binnenmilieu innovatiedag 2019

een kijkje achter de schermen bij bba binnenmilieu (mede mogelijk gemaakt door DGMR)

Plenair
0.0 – openingspresentatie
Atze Boerstra

bba binnenmilieu
building health & comfort

Binnenmilieu innovatiedag 9 mei 2019

bba building health & comfort binnenmilieu

van Dale

Betekenis ' innovatie '

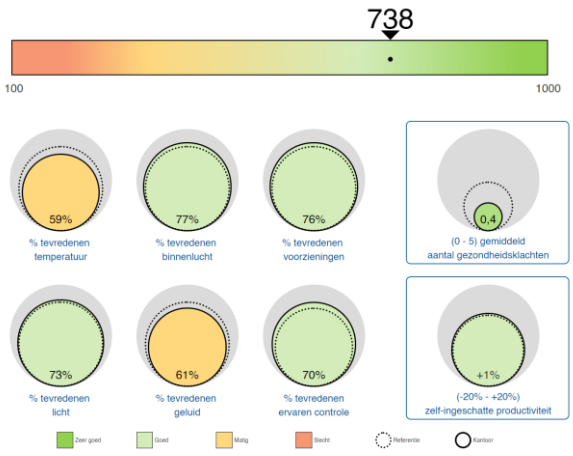
Je hebt gezocht op het woord: innovatie.

in·no·va·tie *(de; v;* meervoud: *innovaties)*

1 invoering van een nieuwigheid

web-based questionnaire tool *

healthy building index



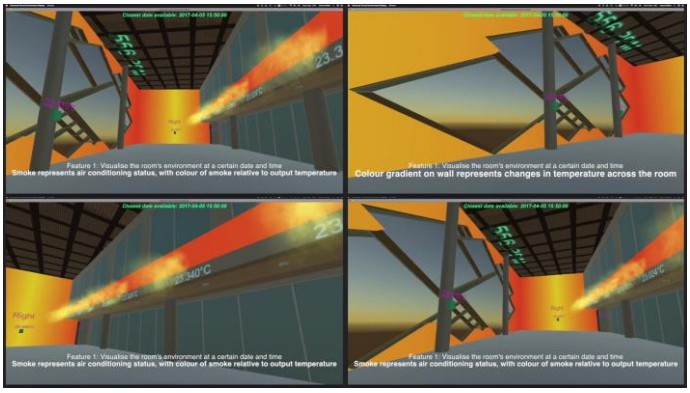
3

binnenmilieu-sensornetwerk *

4

bba binnenmilieu

university of Sheffield / James Milton



5

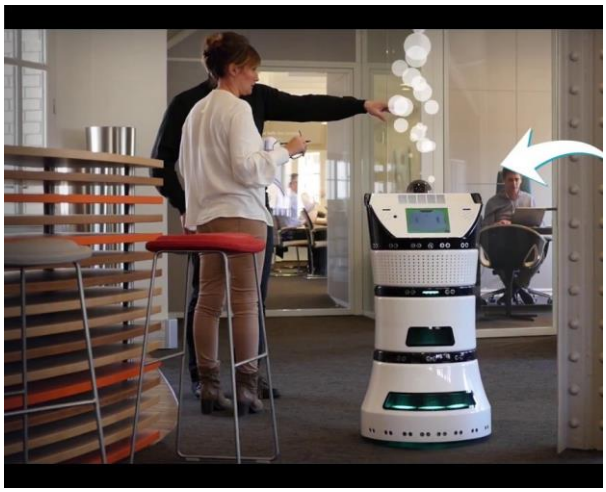
bba binnenmilieu

PvE gezonde kantoren *

LUCHT	Klasse C - VOLDOENDE	Klasse B - GOED extra t.o.v. klasse C	Klasse A -ZEER GOED extra t.o.v. klasse B
	• De genoemde bovengrenzen voor de TVOC en formaldehyde concentratie gelden voor onbemande, maar wel ingerichte ruimten. Een en ander uitgaand van normaal ingeschakelde installaties (bv. verwarming en ventilatie).	• << • Indien bewezen kan worden dat het leeuwendeel van de interieurmaterialen (en in elk geval de vloerbedekking, de wandafwerking, de plafondafwerking en de meubels) emissie-arm is (bv. beschikt over een Finn M1 label of een Duitse Der Blaue Engel keurmerk) dan kan ervan uitgegaan worden dat automatisch aan de genoemde klasse B TVOC en HCOH eis voldaan wordt en is meting niet per se noodzakelijk.	• <<< • Om een klasse A score te behalen zal altijd gemeten dienen te worden; ook als op zich al is aangetoond dat alle toegepaste (interieur)materialen emissie-arm zijn.
Verbrandingsgassen	• De koolmonoxide concentratie (CO) bedraagt **maximaal 10 milligram/m³**. **Toelichting:** • De koolmonoxide metingen worden uitgevoerd in lijn met de bepalingen in NEN-EN 14626.	• << **Toelichting:** • <	• <<< **Toelichting:** • <<
Fijnstof	• De jaar gecorrigeerde PM 2,5 (fijnstof) concentratie is **maximaal 25 microgram/m³**. • Is sprake van een belaste locatie dan geldt er een aanvullend eisen ten aanzien van de fijnstof penetratie via de gevel en het ventilatiesysteem (filtersectie): bij buitenconcentraties > 10 microgram/m³ bedraagt de PM 2,5 (fijnstof) concentratie **maximaal 1 maal de momentane buitenconcentratie**.	• De jaar gecorrigeerde PM 2,5 (fijnstof) concentratie is **maximaal 15 microgram/m³**. • Is sprake van een belaste locatie dan geldt er aanvullend een eise ten aanzien van de fijnstof penetratie via de gevel en het ventilatiesysteem (filtersectie): bij buitenconcentraties > 10 microgram/m³ bedraagt de PM 2,5 (fijnstof) concentratie **maximaal 0,5 maal de momentane buitenconcentratie**.	• De jaar gecorrigeerde PM 2,5 (fijnstof) concentratie is **maximaal 10 microgram/m³**. • Is sprake van een belaste locatie dan geldt er aanvullend een eis ten aanzien van de fijnstof penetratie via de gevel en het ventilatiesysteem (filtersectie): bij buitenconcentraties > 10 microgram/m³ bedraagt de PM 2,5 (fijnstof) concentratie **maximaal 0,25 maal de momentane buitenconcentratie**.

6

IAQ robot (DIYA one)



partnering-robotics

7

fysiologische meting activiteitenniveau *

Fitbit

8

ademende T-shirt (MIT)

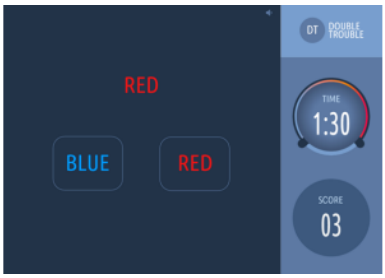
Massachusetts Institute of Technology (MIT)

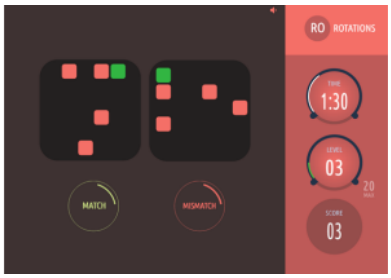
9

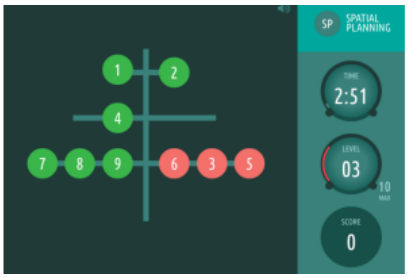
productiviteitseffecten meten in het veld *

10

productiviteitseffecten meten in het veld *



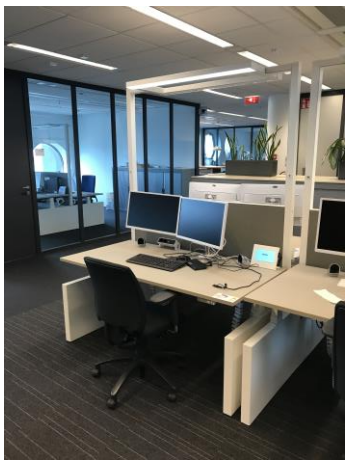




https://www.cambridgebrainsciences.com/

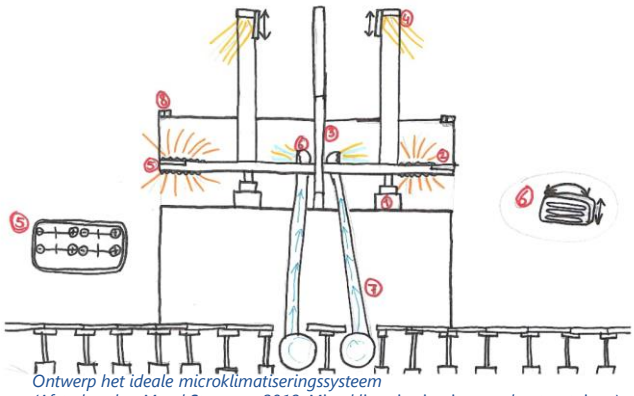
11

microklimatisering 2.0 *



12

microklimatisering 2.0 *



Ontwerp het ideale microklimatiseringssysteem
(Afstudeerslag Maud Staassen, 2018; Microklimatisering in open kantoortuinen)

13

Binnenmilieu innovatiedag 2019

bba building health & comfort binnenmilieu

binnenmilieu innovatiedag 2019

een kijkje achter de schermen bij bba binnenmilieu (mede mogelijk gemaakt door DGMR)

Plenair
0.1 – Gezonde gebouwen… de Heilige graal
Marcel Loomans

bba binnenmilieu
building health & comfort

Gezonde gebouwen, de heilige graal…

Marcel Loomans

Departement of the Built Environment. Building Performance Group.

+31 (0)40 247 4651
m.g.l.c.loomans@tue.nl
https://research.tue.nl/en/persons/marcel-glc-loomans/
PO Box 513, 5600 MB Eindhoven, the Netherlands

Verhoogde attentie. Waarom?

Dat blijft speculeren:

- Er is meer dan energie…?
- Investeren in een gebouw tbv de mens is lucratiever…?
- Gezondheid is gewoon belangrijk!

In alle gevallen is de aandacht een positieve ontwikkeling!

Vecteezy.com

TU/e

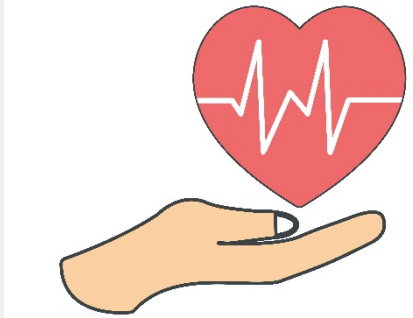
Gezondheid

WHO definitie [1]

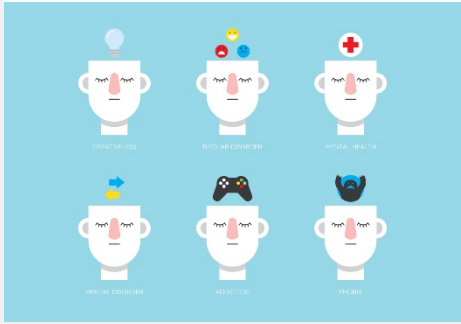
- "Gezondheid is een toestand van volledig lichamelijk, geestelijk en maatschappelijk welzijn en niet slechts de afwezigheid van ziekte of andere lichamelijke gebreken.“

Positieve gezondheid [2]

- “Gezondheid als het vermogen om je aan te passen en je eigen regie te voeren in het licht van fysieke, emotionele en sociale uitdagingen van het leven”



Vecteezy.com

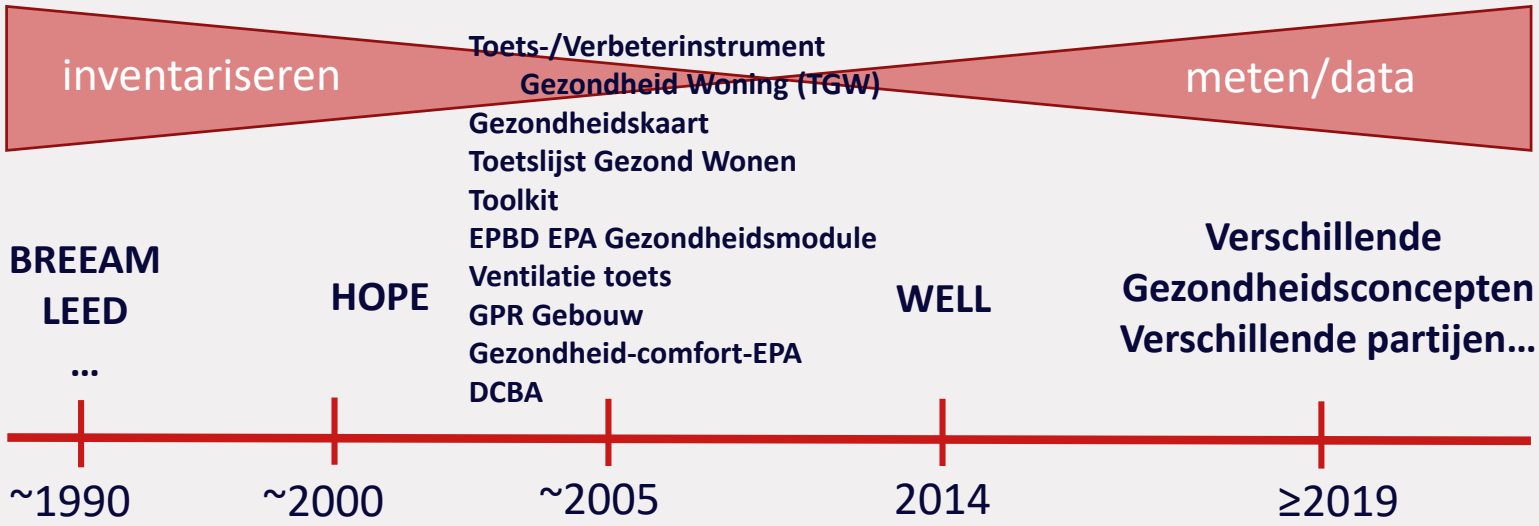


Gezonde gebouwen…[3]

