren is de temperatuurinstelling werkzaam voor de gehele ruimte. Bij verandering van de temperatuurinstelling zal een deel van de mensen het comfortabeler vinden, maar een ander deel kan het juist te warm of te koud gaan vinden.
- In groepskantoren zijn te openen ramen meestal slechts beperkt bruikbaar door de diepte van de ruimte, waardoor de mensen dicht bij het raam toechthinder kunnen ervaren, terwijl mensen verder weg van het raam weinig effect van het raam waarnemen.
- In grote werkruimtes is de kans groter op geluidshinder van collega's, telefoons en kantoorapparatuur. Dit heeft een ongunstige invloed op de algehele tevredenheid van het binnenklimaat en kan tot irritatie en klachten leiden.
- In groepskantoren luistert de verdeling van armaturen en dus de lichtverdeling nauw.

Zowel in de tijdelijke als in de permanente gebouwen spelen bovengenoemde redenen een rol bij de gerapporteerde comfortklachten. Onderhavig onderzoek heeft zich vooral gericht op de licht- en lichtkwaliteit in relatie tot de gezondheidsklachten die voornamelijk in de tijdelijke gebouwen optreden. Thermisch comfort en geluidshinder zijn vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

### Lichtkwaliteit

Het meetonderzoek van de onbeschermd ledverlichting in gebouw A van de tijdelijke gebouwen laat zien dat de armaturen met spiegelende lamellen veel visueel discomfort opleveren doordat het oog onafgeschermd zicht heeft op de LED-spots. Dit wordt nog verergerd doordat het licht in de ruimte zeer ongelijkmatig verdeeld is. De ogen zullen de hele dag schakelen tussen de zeer felle verlichting en de te donkere omgeving. Dat soort situaties kunnen flinke hoofdpijnklachten opleveren en geeft geen goede werkomgeving.

### Luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit in een ruimte wordt bepaald door de bronnen van verontreiniging en het ventilatieregime van die ruimte. Bronnen van verontreiniging bestaan uit mensen en hun activiteiten (bijv. schoonmaakactiviteiten), de inrichting- en bouwmaterialen, maar ook mogelijke bronnen die via ventilatie de ruimte binnenkomen. In nieuwe gebouwen kunnen nieuwe inrichting- en bouwmaterialen een hele reeks van vluchtige stoffen afgeven, waarvan sommige te ruiken zijn (bijv. aldehydes en geurende vluchtige alcoholen), afnemen in die tijd en waarvan andere pas afgegeven worden onder invloed van bijvoorbeeld water of daglicht (UV), of door vervuiling in de tijd (bijv. filters in ventilatiesystemen).

In eerder onderzoek zijn formaldehyde (een aldehyde) concentraties aangetoond van rond de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Formaldehyde wordt gedragen door water: dat betekent dat emissie van formaldehyde wordt

gestimuleerd wanneer het materiaal nat wordt gemaakt. Formaldehyde wordt gebruikt in spaanplaat, MDF, UF-isolatie, om polymeren te maken (bijv. ureaformaldehyde), maar wordt ook toegepast als ontsmettingsmiddel van installaties en verpakkingen. In een nieuw gebouw zijn er daarom meestal vele mogelijke bronnen van verontreiniging aan te wijzen die de gemeten concentraties van Formaldehyde zouden kunnen verklaren. Formaldehyde is een carcinogeen en kan hoofdpijn en huidirritaties veroorzaken. Concentraties vanaf rond 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  worden door gezonde mensen geroken en irritatie van ogen kan optreden (zie bijlage D voor meer info).

Uit eerder onderzoek naar schimmels, bacteriën en gisten in de lucht en op oppervlakken, kwam naar voren komt dat de airconditioning units die lucht hergebruiken (niet verversen) in de tijdelijke gebouwen, schoonmaakprocedure van bureaus en vloeren in kantoren van zowel de tijdelijke als de permanente gebouwen, en mogelijke bronnen in de luchtbehandelingskasten van de permanente gebouwen (bv. groei van micro-organismen op materiaal van geluiddempers en/of 'dood' materiaal dat in kanalen is achtergebleven na installatie), een rol kunnen hebben gehad in de grote aantallen gevonden bacteriën, gisten en/of schimmels.

N.a.v. van eerdere onderzoeken zijn twee mogelijke oorzaken van luchtvervuiling in de tijdelijke gebouwen nader onderzocht<sup>1</sup>:

- De geur (stank)/emissies, waarschijnlijk afkomstig van de vloerbedekking (het linoleum) gelijmd op de betonnen vloer.
- Split-units (airconditioning units) die lucht hergebruiken (niet verversen) in de tijdelijke gebouwen.