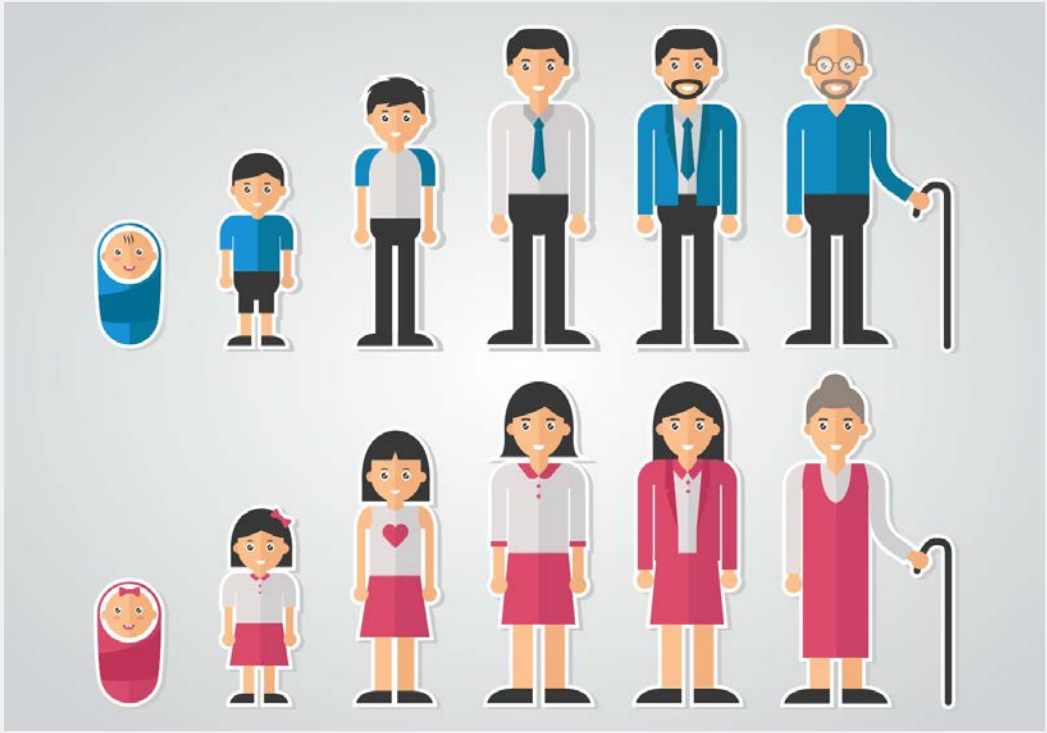
- Er wordt nogal wat verwacht van een gebouw…

Gezondheid en gebouwen

Maar het staat al lang op de agenda…



In plaats van het gebouw > de mens



…en zijn levensloop

We zitten immers niet
alleen maar in kantoorgebouwen…

Vecteezy.com

In plaats van het gebouw > de mens

Vervolg selectie van voorbeelden
van onderzoek TU Eindhoven
(in sneltreinvaart…; referenties aan het eind)

4 Onderzoeksprogrammalijnen:

Creating Healthy Environments

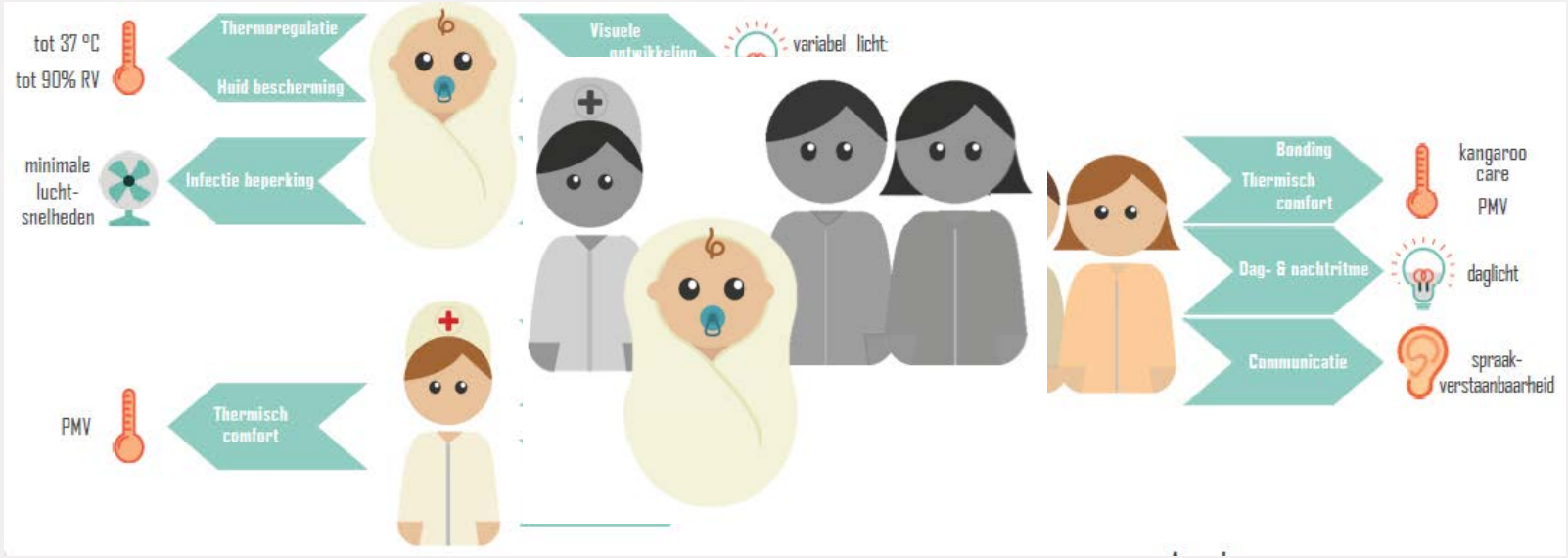
- Kantoren
- Ziekenhuizen (Gezondheidszorg)
- Scholen
- Woningen

…centraal thema:

de mens als uitgangspunt

Vecteezy.com

De NICU (neonatale intensive care unit) [4]



Thermische condities ruimte afgestemd op interventies (~25°C; richtlijn uit jaren 70-80…)

Eisen baby versus ouders en verplegend personeel…

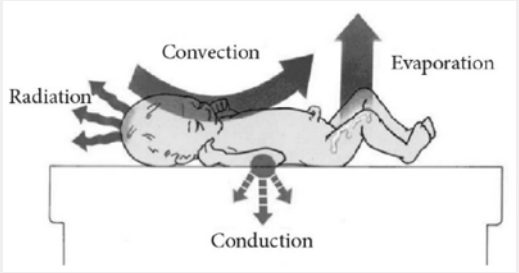
De NICU

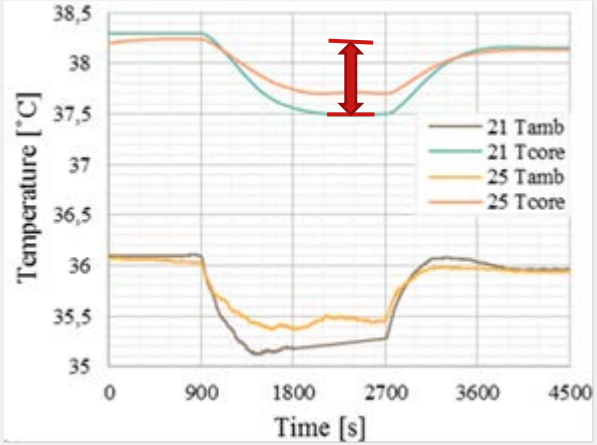
Kerntemperatuur baby

$\Delta T_{kern} < 1$ K beperkt gezondheidsrisico.

- Normale handelingen (1 port hole) geen probleem
- Noodgevallen (2 port holes) $\Delta T_{kern} > 1$ K

Innovatie ontwerp couveuse…





Het klaslokaal [5,6,7]

Hoger onderwijs

…lopend onderzoek effect binnenmilieu
op effectiviteit colleges.
KPI: onderwijsproces en resultaat

…thermisch, luchtkwaliteit, visueel, akoestisch

…ook daar problemen met bijv. luchtkwaliteit…

	Quality class "Frisse scholen"			
	A	B	C	
Concentration carbon dioxide	*(<800)*	*(800-949)*	*(950-1199)*	*(≥1200)*
Start lecture in %	26,5	18,6	18,6	36,3
End of lecture (T+40) in %	20,1	11,8	23,5	44,6

204 metingen in 59 klaslokalen HO

Building related symptoms (n=269)	**Percentage students**
Today, are you troubled by:	
- Dry skin	3%
- Concentration problems	13%
- Tiredness	16%

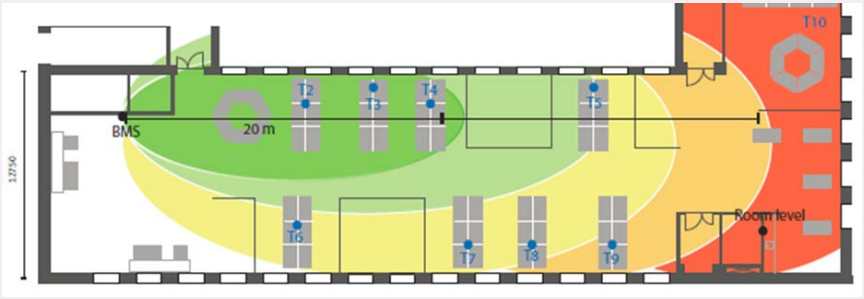
Het kantoor [8,9,10,11,12]

Data

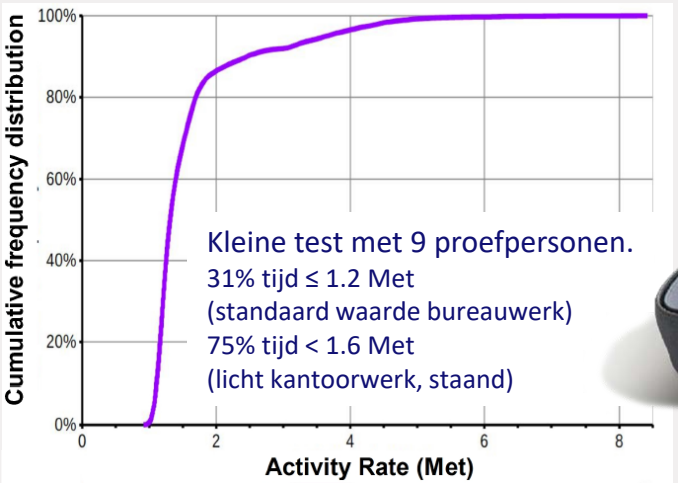
…beschikbaarheid steeds groter, maar wat kun je ermee?

- Juiste condities (T, RV, CO_2, geluid?, licht?)
- Theorie en perceptie (vaak geen overlap)
- De onbekenden,
  bijv. variatie in metabolism, kleding

Conclusies (thermisch comfort, gezondheid)
vaak nog iets te voorbarig…



Correlatie BMS en lokale temperatuur
(groen: hoog [0.85], rood: laag [0.1])

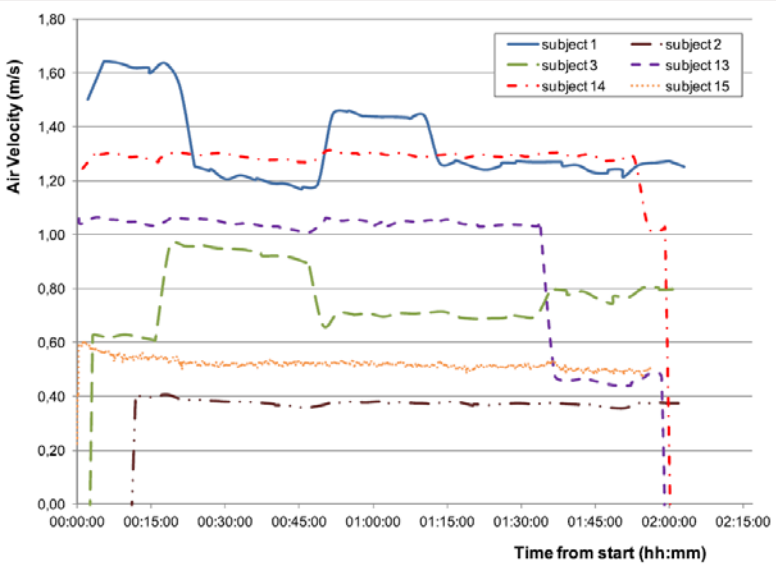


Het kantoor

Persoonlijke klimatisering

…mensen zijn verschillend

…effect op productiviteit uit deze studie nog niet eensluidend

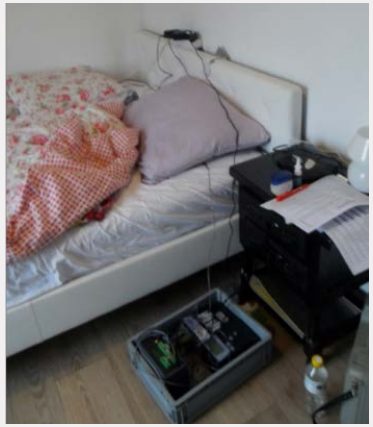


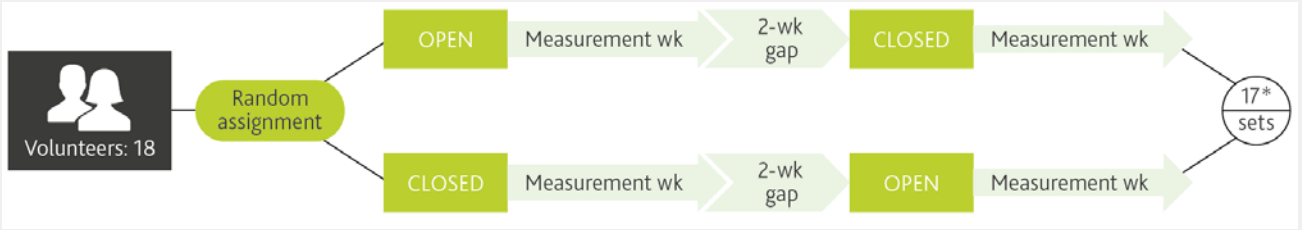
De woning [13,14]

Slapen en binnenmilieu…

…relatie luchtkwaliteit en slaapkwaliteit

…meerwaarde bij ouderen met dementie?



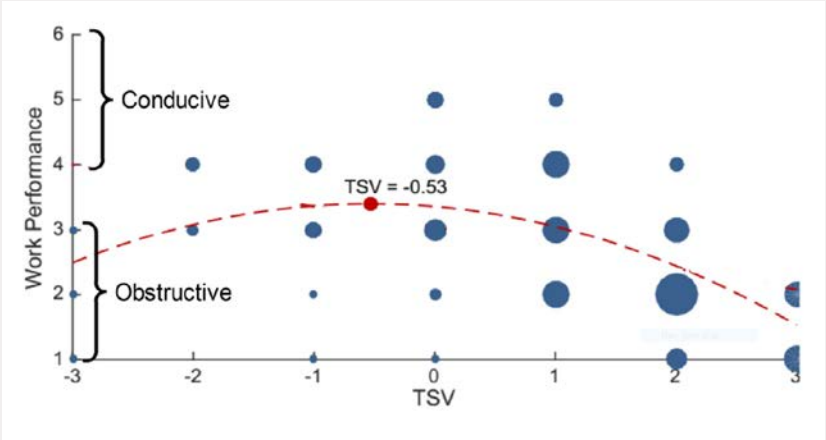


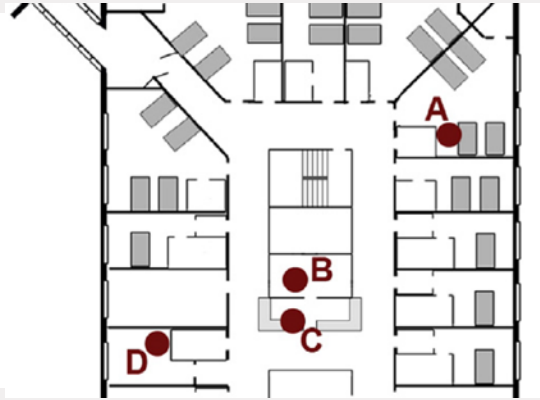
Het ziekenhuis [15,16,17]

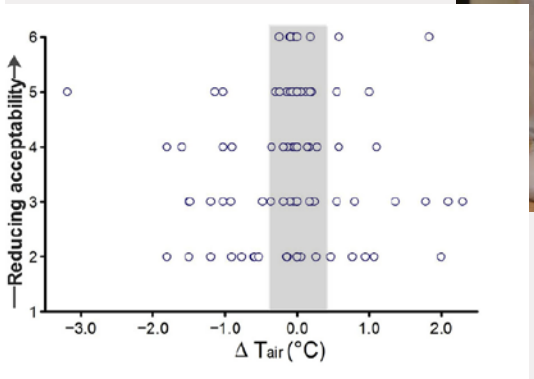
Thermisch comfort personeel

…anders dan die van de patient

…temperatuurverschillen tussen zones mogelijk





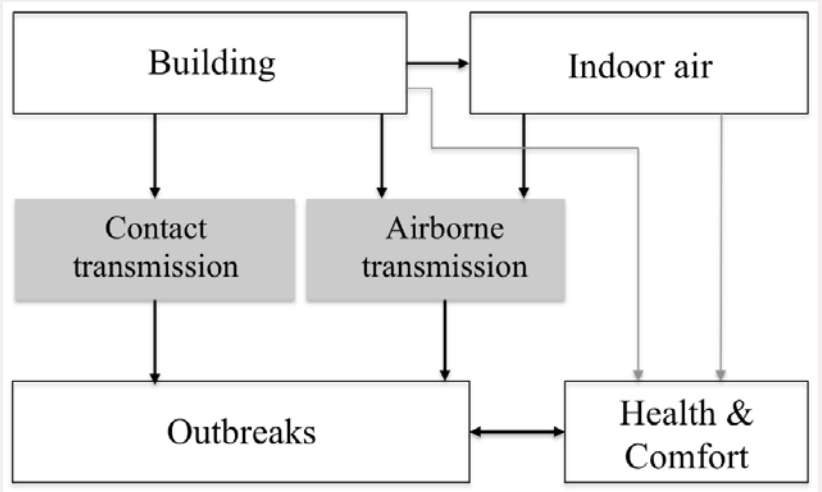


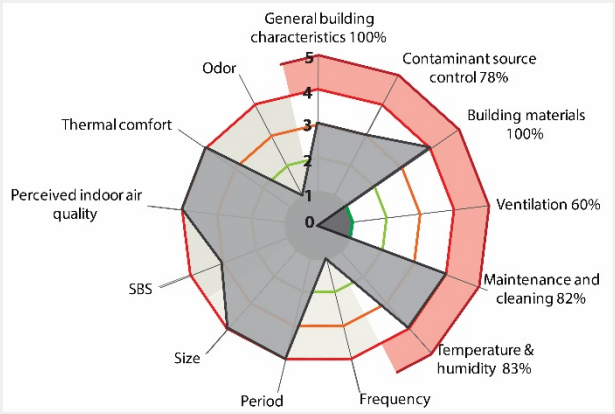
Het verzorgingstehuis [19]

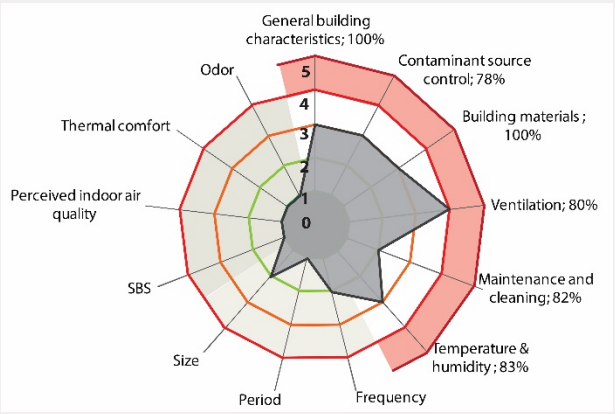
Leren van gebouwen

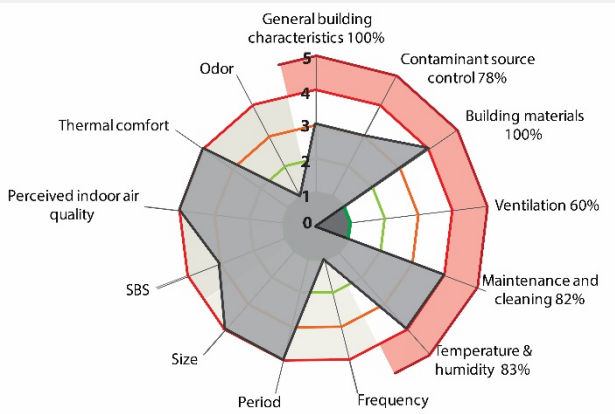
…voorkomen van infectieziekten

…relatie gebouw-risico infectieziekten









De heilige graal…

Gezondheid laat zich niet eenvoudig vangen, de heilige graal lijkt nog ver weg,

…maar met meer aandacht voor de mens kunnen we hopelijk wel verdere stappen maken

…neem ze ook mee in het [woning]gebruik (bijv. onderhoud, ventilatie, [passieve] koeling)

…binnenmilieu eerst, dan energie (en zorg dat we niet de bekende fouten maken!)

…data levert informatie en die hebben we nodig om te kunnen leren (de ontwikkeling van sensoren gaat door, ook aan de mens, privacy blijft vanzelfsprekend een aandachtspunt…)

Dit is waar het uiteindelijk voor doen…

Vecteezy.com

Referenties (deels besproken, overig ter info)

[1] Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no.2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948.

[2] Huber, M., Knottnerus, J. Green, L. et al, 26 jul. How should we define health?. BMJ 2011. DOI:10.1136/bmj.d4163 (abstract + Wikipedia)

[3] Loomans, M. G. L. C., Huovila, A., Lefebvre, P-H., Porkka, J., Huovila, P., Desmyter, J., & Vaturi, A. (2011). Key Performance Indicators For The Indoor Environment. In P. Huovila (Ed.), *Proceedings World Sustainable Building Conference SB11* (pp. 1666-1675). Helsinki.

[4] Teuwen, S. J. C., Mishra, A. K., Loomans, M. G. L. C., de Vaan, C., & Kort, H. S. M. (2017). Contradictory thermal comfort requirements in a neonatal intensive care units: exploring middle grounds. In *Healthy Buildings 2017 Europe, 2-5 July 2017, Lublin, Poland* [0160]

[5] Van Der Steen, J. M., Loomans, M. G. L. C., Schellens, N., & Hensen, J. L. M. (2017). Full-scale performance assessment of an innovative climate system for a classroom environment. In *Healthy Buildings Europe 2017* (pp. 1-6). [0159] International Society of Indoor Air Quality and Climate - ISIAQ.

[6] Mors, ter, S., Hensen, J. L. M., Loomans, M. G. L. C., & Boerstra, A. C. (2011). Adaptive thermal comfort in primary school classrooms : creating and validating PMV-based comfort charts. *Building and Environment*, *46*(12), 2454-2461. DOI: 10.1016/j.buildenv.2011.05.025

[7] https://www.f-facts.nl/topics/facilitaire-dienstverlening-gebouwbeheer/achtergrond/de-invloed-van-binnenklimaat-op

[8] Kooi, L., Mishra, A. K., Loomans, M. G. L. C., Pennings, L., & Hensen, J. L. M. (2018). Long-term monitoring of the thermal environment in office buildings. REHVA Journal, 2018(1), 23-30.

[9] Mishra, A. K., Loomans, M. G. L. C., & Kosonen, R. (2019). Actimetry for estimating occupant activity levels in buildings: A step toward optimal and energy-efficient indoor conditioning. IEEE Consumer Electronics Magazine, 8(1), 67-71. DOI: 10.1109/MCE.2018.2867983

[10] Thoen, H. M. J., Roelofsen, P., Mishra, A. K., Loomans, M. G. L. C., Hoes, P., & Hensen, J. L. M. (2019). Monitoren van werknemersproductiviteit in kantoren. TVVL Magazine, (01), 30-34.

[11] Schellen, L. (2012). Beyond uniform thermal comfort : on the effects of non-uniformity and individual physiology Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven DOI: 10.6100/IR737560[12]

[12] Boerstra, A. C. (2016). Personal control over indoor climate in offices : impact on comfort, health and productivity Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven

[13] Loomans, M. G. L. C., & Hensen, J. L. M. (2018). Oververhitting in (BENG-)woningen. TVVL Magazine, 2018(08), 19-23

[14] Mishra, A. K., van Ruitenbeek, A. M., Loomans, M. G. L. C., & Kort, H. S. M. (2018). Window/door opening-mediated bedroom ventilation and its impact on sleep quality of healthy, young adults. Indoor Air, 28(2), 339-351. DOI: 10.1111/ina.12435

15] Derks, M. T. H., Mishra, A. K., Loomans, M. G. L. C., & Kort, H. S. M. (2018). Understanding thermal comfort perception of nurses in a hospital ward work environment. Building and Environment, 140, 119-127. DOI: 10.1016/j.buildenv.2018.05.039

[16] Loomans, M. G. L. C., Mishra, A. K., Derks, M. T. H., Kraakman, J. J., & Kort, H. S. M. (2018). Occupant response to transitions across indoor thermal environments in two different workspaces. Building and Environment, 144, 402-411. DOI: 10.1016/j.buildenv.2018.08.049

[17] Jacobs, I. M., Loomans, M., Hensen Centnerová, L., Krombeen, M., & Kort, H. (2019). Thermal comfort in operating theatres for different types of ventilation systems. REHVA Journal, 2019(February), 34-39.