De inspectie van de split-units in de ruimtes van gebouw A en D (niet-permanent) gaven geen reden om aan te nemen dat de ingeblazen lucht op dit moment bevuild wordt. Deze waren recent schoongemaakt.

Om na te gaan of waargenomen geur in de tijdelijke gebouwen afkomstig kan zijn van de vloerbedekking, werden chemische en geurmetingen verricht, zowel ter plaatse als in het SenseLab (TUDelft te Delft).

De luchtmetingen ter plaatse gaven geen meetbare concentraties van de stoffen waarop geanalyseerd was, met uitzondering van een lage hoeveelheid aldehydes (voornamelijk acroleïne) in 1 sample. De zoete lucht die werd waargenomen door de onderzoekers bij het verwijderen van het stukje vloerbedekking zou kunnen worden verklaard door 2-ethyl-1-hexanol die vrijkwam. Deze alcohol veroorzaakt ook irritatie van de ogen, huid en ademhalingswegen. De geurgrens ligt tussen 0,04 en 0,13 ppm (40-130 ppb) (EU, 2011), dit is van dezelfde orde grootte als die door het ppbRAE instrument werd gemeten (93 ppb). Dat dit component niet in de genomen samples is aangetoond kan wellicht verklaard worden doordat de geur vrijkwam bij het verwijderen van het vloermonster en daarna niet meer.

In het SenseLab, na plaatsing van de vloermonsters in de CLIMPAQ, werd een muffe, zure geur waargenomen (typisch voor de aldehydes afkomstig van het linoleum), die in de loop van de tijd verdween. Daarnaast is een sterke geur waargenomen bij het nat schoonmaken van linoleummonsters in het SenseLab.

Er zijn drie redenen aan te voeren waarom de chemische metingen een matig resultaat laten zien, terwijl de componenten wel degelijk in de lucht aanwezig zijn (geweest).

- 1) Onze neus is zeer gevoelig voor bepaalde stoffen, kan op een veel lager niveau geuren waarnemen dan de meeste chemische meetmethodieken, en tevens kan ons lichaam zeer

---

<sup>1</sup>T.a.v. schoonmaak is er door de TU Delft geen onderzoek uitgevoerd, evenals het meten (of conclusies trekken t.a.v. effecten) van bacteriën, gisten en/of schimmels.

gevoelig zijn voor de irriterende effecten hiervan. Het is niet voor niets dat er in sommige landen geurpanels worden toegepast, naast chemische metingen, om de emissies van o.a. vloermaterialen te testen (Bluyssen, 2015).

- 2) Het feit dat de metingen ruim 1,5 jaar na in gebruik name van het gebouw zijn uitgevoerd. Het is aannemelijk dat eventuele concentraties in het begin hoog waren (nieuw gebouw) en klachten hebben veroorzaakt en dat in de loop van de tijd de concentraties zijn afgenomen, maar dat mensen (gesensibiliseerd<sup>2</sup>) nog steeds gevoelig zijn voor lager(e) concentraties die optreden als de ventilatie minimaal is (als de ramen dicht zijn) of als er nat wordt schoongemaakt.
- 3) Indien het nat schoonmaken emissies van geurende stoffen stimuleert, dan kan het zijn dat na of tijdens het nat schoonmaken van de vloeren, de geurende stoffen vrijkomen. Tijdens de metingen ter plaatse heeft geen schoonmaak plaatsgevonden.

De ventilatie vindt, in de tijdelijke gebouwen A en D, zowel natuurlijk, via roosters en ramen als mechanisch plaats. Omdat de mechanische ventilatie CO<sub>2</sub> gestuurd is, zijn de hoeveelheden afgestemd op het aantal mensen en niet op een eventuele vervuilingbron (bijv. het op het beton geplakte linoleum). Aanvullende ventilatie kan plaatsvinden door te openen ramen, maar door het ontbreken van kierinstellingen is het gebruik van de ramen beperkt bij koude of winderige weersomstandigheden.

In het permanente gebouw B zijn ook luchtmetingen uitgevoerd, evenals ventilatiemetingen en een inspectie van de luchtbehandelingskast. De gemeten luchthoeveelheden lijken te voldoen aan de bestaande regelgeving. Uit de inspectie van de luchtbehandelingskast bleek dat er mogelijke bronnen van vervuiling aanwezig zijn (filters en akoestische demping). Vluchtige organische stoffen zijn echter niet in aantoonbare concentraties in de toevoerlucht aangetoond. Ook geuren werden niet waargenomen.