[18] Loomans, M. G. L. C., de Visser, I. M., Loogman, J. G. H., & Kort, H. S. M. (2016). Alternative ventilation system for operating theaters: parameter study and full-scale assessment of the performance of a local ventilation system. Building and Environment, 102, 26-38. DOI: 10.1016/j.buildenv.2016.03.012

[19] te Kulve, M., Loomans, M. G. L. C., Huisman, E. R. C. M., & Kort, H. S. M. (2018). A systematic approach to assessing indoor air quality of long term care facilities. Gerontechnology, 16(4), 224-238. DOI: 10.4017/gt.2017.16.4.004.00

[-] Aarts, M. P. J., Craenmehr, G., Rosemann, A. L. P., van Loenen, E. J., & Kort, H. S. M. (2019). Light for patient safety: impact of light on reading errors of medication labels. International Journal of Industrial Ergonomics, 71, 145-154. DOI: 10.1016/j.ergon.2019.03.004

[-] de Bakker, C. (Accepted/In press). Occupancy-based lighting control : developing an energy saving strategy that ensures office workers' comfort Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven

[-] van Duijnhoven, J., Aarts, M. P. J., Aries, M. B. C., Rosemann, A. L. P., & Kort, H. S. M. (2019). Systematic review on the interaction between office light conditions and occupational health : elucidating gaps and methodological issues. Indoor and Built Environment, 28(2), 152-174. DOI: 10.1177/1420326X17735162

binnenmilieu innovatiedag 2019

een kijkje achter de schermen bij bba binnenmilieu (mede mogelijk gemaakt door DGMR)

Parallelsessie ronde 1
1.1 – De mens als meetinstrument
Marije te Kulve & Merlijn Huijbers

bba binnenmilieu
building health & comfort

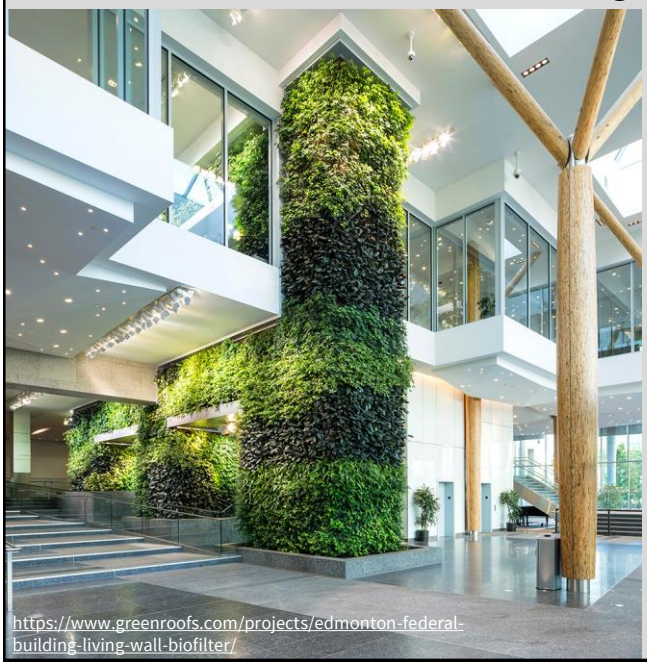
Binnenmilieu innovatiedag 9 mei 2019

bba binnenmilieu
building health & comfort

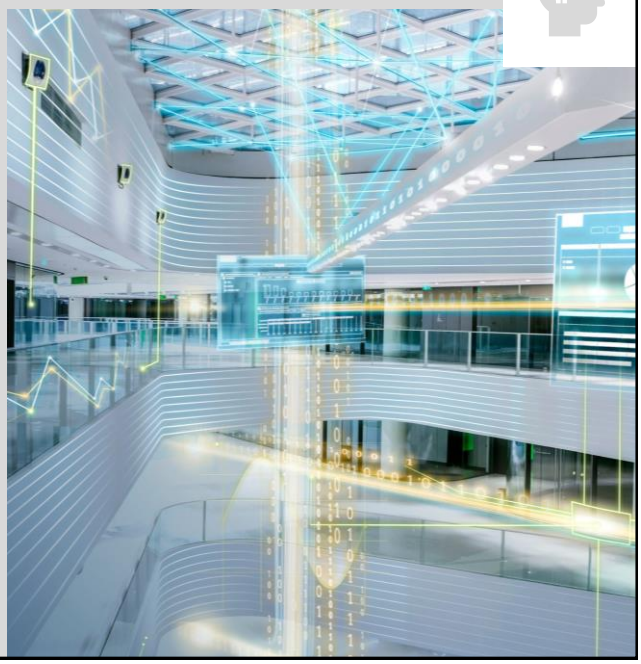
De mens als meetinstrument

9 mei 2019
Marije te Kulve (BBA) en Merlijn Huijbers (DGMR)

Wat is een goed gebouw?



https://www.greenroofs.com/projects/edmonton-federal-building-living-wall-biofilter/



Labels

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL LEED USGBC

WELL

A B C D E F G

cradle to cradle

GPR GEBOUW

fitwel

BREEAM®

Focus binnen labels

Gebouw

Beleving

ARTIST AFBEELDINGEN
ZdenekSasek

Een goed gebouw

- Zijn context en beoogd gebruik meegenomen in het ontwerp?
- Wordt de potentie van het gebouw gebruikt?
- Zijn gebruikers in ‘goede gebouwen’ tevreden?

Afbeelding: https://www.forestryengland.uk/salcey-forest

Hoe herken je een goed gebouw?

Gebouwkenmerken

Metingen binnenmilieu

Hoe herken je een goed gebouw?

Gebouwkenmerken

Metingen binnenmilieu

Ervaringen gebruikers

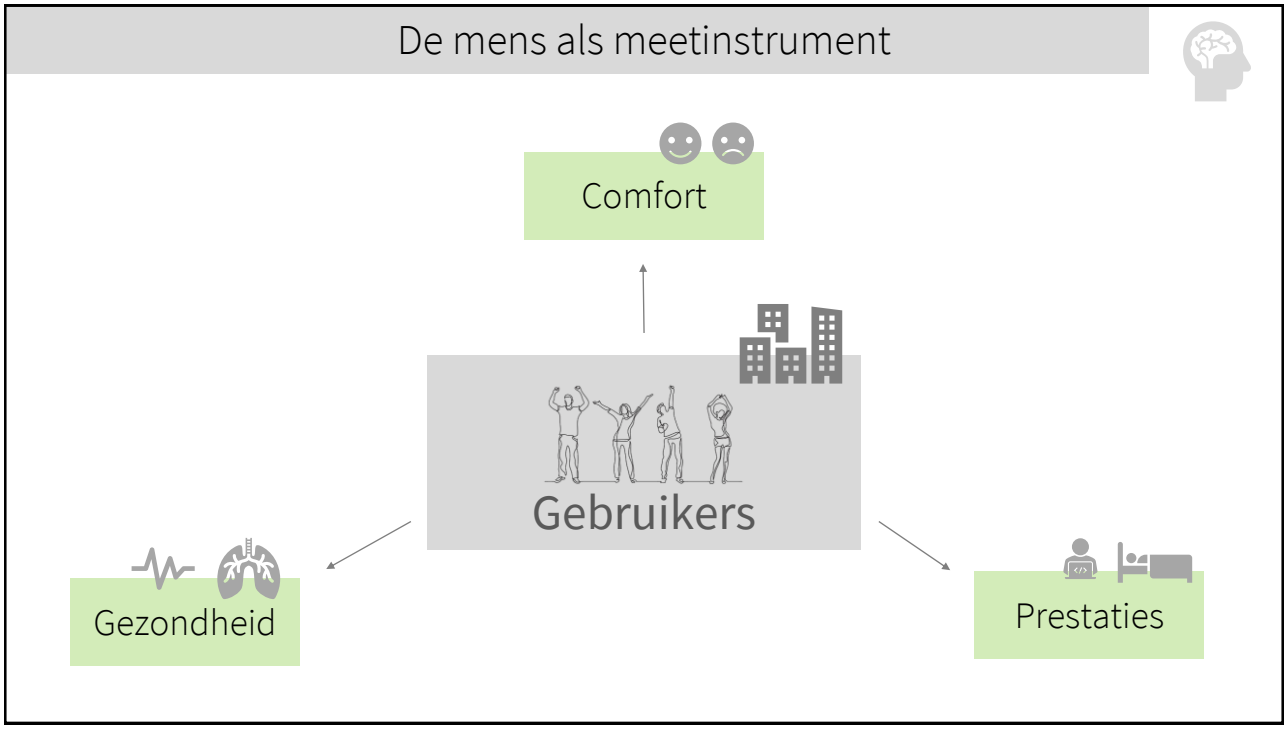
Gebruikers

Is de mens wel betrouwbaar als meetinstrument?

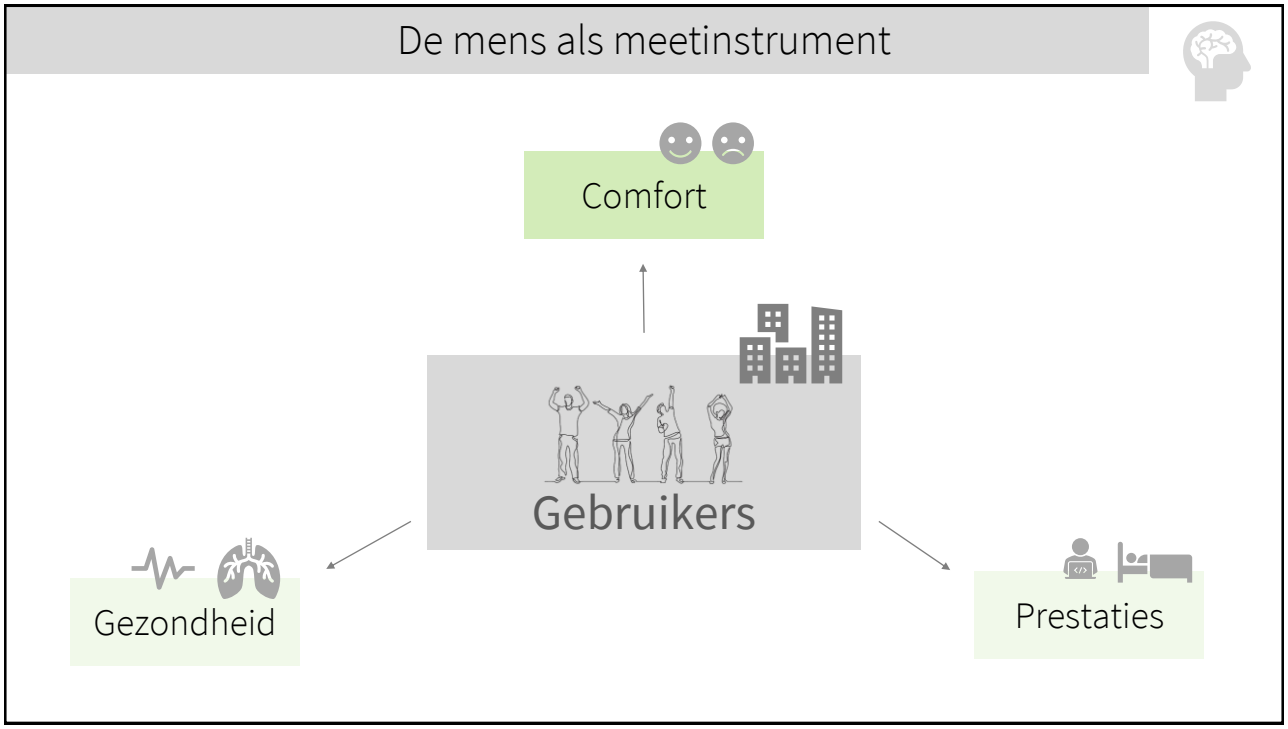
Hoe herken je een goed gebouw?

- Temperatuur
- Licht
- Luchtkwaliteit
- Geluid

De mens als meetinstrument



De mens als meetinstrument



Hoe ervaren gebruikers het binnenmilieu?

Temperatuur	Licht	Luchtkwaliteit	Geluid
Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel

Hoe ervaren gebruikers het binnenmilieu?

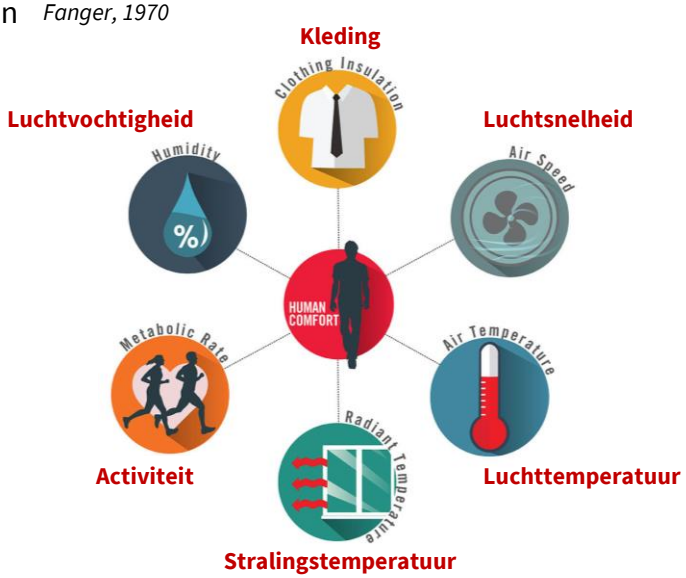
Temperatuur	Licht	Luchtkwaliteit	Geluid
Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel
Te warm	Te licht	Muf	Overlast gesprekken
Te koud	Te donker	Hinderlijke geuren	Installatiegeluid
Tocht	Te weinig daglicht	Droge lucht	Akoestiek
Koude handen	Onaangename kleur	Stoffig	Privacy
….	….	….	….

Hoe ervaren gebruikers het binnenmilieu?

Temperatuur	Licht	Luchtkwaliteit	Geluid
Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel
Te warm	Te licht	Muf	Overlast gesprekken
Te koud	Te donker	Hinderlijke geuren	Installatiegeluid
Tocht	Te weinig daglicht	Droge lucht	Akoestiek
Koude handen	Onaangename kleur	Stoffig	Privacy
….	….	….	….

Oorzaken ervaring temperatuur

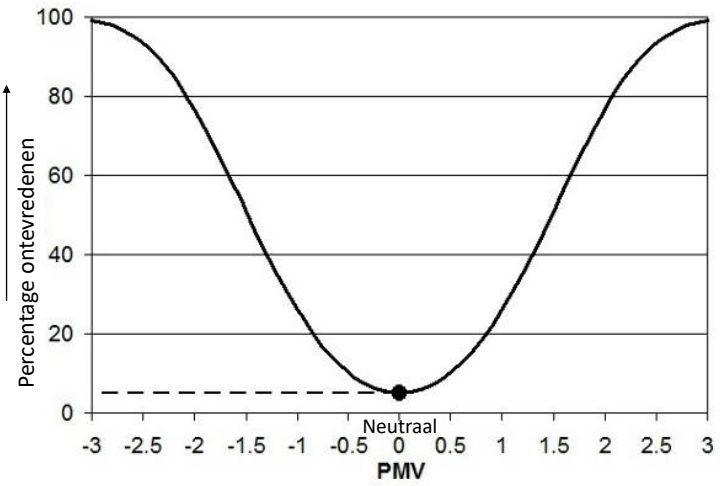
- PMV factoren *Fanger, 1970*



Afbeelding:
https://www.pae-engineers.com/news/articles/a-holistic-approach-to-thermal-comfort

Oorzaken ervaring temperatuur

- PMV factoren



https://www.intechopen.com/books/air-quality/a-review-of-general-and-local-thermal-comfort-models-for-controlling-indoor-ambiences-

Oorzaken ervaring temperatuur

Komt voorspelde en werkelijke tevredenheid overeen?