### **Slotconclusie**

Op de vraag van de commissie Gezondheidsklachten Ter Apel of het gebouw bijgedragen heeft aan de gezondheidsklachten van de medewerkers van de tijdelijke nieuwbouw van het COA in Ter Apel, kan op basis van de hiervoor gerapporteerde lucht- en lichtmetingen positief worden geantwoord.

De lichtmetingen in gebouw A geven aan dat de onbeschermd ledverlichting inderdaad kan hebben bijgedragen aan sommige van de gerapporteerde gezondheidsklachten. Het afschermen van de LED-spots in de kantoorruimten, evenals de lichtspots in de gangen, is daarom aan te bevelen.

Ook is het aannemelijk te veronderstellen dat de emissies veroorzaakt door het linoleum geplakt op het beton, in combinatie met onvoldoende ventilatie, een aanzienlijke bijdrage heeft geleverd aan de gezondheidsklachten in de tijdelijke gebouwen. Of de vloerbedekking op dit moment nog steeds klachten zou kunnen veroorzaken is onduidelijk omdat de ruimtes grotendeels onbezet zijn. Indien de ruimtes toch weer in gebruik genomen worden, dan wordt aanbevolen om de ventilatie te verbeteren en het linoleum in ieder geval niet meer nat schoon te maken. Indien klachten toch weer optreden, wordt aanbevolen om het linoleum te vervangen. T.a.v. de ventilatie, kan de functionaliteit van de ramen sterk worden vergroot door het aanbrengen van kierstand voorzieningen, en/of de mechanische ventilatie op een andere manier te regelen.

Tot slot moet worden opgemerkt dat behalve fysische/chemische factoren, de oorzaken van gezondheidsklachten ook gerelateerd kunnen zijn aan psychosociale factoren (werktijd, werkdruk, beloning, relaties onderling en met leidinggevende, etc.) (Bluyssen, 2014). Met betrekking tot de psychosociale werkomgeving is er geen onderzoek gedaan en dus zijn daarover in dit rapport geen conclusies te trekken.

---

<sup>2</sup>Sensibilisatie of overgevoeligheid is het herkennen van een specifieke stof en de steeds heftigere reactie erop.

## Referenties

Bluysen, P.M. (1990) Air quality evaluated by a trained panel, PhD-thesis, Laboratory of heating and air conditioning, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.

Bluysen, P.M. (2014) The Healthy Indoor Environment, How to assess occupants' wellbeing in buildings, Earthscan from Routledge, Taylor & Francis.

Bluysen, P.M. (2015) Wat je moet weten over binnenlucht – een eenvoudige gids om jezelf te leren je binnenmilieu te verbeteren, Delft Academic Press, Delft.

EU (2004) The Index-project (Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU). Summary on recommendations and management options, December 2004, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Commission.

EU (2011) Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for 2-ethylhexanol, SCOEL/SUM/158, European Commission - employment, social affairs and inclusion, (retrieved from [www.ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=6660&langId=en](http://www.ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=6660&langId=en) at January 17, 2018).

## **Bijlagen**



## **Bijlage A Bevindingen en advies Ter Apel (2 september 2017)**

### **Achtergrond**

Het COA heeft medio juli 2017, een onafhankelijke commissie Gezondheidsklachten Ter Apel, in het leven geroepen, bestaande uit Paul Ulenbelt (namens de OR/FNV), professor Ivonne Rietjens (WUR) en Joop Atsma (voorzitter). De belangrijkste vraag die deze commissie probeert te beantwoorden is of de oorzaak van de gezondheidsklachten bij medewerkers van het COA te Ter Apel kan worden verklaard.

Sinds November 2015, kampen medewerkers van het COA in Ter Apel met gezondheidsklachten. Op initiatief van onder meer het COA en de provincie Groningen zijn inmiddels tal van onderzoeken verricht (bodemonderzoek, onderzoek binnenklimaat etc.), maar het lukt niet de oorzaak van de klachten te achterhalen.

In mei 2015 zijn de medewerkers naar het nieuwe gebouw verhuisd. In eerste instantie werd gedacht aan het gebouw als oorzaak van de klachten. Nadat er werd geheid rook men echter een sterke geur. Deze geur zorgde ervoor dat medewerkers op het idee kwamen van grondvervuiling. Aangezien de klachten in eerste instantie niet lijken op grondvervuilingsklachten, wil de commissie toch verder de mogelijkheid van het gebouw als oorzaak onderzoeken.