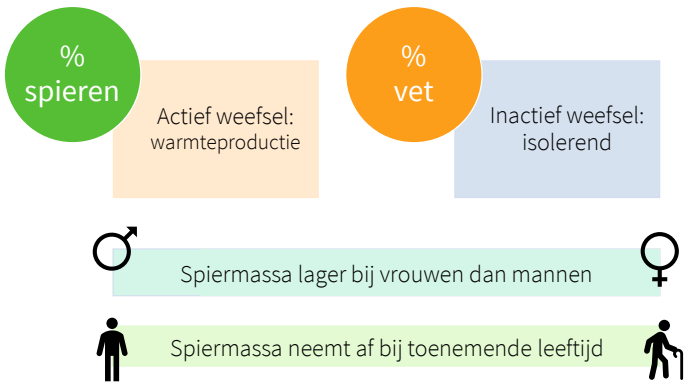
Meestal niet.

- Model van Fanger gaat uit van gemiddelden
- Houdt geen rekening met persoonlijke verschillen:
  - Clo waarde cf. Fanger:
    - Pak
    - Sokken
    - Sandalen
  - MET waarde cf. Fanger:
    - Gemiddelde waarde

Afbeelding: http://norrisdantaford.com/

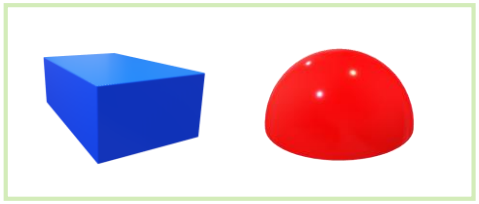
Oorzaken ervaring temperatuur

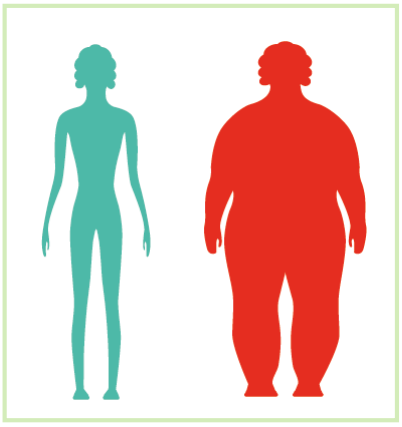
- PMV factoren
- Lichaamsbouw – *Samenstelling: verhouding spiermassa en vetmassa*



Oorzaken ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw – *Compactheid: oppervlakte volume verhouding*

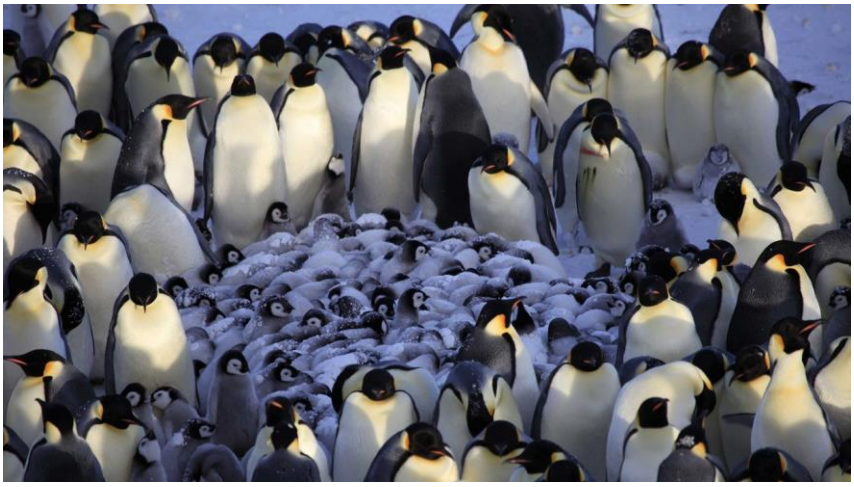




https://www.fit.nl/

Oorzaken ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw – *Compactheid: efficiënte oppervlakte volume verhouding*



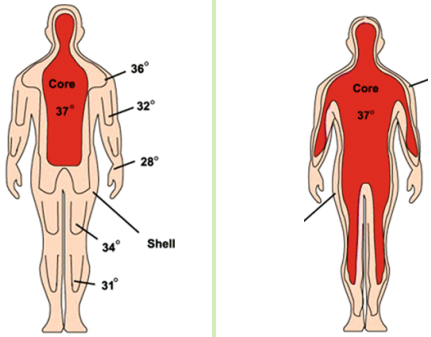
Bron afbeelding: netflix

Oorzaken ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw
- Aanpassend vermogen lichaam

Wordt beïnvloed door:
- Training/ acclimatisatie
- Leeftijd

Kou	Warmte
Verminderen warmteverlies: - vaten vernauwen Verhogen warmteproductie: - activeren bruin vet - rillen	Vergroten warmteverlies: - vaten verwijden Vergroten warmteverlies: - zweten

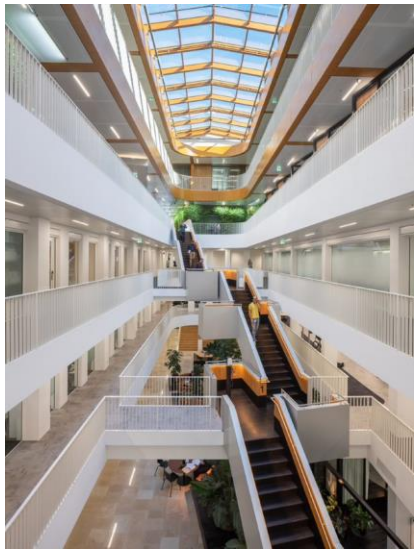


Afbeelding: Toshiyo Tamura et al, 2017

Oorzaken ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw
- Aanpassend vermogen lichaam
- Context – *Verwachting, regelbaarheid*

https://www.eventbrite.co.uk/o/cumberland-lodge-8111796863



Oorzaken ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw
- Aanpassend vermogen lichaam
- Context
- Blootstellingsduur & tijdstip

Oorzaken ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw
- Aanpassend vermogen lichaam
- Context
- Blootstellingsduur & tijdstip
- Persoonlijke voorkeur

Afbeelding: https://www.designcrowd.com/community/contest.aspx?id=1677981

Ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw
- Aanpassend vermogen lichaam
- Context
- Blootstellingsduur & tijdstip
- Persoonlijke voorkeur

Complex!

Ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw
- Aanpassend vermogen lichaam
- Context
- Blootstellingsduur & tijdstip
- Persoonlijke voorkeur

Complex!

Bestaand gebouw:

- Comfort beleving te complex voor voorspelling op basis van PMV.
- Evaluatie gebruikers nodig.

Ervaring temperatuur

- PMV factoren
- Lichaamsbouw
- Aanpassend vermogen lichaam
- Context
- Blootstellingsduur & tijdstip
- Persoonlijke voorkeur

Complex!

Bestaand gebouw:

- Comfort beleving te complex voor voorspelling op basis van PMV.
- Evaluatie gebruikers nodig.

Nieuwbouw:

- Let op doelgroep(en) en verwacht gebruik.
- Zorg voor flexibiliteit / beïnvloedingsmogelijkheden.

Comfort

Is comfortabel per definitie saai?

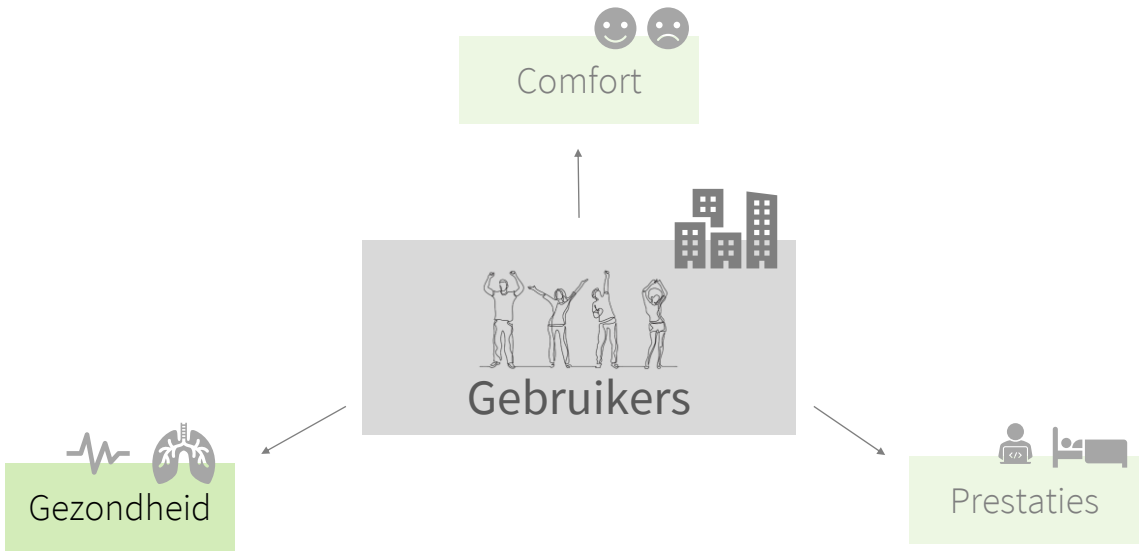
Uit de comfort zone

Uit de comfort zone

Hoe ervaren gebruikers het binnenmilieu?

Temperatuur	Licht	Luchtkwaliteit	Geluid
Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel	Comfortabel
Te warm	Te licht	Muf	Overlast gesprekken
Te koud	Te donker	Hinderlijke geuren	Installatiegeluid
Tocht	Te weinig daglicht	Droge lucht	Akoestiek
Koude handen	Onaangename kleur	Stoffig	Privacy
….	….	….	….

Impact van gebouw op gebruikers



Gezondheid

Gaat comfort ten koste van gezondheid?

Gezondheid

Soms wel.

Afbeelding: infoworld.com
https://www.infoworld.com/article/3122803/the-power-of-lazy-programming.html

Effect van binnenmilieu op gezondheid

Temperatuur	Luchtkwaliteit	Licht	Geluid
Metabole gezondheid (flexibiliteit lichaam)	Infectieziekten	Dag-/nacht ritme	Stress
Hittestress	Luchtwegaandoening	(Winter)depressie	Gehoorschade
	Allergieën		
	Hart- en vaatziekten		

Effect van binnenmilieu op gezondheid

Temperatuur	Luchtkwaliteit	Licht	Geluid
Metabole gezondheid (flexibiliteit lichaam)	Infectieziekten	Dag-/nacht ritme	Stress
Hittestress	Luchtwegaandoening	(Winter)depressie	Gehoorschade
	Allergieën		
	Hart- en vaatziekten		

Luchtkwaliteit

CO_2- concentratie	Fijnstof	Chemische agentia	Vocht
Onvoldoende ventilatie geassocieerd met allergische reacties bij kinderen *(Sundell, 2011)*	Hart- en vaatziekten. Longaandoeningen. *(RIVM, 2019; Xing et al, 2016)*	Luchtweg aandoeningen, en vroegtijdige sterfte (RIVM) Grenswaarden en effect behoeft verder onderzoek (WHO)	Hoesten, niezen, astma *(Bornehag et al, 2001)* longaandoeningen en allergische reacties *(Mendell, 2011)*

Bronnen van luchtverontreiniging – op kantoor

Bronnen van luchtverontreiniging - thuis

https://www.trussville.com

http://www.upcoming.nl/desi/26023/welk-persoon-op-de-kringverjaardag-ben-jij

https://uk.trotec.com/products-services/news/overview/precise-air-quality-assessment/

Hoe zorg je voor een gezonde lucht?