Rapporten die in opdracht van het COA zijn uitgevoerd zijn tot nu toe met name door de GGD geduid, omdat COA-medewerkers zelf de rapporten niet goed kunnen interpreteren. Vorige week heeft de commissie met de meest zieke werknemers gesproken: staan open voor alle redelijke redenen voor gezondheidsklachten.

### **Toegezonden rapporten**

1. *Arbo Unie, 29 maart 2016, Binnenklimaat POL2*: als mogelijke oorzaken van klachten en geur wordt het linoleum in combinatie met beperkte ventilatie, en de ledverlichting aangegeven.
2. *Arbo Unie, 4 mei 2016, Klimaat en formaldehyde metingen*: metingen van formaldehyde, temperatuur en CO<sub>2</sub>, zijn uitgevoerd in kantoren en kantine van gebouw A van POL2. Geconcludeerd wordt dat de waarden van de gemeten formaldehyde concentraties ver beneden de grenswaarde van 150 µg/m<sup>3</sup> liggen; ventilatie onvoldoende is om de CO<sub>2</sub> waardes onder de 1000 ppm te houden; en de temperaturen aan de hoge kant zijn (waardes liggen tussen 22 en 24°C). Geadviseerd wordt om de temperatuur te verlagen tot maximaal 22 °C en de ventilatie te verbeteren (o.a. afzuig toename). Daarnaast moeten bronnen van stof zoveel mogelijk worden verwijderd.
3. *Edwin Veldhuis en Klaas Heerema (staf Facilitair Unit Noord), Stand van zaken POL 12, Ter Apel op 18 mei 2016*: Het ziekteverzuim is nog steeds 22%; het advies om de ramen te openen (betere ventilatie) maakt dat de medewerkers het koud krijgen. Medewerkers hebben nog steeds klachten en verhuizen naar begane grond omdat het daar beter aanvoelt. Het advies is om verder onderzoek te doen/metingen naar de zuurachtige lucht (voornamelijk op eerste verdieping).
4. *ArboNed, 27 september 2016, Klimaatonderzoek COA AZC Ter Apel*: klimaatmetingen (luchttemperatuur, luchtvochtigheid, lichtsnelheid en CO<sub>2</sub> concentratie) zijn verricht in 3 kantoren. De metingen worden beoordeeld a.h.v. wetgeving (Arbobesluit) en richtlijnen voor het binnenklimaat ISSO/SBR 354 en NPR CR 1752). Geconcludeerd wordt dat de temperatuur te hoog is, de luchtvochtigheid evenals de ventilatie goed is. Koeling wordt aanbevolen evenals aanpassing van de verlichting.
5. *ArboNed, 7 November 2016, aanvulling op Klimaatonderzoek 27/9/2016*
6. *Human Capital Care, maart-april 2017, Resultaten vragenlijst COA Ter Apel*: 117 van de 185 medewerkers (63%) heeft deelgenomen aan het vragenlijstonderzoek. Van de 32% respondenten

die klachten hebben, zijn de klachten: oogklachten (56%), bovenste luchtwegklachten (45 tot 50%), huidklachten (44%), futloosheid en slaperigheid (63 tot 69%) en moeheid (82%). 65% van de respondenten met klachten geeft een mogelijke relatie met het werk aan.<sup>3</sup> Het advies is de uitkomst te relateren aan eerder onderzoek.