Gebouwkenmerken

- Emissiearme materialen
- Voldoende ventilatie
- Geen belaste locatie
- Functie gebouw zoals een werkplaats of keuken

Metingen luchtkwaliteit

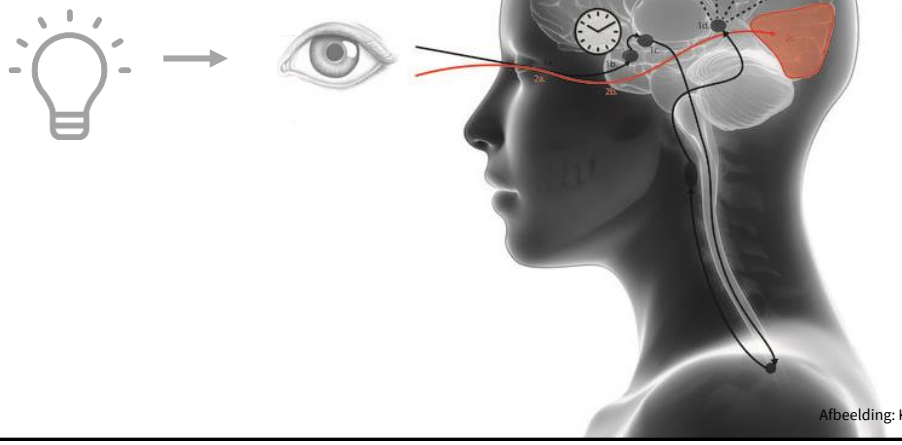
- Metingen als onderdeel van MOP

Gebruikers

Gebruikers nemen grenswaarden gezonde lucht niet waar, maar wel:

- Bedompte / muffe lucht
- Geuren
- Irritaties slijmvliezen en andere gezondheidsklachten

Effecten licht



Visuele effecten

Niet-visuele effecten

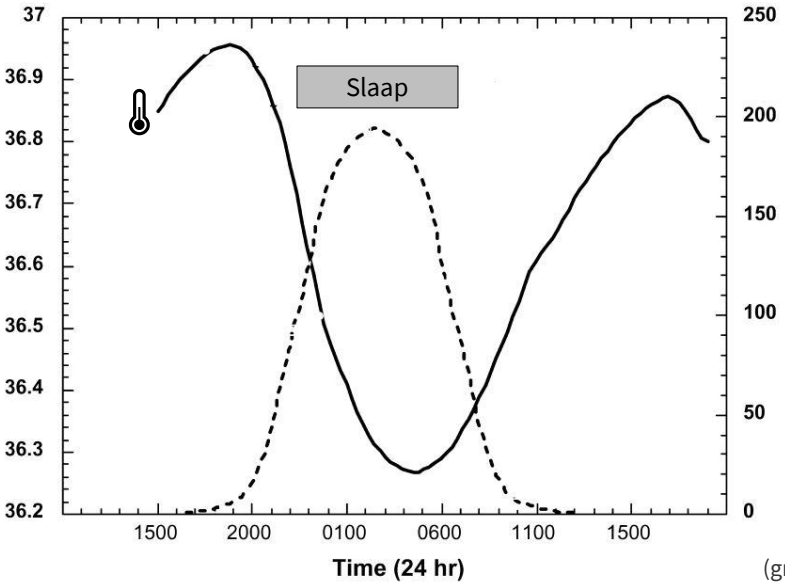
Afbeelding: K. M. Zielinska-Dabkowska and V. Labancova, 2018

Effecten licht

	Fotoreceptoren	Effect licht
Visuele effecten	**Staafjes**: licht/donker **Kegeltjes:** kleur	Zicht: - Beleving - Uitvoeren activiteit
Niet-visuele effecten	**ipRGC's:** meest gevoelig blauwe deel spectrum (480nm)	24-uurs ritme (circadiane ritmiek) Lichaamstemperatuur Alertheid Melatonine

Dag/nacht ritme

Lichaams-Temperatuur

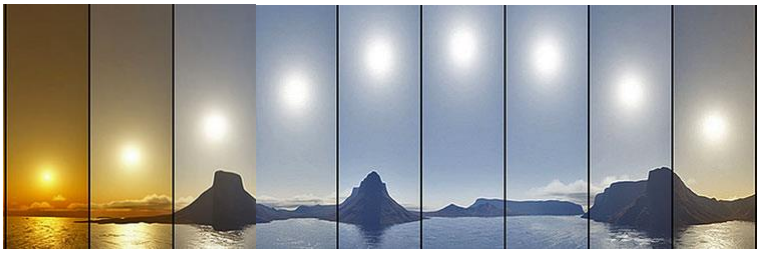


Melatonine-concentratie **Slaaphormoon**

(grafiek: Lack & Wright, 2007)

Zeitgeber: daglicht

Dag

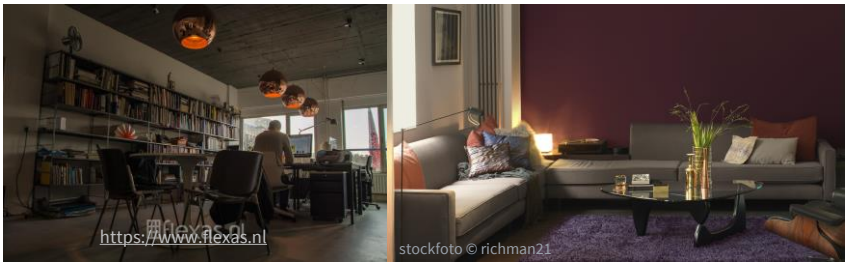


Avond / nacht

Synchroniseren biologische ritme met 24 uurs ritme

Zeitgeber: kunstlicht?

Dag



Avond / nacht

Verminderde signalen om biologisch ritme met 24 uur te synchroniseren

Ritmiek niet synchroon met gedrag

Onvoldoende licht overdag

te veel licht ‘s avonds en ‘s nachts

Ritmiek lichaam en gedrag niet synchroon

Kan een negatief effect hebben op:
- Slaapkwaliteit.
- Alertheid gedurende de dag.
- Cardiovasculaire gezondheid.

Mens als meetinstrument?

Voldoende licht uit oogpunt van gezondheid?

Gebouwkenmerken

- % glas in dak en gevels;
- Ondiepe kantoorvloeren;
- Flexibele zon-/ lichtwering;

Metingen lichtintensiteit

- Melanopic lux; eenheid voor ipRGC activatie
- Gewenste waarde overdag en in de avond nog ter discussie.

Gebruikers

- Visuele beleving en zicht geen maat voor gezondheidseffecten;
- Ervaren slaapkwaliteit;
- Zelf ingeschatte alertheid en productiviteit gedurende de dag.

Vergroten van lichtblootstelling

Bron afbeelding: VELUX

Bron afbeelding: smepool.com

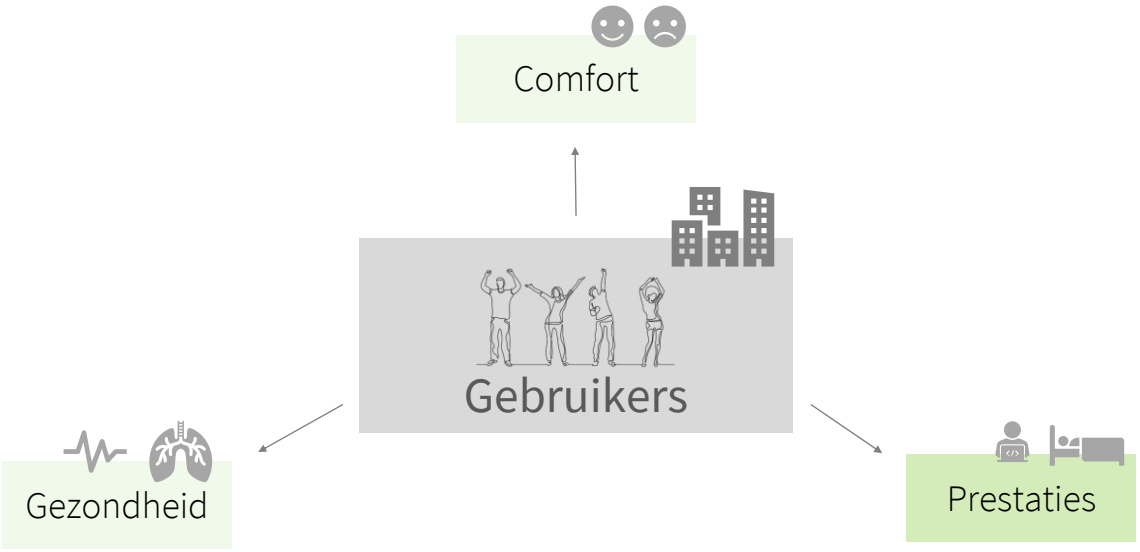
Vergroten van lichtblootstelling

Bron afbeelding: https://www.emmenmaakhetmee.nl

Effect van binnenmilieu op gezondheid

Temperatuur	Luchtkwaliteit	Licht	Geluid
Metabole gezondheid	Infectieziekten	Dag-/nacht ritme	Stress
(flexibiliteit lichaam)	Luchtwegaandoening	(Winter)depressie	Gehoorschade
Hittestress	Allergieën		
	Hart- en vaatziekten		

Impact van gebouw op gebruikers



Prestaties

Alleen interessant in kantoren of ook in woningen?

Effect geluid op slaap

- Verkeersgeluid
- Installatiegeluid
- Geluid van buiten/ aangrenzende ruimten

→ **Slaapkwaliteit** →

Functioneren de volgende dag:
- werk
- humeur
- energie
- alertheid

Effect binnenmilieu op prestaties

NU.nl

Effect van binnenmilieu op prestaties

Temperatuur | Licht | Luchtkwaliteit | Geluid

Slaap
Alertheid
Concentratie
Productiviteit
Sportprestaties

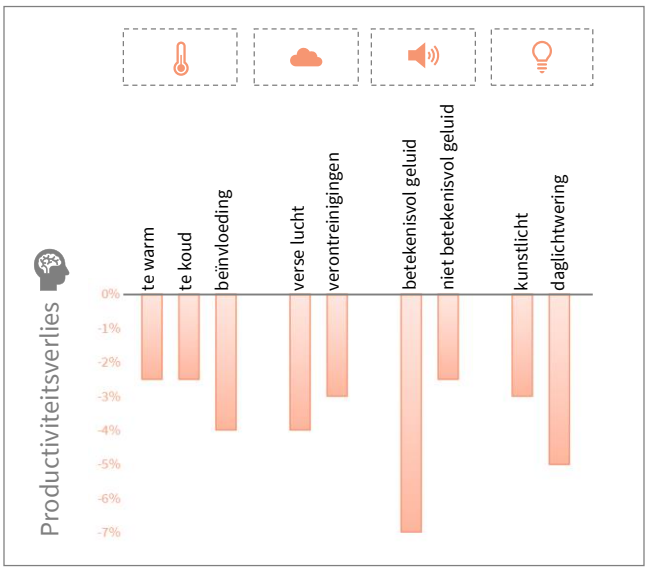
Effect van binnenmilieu op prestaties

Temperatuur | Licht | Luchtkwaliteit | Geluid

Slaap
Alertheid
Concentratie
Productiviteit
Sportprestaties

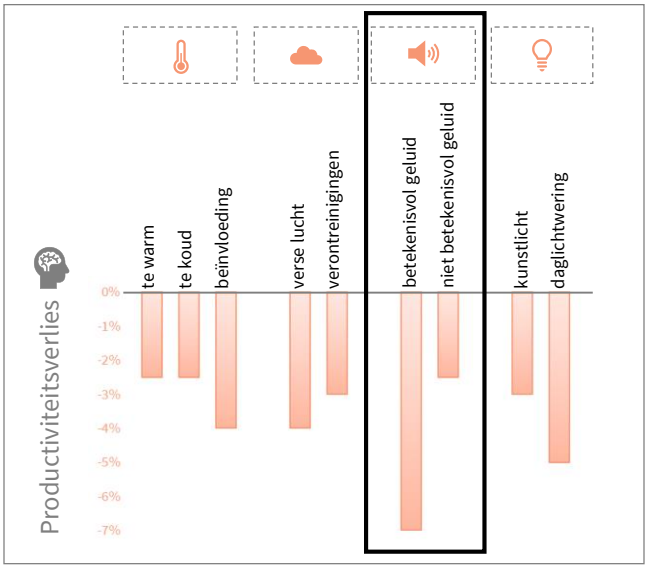
Geluidoverlast in kantoren

Effect binnenmilieu op productiviteit



Bron: bba binnenmilieu 2014, Kengetallen binnenmilieu & productiviteit, Platform 31 / kantoor vol energie

Effect geluid op productiviteit



Bron: bba binnenmilieu 2014, Kengetallen binnenmilieu & productiviteit, Platform 31 / kantoor vol energie

De mens als meetinstrument

Productiviteitstesten:

- Gestandaardiseerde testen om prestaties te meten:
  - reactietijd
  - concentratie
- Score sterk persoonsafhankelijk: effect interventie testen (voor / na) scoreverandering per persoon.

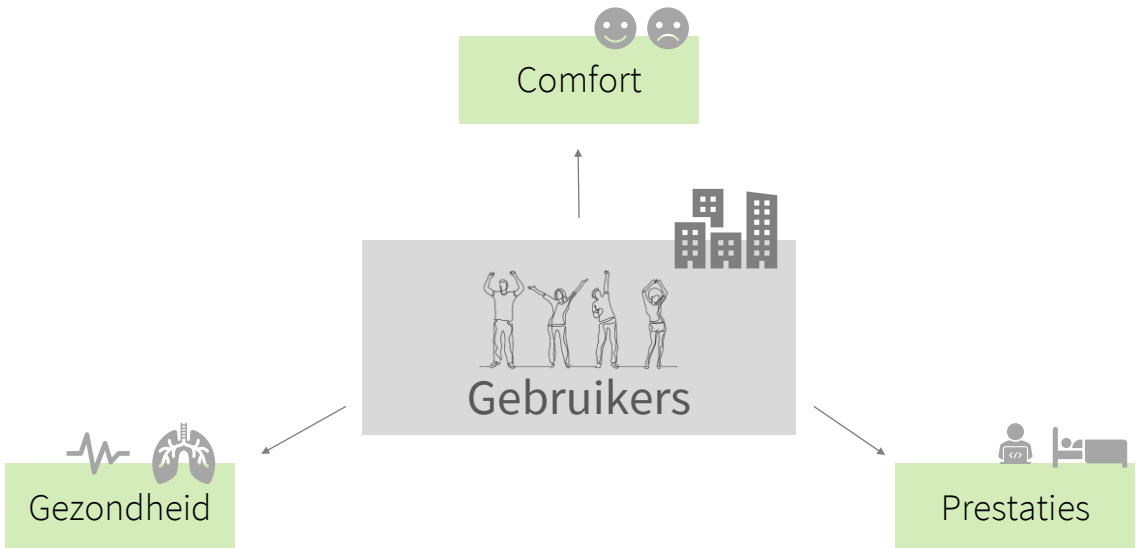
Zelf ingeschatte productiviteit:

- Hoe schat men zelf zijn/haar productiviteit in?
- Specifiëren of er sprake is van overlast van o.a. geluid (betekenisvol / installatiegeluid)?