7. *Human Capital Care, 19 mei 2017, Advies follow up COA Ter Apel: n.a.v. vragenlijst- en bloedonderzoek* geeft Anita de Kleer de volgende adviezen: per casus (medewerkers met langdurig verzuim) plan van aanpak op te zetten en uit te voeren; ook aandacht aan niet-verzuimende medewerkers te geven; individuele gesprekken aanbieden; rondgang door gebouwen om specifieke situatie in kaart te brengen en specifiek aandacht te geven aan hygiëneprotocolen en uitvoering daarvan. Nader onderzoek naar aanwezigheid van bacteriën en schimmels/gisten. Ook geeft zij aan dat het lijkt of medewerkers van POL de meeste klachten hebben, maar dat dit statistisch onbetrouwbaar is.
8. *Biobeheer laboratorium, 14 juni 2017, Onderzoeksrapport lucht en/of contactmonsters AZC ter Apel gebouw A, B, C: 29 monsters*
9. *Biobeheer Binnenmilieu, 15 juni 2017, Analyse van onderzoeksrapport 14 juni 2017: 10 van de 29 monsters voldoen aan de gestelde grenswaarde. Bij een overschrijding in de kantoren (aangetoond op vloer en bureau) wordt aanbevolen de frequentie en/of intensiteit van de schoonmaak werkzaamheden te verhogen. De luchtbehandelingskast en luchttoevoermetingen in gebouw A met mechanische toe- en afvoer geven aan dat het aantal micro-organismen te hoog is en toeneemt. Inspectie en desinfectie van kast en kanaalwerk wordt aanbevolen.*
10. *Biobeheer laboratorium, 11 juli 2017, Onderzoeksrapport lucht en/of contactmonsters AZC Ter Apel activiteitengebouw, kantoor ketenpartners & ontvangstgebouw: 21 monsters*
11. *Biobeheer Binnenmilieu, 12 juli 2017, Analyse van onderzoeksrapport 11 juli 2017: 4 van de 21 monsters voldoen aan de gestelde grenswaarde. In alle vloer- en bureaumonsters is een overgroei aan schimmels geconstateerd. Geadviseerd wordt de vloer/bureaus grondig te reinigen en/of te desinfecteren en de frequentie en intensiteit van de schoonmaakactiviteiten te verhogen.*
12. *GGD Groningen, 19 juli 2017, Bacterieel onderzoek: Machiel Vonk, Arts Maatschappij & Gezondheid* komt tot de conclusie dat de meetresultaten van Biobeheer niet gebruikt kunnen worden om de gezondheidsrisico's van mensen te beoordelen, wel om de luchtbehandelingsinstallatie als bron van verontreiniging te beoordelen.

---

<sup>3</sup> Een relatie met de werkplekken van de afdelingen (AMV, COL, POL en VBL) zou interessant kunnen zijn.

## Verslag bezoek Prof. Bluysen aan COA Ter Apel op 31 augustus 2017

Om een indruk te krijgen van de bestaande situatie en om de eerdere onderzoeken te kunnen plaatsen heb ik op 31 augustus 2017, het COA Ter Apel bezocht. Mijn bezoek aan het COA Ter Apel bestond uit het bezoeken van de schillende gebouwen op het terrein:

- De tijdelijke gebouwen: opgeleverd eind 2014; medewerkers ingetrokken mei 2015
- De permanente gebouwen: opgeleverd 2015-2016

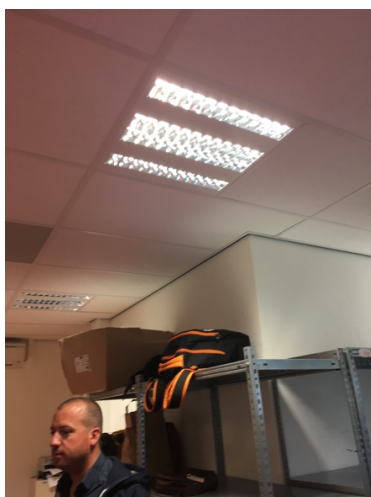
Ik werd hierbij rondgeleid door Daniël Scholts, projectregisseur van het COA, en begeleid door Paul Ulenbelt van de Commissie Gezondheidsklachten Ter Apel. Hieronder volgt een kort verslag met de eerste indrukken.

### *Tijdelijke gebouwen*

Als eerste werden de tijdelijke gebouwen bezocht. Deze gebouwen zijn uit prefab-elementen opgebouwd, met in de meeste ruimten vloerbedekking van FORBO (linoleum), een verlaagd plafond met een afzuigrooster, een airco-unit per ruimte (die zuigt lucht aan van in de ruimte, koelt of verwarmt het en blaast het weer de ruimte in), radiatoren voor verwarming en ledverlichting.

Wat opvalt is de sterke geur bij binnenkomst van nagenoeg elke ruimte. Deze geur lijkt typisch van de vloerbedekking die er ligt. Daarnaast is het opvallend hoeveel led-armaturen er afgeplakt zijn. Het licht is dan ook zeer intens.

In een vergaderruimte is een unit geplaatst die lucht van buiten naar binnen haalt, nadat deze eerst wordt opgewarmd.



## Permanente gebouwen

De permanente gebouwen bestaan uit prefab betonnen wanden met aan de buitenkant metselwerk en cassette vloeren met een afwerklaag. Deze gebouwen hebben gebalanceerde ventilatie met in ieder gebouw een luchtbehandelingskast op de bovenste verdieping. Er wordt lucht toegevoerd en afgevoerd via roosters in het plafond (dicht bij elkaar). Regeling van ventilatie vindt plaats op basis van CO<sub>2</sub> en in principe wordt er geregeld op 21 °C, maar de temperatuur kan worden aangepast (-3 tot 3 °C) via een thermostaat aan de muur en de na-verwarming/koeling net voor de toevoer boven het verlaagd plafond (aldus Daniël Scholts). De basisverwarming in deze gebouwen wordt verzorgd door betonkernactivering, waarbij het mogelijk is verschillende temperaturen in te stellen voor verschillende zones.

Wat opvalt bij binnenkomst in de kantoren is dat de ledverlichting is voorzien van een afdekplaat, die daardoor geen hinderlijke ervaring geeft, en geen hinderlijke geur wordt waargenomen. Hier ligt dan ook geen linoleum op de vloer, maar tapijt. Ook de schoonmaakkar wordt geïnspecteerd.

In de luchtbehandelingskast van gebouw B maakt Daniël Scholts de deur bij het zakkenfilter open. Deze blijkt behoorlijk vuil te zijn, evenals de geluidsdempers die ernaast zitten.



## Bijlage B. Beschrijving van het SenseLab

Het SenseLab is gebouwd rond de vier binnenmilieufactoren (lucht, thermisch, licht en akoestiek) in een ruimte van het Science Centre in Delft en bevat (Figuur 1):

- *De Experience room*, voor totale perceptie van binnenmilieukwaliteit (Figuur 2): Deze ruimte is gemaakt van een stalen frame, wanden van 2x8 mm gelamineerd glas (inert materiaal), te openen ramen, twee apart te regelen airconditioning systemen (mengventilatie en verdringingsventilatie), een computervloer en een verlaagd plafond met drie soorten verlichting (direct, indirect en diffuus licht) en een akoestische installatie (om geluid te produceren). Het is mogelijk om positieve en negatieve effecten van verschillende combinaties van binnenmilieu condities (thermisch, geluid, licht en lucht) in verschillende scenario's (kantoormedewerkers in kantoorgebouwen, kinderen op school, energiebesparende bewoners thuis, etc.) te onderzoeken, door het veranderen van het architectonisch ontwerp en keuze van materialen en systemen.
- *Vier testkamers* (twee op de begane grond en twee op de eerste verdieping), open voor het publiek. Hier kun je ruiken aan materialen, warmte en koelte beleven, zien hoe licht inspeelt op de perceptie en ervaren hoe akoestiek verbeterd kan worden. In de luchtkwaliteit kamer kan worden geroken aan verschillende bronnen van verontreiniging (Figuur 3a), en in de lichtkamer kan worden waargenomen hoe vorm, materiaal en ruimtelijke indruk door het verlichten ervan beïnvloed kan worden (zie Figuur 3b). De akoestische testkamer bevat een geluidsinstallatie met twee onafhankelijk regelbare luidspreker, en in de thermische comfort kamer staat op dit moment een virtual reality exhibit in combinatie met real-life opstelling: VR spullen (bril + hardware) en software, een ventilator (om frisse lucht te simuleren wanneer in de virtuele omgeving een raam opengaat) en een bouwlamp (om zonnestraling te simuleren wanneer in de virtuele omgeving een zonnescherm opengaat).

De twee luchtbehandelingskasten, één voor de Experience room en één voor de testkamers, zijn in de kelder geplaatst, precies onder het SenseLab. De koelmachine staat buiten opgesteld, naast het SenseLab.

Afmetingen:

- SenseLab: 10,75m (l) x 9,15m (b) x 4.70m (h)
- Experience Room: 6,5 x 4,2 m<sup>2</sup>
- Testkamers begane grond (2 stuks): 2,4x3,9 m<sup>2</sup>
- Testkamers eerste verdieping (2 stuks): 2,4x2,6m<sup>2</sup>



Figuur 1. a+b) Experience room, c) testkamers en d) trap naar eerste verdieping.



Figuur 2 Klaslokaal opstelling in Experience room.



a



b

Figuur 3 Tentoonstellingen voor lucht en licht: a) het ruiken aan verschillende bronnen van verontreiniging en erover leren b) het waarnemen van hoe vorm, materiaal en ruimtelijke indruk door het verlichten ervan beïnvloed kan worden.

Het ontwerp en bouw van het SenseLab is medegefinancierd door het fellowship van Prof.dr.ir. P.M. Bluysen voorzien door de TU Delft, onder de leerstoel Indoor Environment, en de volgende sponsors: PIT-fonds, Engie, Darellsoffice, ETAP, Unica, Orange Climate, Priva, Cordeel, Viessmann, Forbo, Carrier, Amptec, Saint-Gobain, Ahrend, Trox techniek, Gyproc, Interior Glassolutions, Ecophon, The New makers, Li-Tech, Sol4, Seco, Krepla, Garfield Aluminium, Riweltie en het Science Centre.