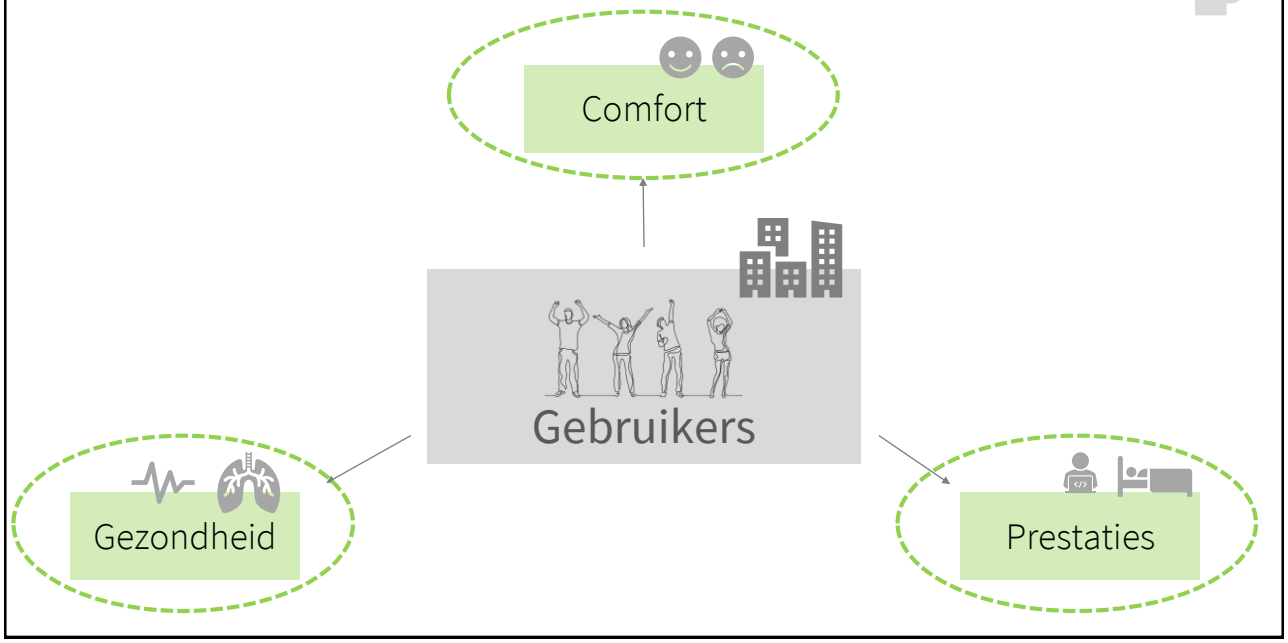
Gebruikers

Is de mens wel betrouwbaar als meetinstrument?

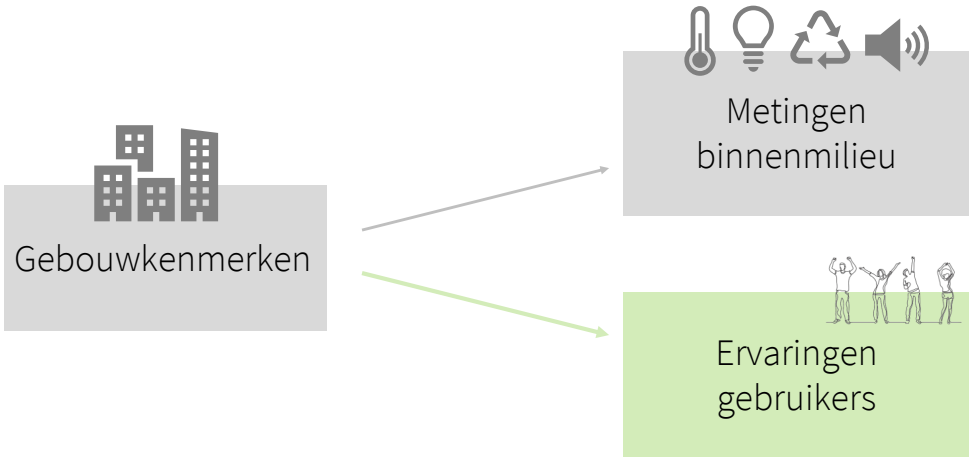
De mens als meetinstrument



De mens als meetinstrument



Inzicht in het comfort van de werkplek



De mens als meetinstrument

Hoe meet je beleving van gebruikers?

De mens als meetinstrument

Methodes:

- Vragenlijsten
- Interviews
- Klachtenprocedure
- Productiviteitstesten
- Fysiologische metingen

Selectie meetinstrument

Reden:

- Effect interventie
- Klachten
- Ingebruikname gebouw
- Functieverandering
- Monitoring

Methodes:

- Vragenlijsten
- Interviews
- Klachtenprocedure
- Productiviteitstesten
- Fysiologische metingen

Selectie meetinstrument

Reden:

- Effect interventie
- Klachten
- Ingebruikname gebouw
- Functieverandering
- Monitoring

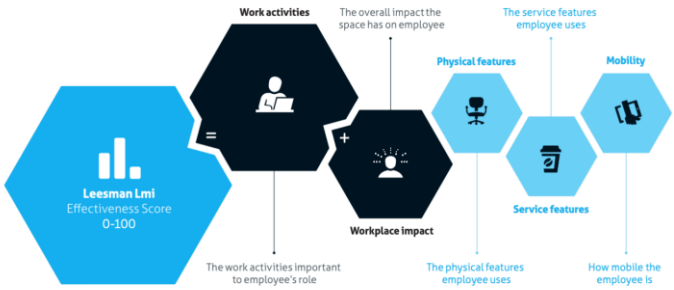
Methodes:

- Vragenlijsten
- Interviews
- Klachtenprocedure
- Productiviteitstesten
- Fysiologische metingen

Context:

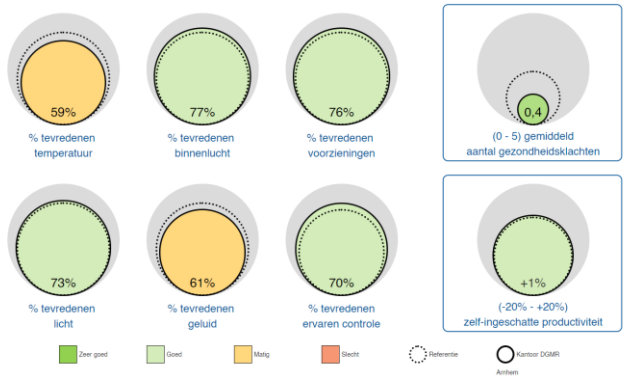
- Gebruikersgroep
- Aantal gebruikers
- Beschikbare tijd
- Beschikbare middelen

Vragenlijst: Leesman Index

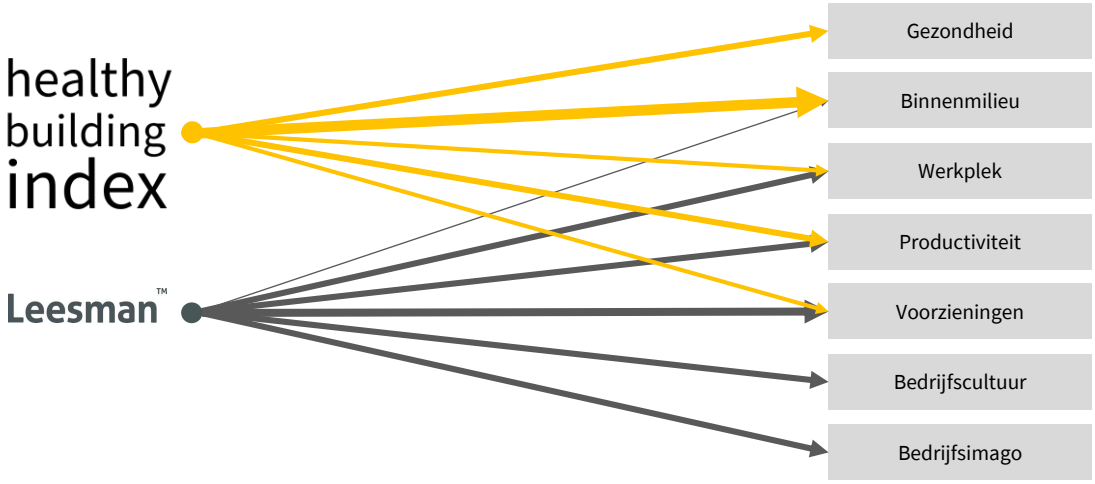


Leesman™

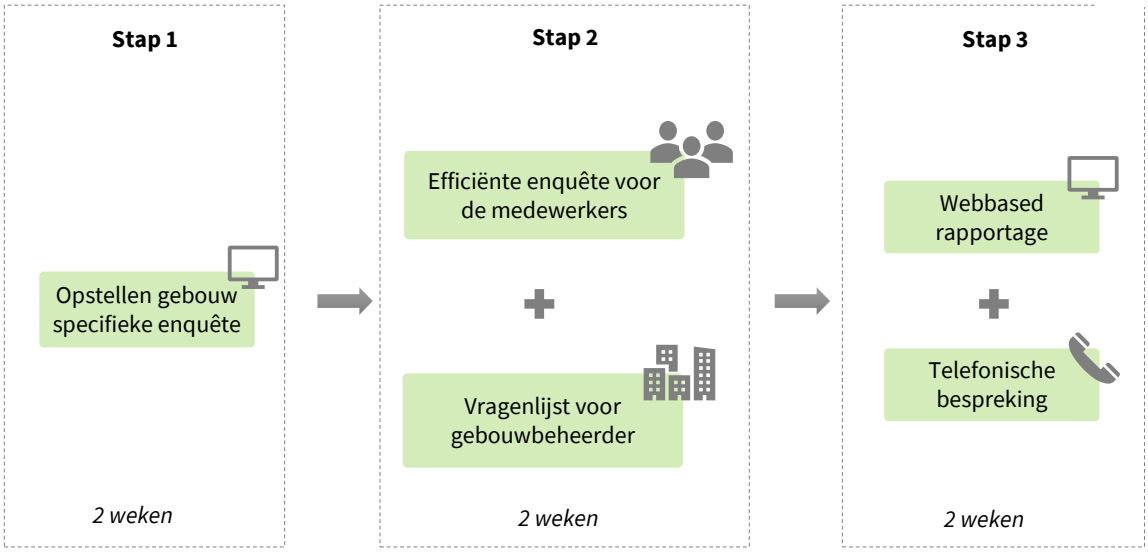
Vragenlijst: Healthy Building Index



Inzicht in het comfort van de werkplek

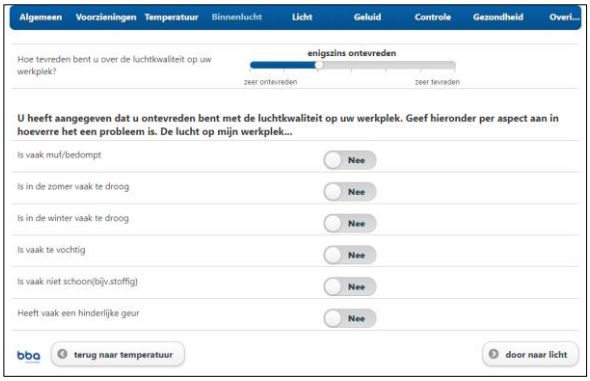


Werkwijze Healthy Building Index



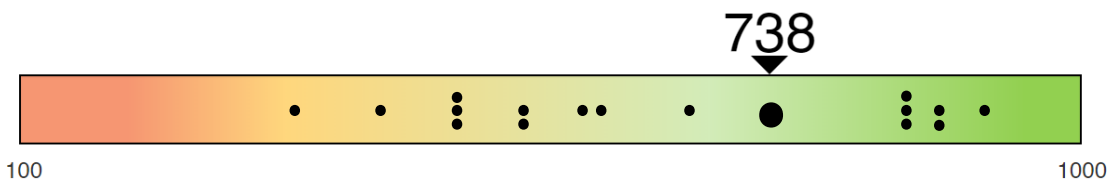
Healthy Building Index

- Thema's:
  - Thermisch binnenklimaat
  - Binnenluchtkwaliteit
  - Licht
  - Geluid
  - Voorzieningen
  - Ervaren controle
  - Gezondheid
  - Zelf ingeschatte productiviteit
- Efficiënt:
  Alleen bij ontevredenheid detailvragen per thema.
- Resultaat enquête + gebouwkenmerken:
  - Healthy Building Index
  - Analyse risicofactoren
  - Aanbevelingen voor verbetering

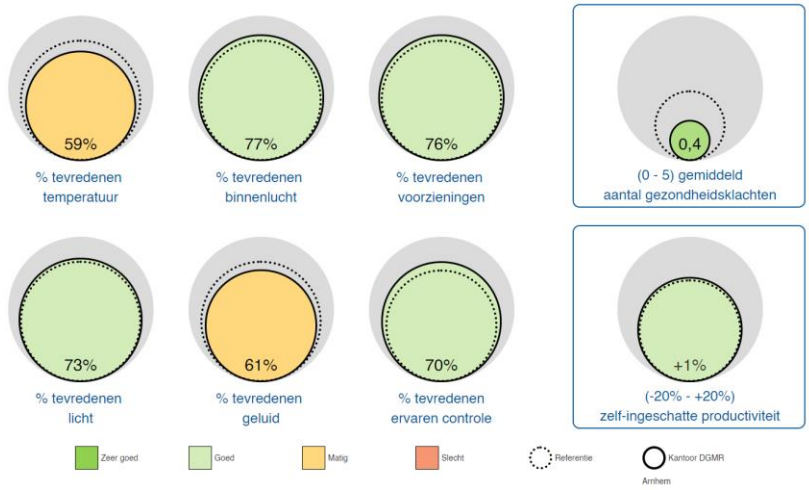


Healthy Building Index

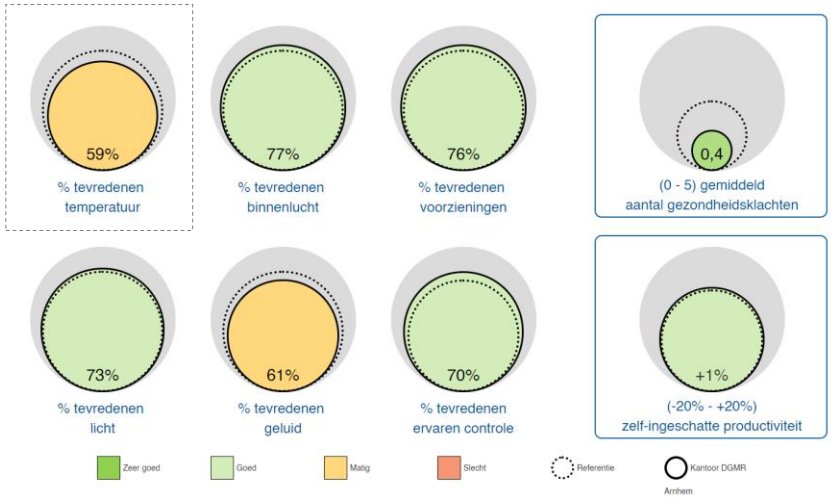
- Score van 100 tot 1000
- Tevredenheid met binnenmilieu en voorzieningen
- Vergelijking met referentiegebouw (gemiddeld kantoorgebouw)