## C. Beschrijving van toegepaste meetinstrumenten

### ppbRAE 3000



The compact instrument is designed as a broadband VOC gas monitor and datalogger for work in hazardous environments. It monitors Volatile Organic Compounds (VOC) using a photoionization detector (PID) with a 11.7 gas-discharge lamp.

#### Features

Designed to continuously monitor VOC vapor at parts-per-billion (ppb) levels

The Photoionization Detector's (PID) has an extended range of 1 ppb to 10,000 ppm. An impressive feature is the RF modem that transmits real-time data to the base controller up to up to 500 feet away.

Response time (T90): 2 seconds

Accuracy (Isobutylene): 10 to 2000 ppm: +/- 3% at calibration point.

PID Detector: Easy access to lamp and sensor for cleaning and replacement

Correction Factors: Over 200 VOC gases built in (based on RAE Systems Technical Note TN-106)

Calibration: Two-point field calibration of zero and standard reference gases

Calibration Reference: Store up to 8 sets of calibration data, alarm limits and span values

Inlet Probe: Flexible 5" tubing

Radio module: Bluetooth (2.4GHz) or RF module (433MHz, 868MHz, 915MHz, or 2.4GHz)

Keypad: 1 operation key and 2 programming keys; 1 flashlight switch .

Source:

[http://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Manual\\_ppbRAE3000\\_RevE.pdf](http://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Manual_ppbRAE3000_RevE.pdf)

## Flow Finder



The FlowFinder is the new standard for air-balancing. Extensive research and development in the ACIN labs over 6 years has resulted in a unique Zero pressure compensating flow measuring device that utilizes a controlled integrated fan to compensate for the resistance caused by the device itself. It also uses an extremely sensitive zero sensing device that is much less affected by noise than typical pressure sensors. It solves another difficult problem which is measuring supply flows where high speed jets and turbulence will produce very large errors (up to 40% is not uncommon). Other velocity sensitive flow hoods will read extremely high where the turbulent vortexes will make the sensor see a lot more flow than is there. The Flow Finder solves this problem by separating zero sensing from flow measurement. Finally, the Flow Finder body has been reduced in size to make it extremely easy to access tight spaces and reduced in weight to make it comfortable to use for multiple tests.

Research has proven that the Zero Pressure Compensation method is the most accurate way of measuring the airflow of supply and exhaust registers of various shapes and sizes. The FlowFinder allows a user to balance and commission mechanical ventilation air supply and exhausts with a degree of accuracy, unheard of in the testing and balancing industry. Even registers with low pressure drops, such as suspended ceiling grilles, can be measured accurately.

### Features

- Wide range or 6 to 500 CFM (10 to 850 m<sup>3</sup>/h), supply or exhaust
- Light and ergonomic
- 10 second measurements
- 12 hours operation on one battery charge at flows 45 CFM (75m<sup>3</sup>/h)
- High accuracy, stability and repeatability

### Applications

- Ventilation systems
- Small flow rates
- HRV and ERVs
- Natural ventilation through doorways or passive vents
- Line and large diffusers (with optional hoods or by adding measurements)

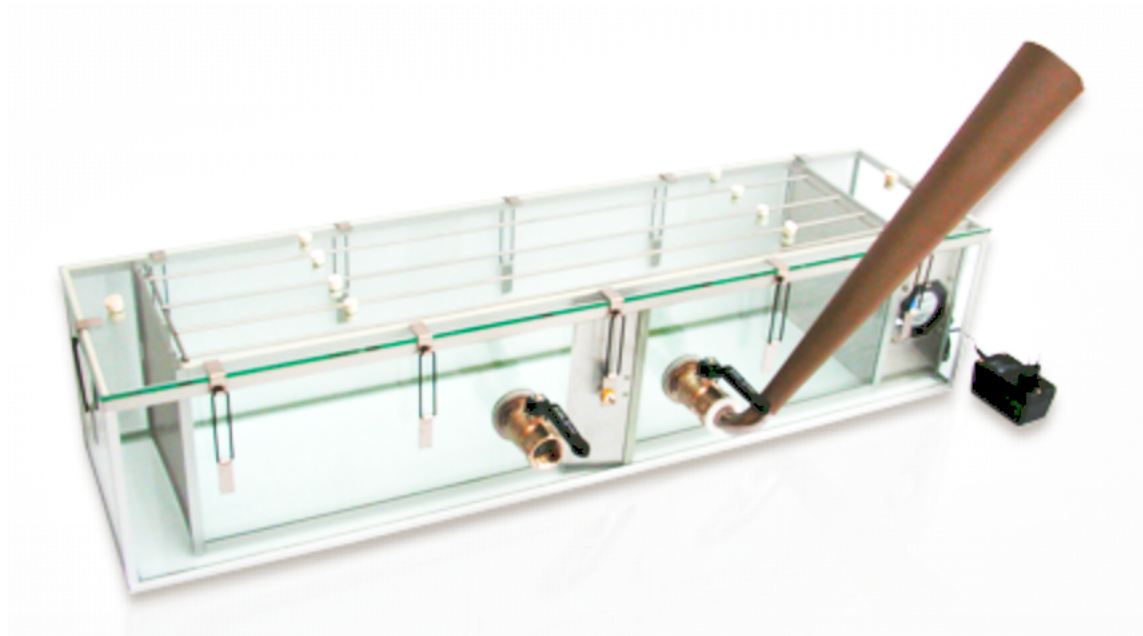
Source:

<https://foursevenfive.com/wp-content/uploads/2016/09/Manual-FlowFinder-mk2.pdf>



## CLIMPAQ 50L

The lab tests were executed in the CLIMPAQ 50 L placed in the SenseLab at the Science Center, TU Delft.



The CLIMPAQ test chamber allows for separate adjustment of environmental parameters such as air velocity. If used in combination with external air supply, temperature and humidity can also be regulated, making the test setup adjustable to almost every required condition.

The CLIMPAQ chamber is designed and constructed using materials with a low absorption of chemicals and pollution to minimize the effect on the analysis. Furthermore, it is very easy to dismantle and clean.

The CLIMPAQ 50 L small scale test chamber allows for in depth investigation of emissions and pollutants from wide range of materials e.g. fabrics or construction products. The strength of the chamber is that the exhaust air can be analyzed using a wide variety of methods for both sensory and chemical characterization. Besides, it is pure a stand-alone device and the chamber comes several different types of equipment allowing for testing of a large variety of different materials.

The CLIMPAQ 50 L consists of:

- Funnel (diffuser)
- Fan and power supply
- Rods for suspending test materials
- Damper for regulating air circulation
- Valves for regulating air circulation
- Rubber bands for the lid
- Stoppers for holes (can be used for measuring air velocity)

The maximum size of test material or specimen that can be used in the 50L chamber must be smaller than 200mm\*200mm\*800mm in size.

Sources:

<https://www.tudelft.nl/bk/onderzoek/onderzoeksfaciliteiten/senselab/>

<http://www.climtech.dk/climpaq50.html>

## **Bijlage D. Formaldehyde**

**Uit:** EU, 2004, The Index-project (Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU). Summary on recommendations and management options, December 2004, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Commission.

### **P.18 Formaldehyde**

Formaldehyde is the most important sensory irritant among the chemicals assessed in the present report. Due to being ubiquitous pollutant in indoor environments and to the increasing evidence indicating that children may be more sensitive to formaldehyde respiratory toxicity than adults it is considered a chemical of concern at levels exceeding 1 µg/m<sup>3</sup>, a concentration more or less corresponding with the background level in rural areas. Results from available exposure data, although limited, confirm that almost the entire population is exposed indoors at levels (Median level±sd: 26±6 µg/m<sup>3</sup>; 90th (percentile) ±sd: 59±7 µg/m<sup>3</sup>; higher than this background level, here established as the limit of exposure, with at least 20% of the European population exposed at levels exceeding the no-observed-effect-level (NOAEL: 30 µg/m<sup>3</sup>). Within the concentration range measured, mild irritation of the eyes could be experienced by the general population as well as the odour perceived starting from about 30 µg/m<sup>3</sup>.

Reported formaldehyde concentrations were lower (99th percentile < 150 µg/m<sup>3</sup>) than a presumed threshold for cytotoxic damage to the nasal mucosa and hence considered low enough to avoid any significant risk of upper respiratory tract cancer in humans. The last statement could be subjected to changes due to the current IARC revision of the carcinogenicity of formaldehyde.

### **p.23 Formaldehyde**

The no-effect level (acute and chronic) is estimated to be at 30 µg/m<sup>3</sup> as 30-minute average. Pending the outcome of the current IARC revision of the carcinogenicity of formaldehyde, a guideline value should be as low as reasonably achievable.

Management options:

- Restrict emissions of formaldehyde from building products, furnishings and household/office chemicals.
- Discourage the use of formaldehyde containing products.