Resultaten

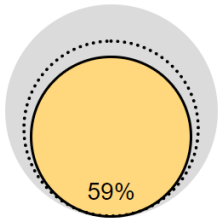


Detailresultaten

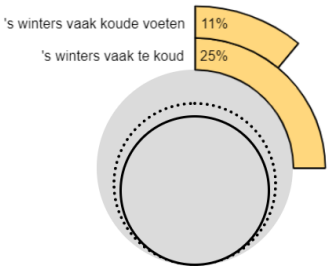


Detailresultaten temperatuur

% tevreden temperatuur



Belangrijkste klachten temperatuur



Conclusie, aanbevelingen & toelichting

Risicofactoren
Geen koeling / verwarming toevoerlucht
Onvoldoende controle over de temperatuur
Enkel glas
Onvoldoende luchtverversing
Textiele vloerbedekking
Hoge interne geluidsbelasting (bv. opstelling werkplekken, aantal mensen per ruimte en onvoldoende geluidsisolatie scheidingswanden)

Gebouwgerelateerde klachten
57% vindt het 's zomers vaak te warm
30% vindt het 's winters vaak te koud
40% vindt het vaak muf/ bedompt
53% heeft last van gesprekken uit aangrenzende ruimten
30% vindt dat er te weinig daglicht is

Inzicht in het comfort van de werkplek

Beleving
en ervaringen
gebouwgebruikers

Gebouw en installatie
kenmerken

Metingen binnenmilieu
o.a. temperatuur, CO2, fijnstof, licht, ventilatiedebieten

Healthy building index

www.healthybuildingindex.nl

Meetinstrument van de toekomst?

De reden voor een gebouw: de gebruikers

binnenmilieu innovatiedag 2019

een kijkje achter de schermen bij bba binnenmilieu (mede mogelijk gemaakt door DGMR)

Parallelsessie ronde 1
1.2 – BENG & Gezondheid
Atze Boerstra & Ieke Kuijpers-van Gaalen

bba binnenmilieu
building health & comfort

Binnenmilieu innovatiedag 9 mei 2019

Sessie BENG en Gezondheid

Binnenmilieu Innovatiedag 2019 - 9 mei 2019

bba binnenmilieu

Programma

- Ieke Kuijpers-van Gaalen, DGMR:
  BENG 2020, eisen en methode
- Atze Boerstra, bba binnenmilieu:
  BENG wordt GENG?
- interactieve discussie

bba binnenmilieu building health & comfort

BENG wordt GENG?

dr. ir. Atze Boerstra

Once upon a time....

Ondertussen in 020....

SYSTEMATISCH WONINGONDERZOEK
1897-1900

Afvoer van drekstoffen

met afvoer naar beerkuil	
met afvoer naar riool of open water	
drekstoffen meegeven aan de beerwagen	53%

Gebreken aan de woningen

vocht	65%
stank	24%
doorlopend privaat niet met de buitenlucht in verbinding	25%
rook	22%

Woningwet 1901

WONINGWET

met Inleiding en Aanteekeningen benevens tekst der

GEZONDHEIDSWET

en der algemeene maatregelen van bestuur tot uitvoering van beide wetten,

door

Mr. D. F. SLEUTELAAR,

ADVOCAAT EN PROCUREUR TE AMSTERDAM.

HAARLEM
DE ERVEN F. BOHN
1902.

5 Artt. 3—4.

in gebruik te nemen gebouwen of gedeelten van gebouwen worden door den gemeenteraad voorschriften vastgesteld betreffende:

a. de plaatsing van de gebouwen ten opzichte van den openbaren weg en van elkander,

d. privaten,
e. beschikbaarheid van drinkwater,
f. voorkoming van brandgevaar,
g. voorkoming van vochtigheid,
h. hechtheid van fundamenten, muren, vloeren, trappen, zolderingen en dak,
i. verwijdering van rook, water en vuil,
j. toevoer van licht en lucht.

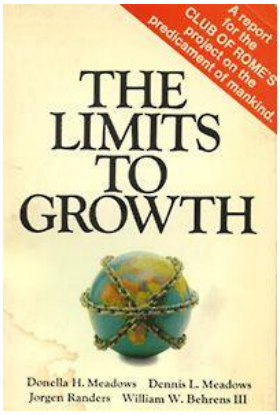
schriften vastgesteld betreffende de in het eerste lid onder *e—j* vermelde punten.

Art. 4.

1. Met betrekking tot een of meer der in artikel 3 vermelde punten kan door Gedeputeerde Staten, den inspecteur, belast met het toezicht op de handhaving van de wettelijke bepalingen betreffende de volkshuisvesting, gehoord, bij een met redenen omkleed besluit vrijstelling worden verleend, hetzij voor alle woningen, hetzij naar gelang van haren aard, bestemming of ligging voor sommige.

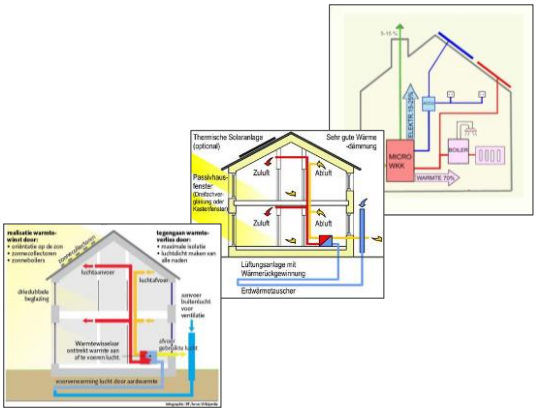
Resulterend in…

En toen … in 1973



bba binnenmilieu

Met als uiteindelijk gevolg…



Wat weer leidde (?) tot ....

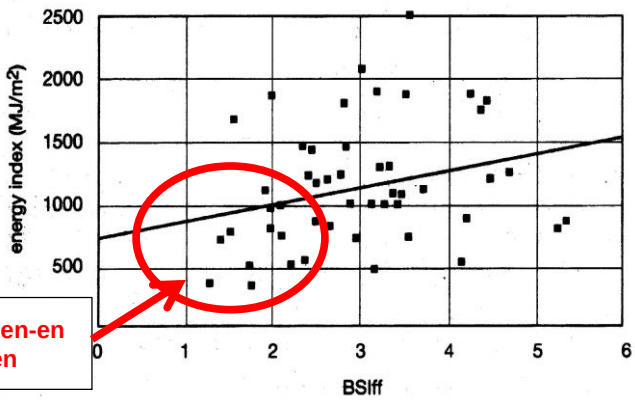
De keerzijde van energiezuinigheid: ziek van je eigen huis

Asthma could be worsened by energy-efficient homes, warns study

Lack of ventilation caused by better insulation could create spike in indoor pollutants, research warns

rise in the number of people suffering from asthma by 2050.

Kan t echt niet, zowel gezond als energiezuinig (èn-èn)?

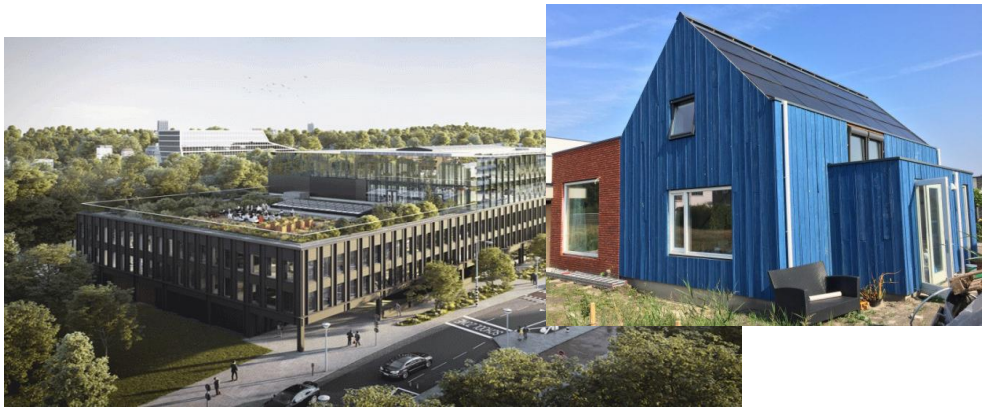


Voorbeelden en-en gebouwen

Bron: EU Audit Project, Bluyssen et al, 1995

Referentie…

Kan dat ook met gebouwen?



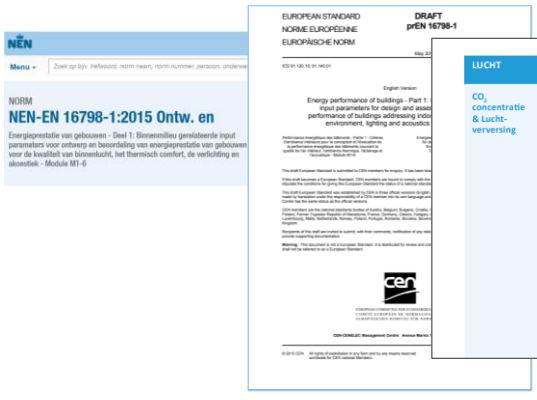
Sterk nog: het MOET!

EPBD

(8) Bij maatregelen voor de verdere verbetering van de energieprestatie van gebouwen moet rekening worden gehouden met de klimatologische en plaatselijke omstandigheden, alsmede met de binnenklimaateisen en de kostenefficiëntie. De maatregelen mogen andere eisen die aan gebouwen worden gesteld, zoals toegankelijkheid, veiligheid en de gebruiksbestemming van het gebouw, niet in het gedrang brengen.

REHVA:
'Ensuring indoor environmental quality and energy efficiency at the same time'

Intermezzo: EPBD binnenmilieu-eisen



LUCHT	Klasse C - VOLDOENDE	Klasse B - GOED extra t.o.v. klasse C	Klasse A -ZEER GOED extra t.o.v. klasse B
CO_2 concentratie & Lucht-verversing	• De CO_2-concentratie in verblijfsruimten (in de ademzone) ligt tijdens gebruikstijd op maximaal **+ 800 ppm** boven de buitenluchtconcentratie • Uitgaande van een normaal, gemiddeld metabolisme voor kantoorwerk (1,2 a 1,4 met) en een CO_2 productie van maximaal 0,005 L/s per persoon geldt dat aan de klasse C eis voldaan kan worden als er per persoon **25 m³/h** aan verse lucht toegevoerd wordt. • De genoemde verse luchttoevoer per persoon kan omgerekend worden naar benodigde verse luchttoevoer per m²: ga in een klasse C gebouw in kantoorruimten (op verblijfsruimteniveau) uit van minimaal **3 m³/h/m²** (uitgaande van minimaal 8 m² vloeroppervlak p.p.); in een bijeenkomstruimte is dit minimaal 8 m³/h/m² (uitgaande van minimaal 3 m² vloeroppervlak p.p. op kamerniveau).	• De CO_2-concentratie in verblijfsruimten (in de ademzone) ligt tijdens gebruikstijd op maximaal **+ 550 ppm** boven de buitenluchtconcentratie • Uitgaande van een normaal, gemiddeld metabolisme voor kantoorwerk (1,2 a 1,4 met) en een CO_2 productie van 0,005 L/s per persoon geldt dat aan de klasse B eis voldaan kan worden als er per persoon **40 m³/h** aan verse lucht toegevoerd wordt. • De genoemde verse luchttoevoer per persoon kan omgerekend worden naar benodigde verse luchttoevoer per m²: ga in een klasse B gebouw in kantoorruimten uit van minimaal **5 m³/h/m²** (uitgaande van minimaal 8 m² vloeroppervlak p.p. op kamerniveau); in een bijeenkomstruimte is dit minimaal 13 m³/h/m² (uitgaande van minimaal 3 m² p.p. op kamerniveau).	• De CO_2-concentratie in verblijfsruimten (in de ademzone) ligt tijdens gebruikstijd op maximaal **+ 400 ppm** boven de buitenluchtconcentratie • Uitgaande van een normaal, gemiddeld metabolisme voor kantoorwerk (1,2 a 1,4 met) en een CO_2 productie van 0,005 L/s per persoon geldt dat aan de klasse A eis voldaan kan worden als er per persoon **60 m³/h** aan verse lucht toegevoerd wordt. • De genoemde verse luchttoevoer per persoon kan omgerekend worden naar benodigde verse luchttoevoer per m²: ga in een klasse A gebouw in een kantoorruimte uit van minimaal **7,5 m³/h/m²** (uitgaande van minimaal 8m² pp op kamerniveau); in een bijeenkomstruimte is dit minimaal 20 m³/h/m² (uitgaande van minimaal 3 m² vloeroppervlak p.p. op kamerniveau).

PvE te downloaden via www.tvvlconnect.nl

Gaat het dan niet vanzelf goed?

Uitkomst bba evaluatie binnenmilieu problemen in energiezuinige nieuwbouw/renovatie projecten:

- Installatiegeluid
- Oververhitting
- Verse luchttoevoer (bv slaapkamers) / luchtafvoer (bv. keukens)
- Emissies materialen
- Handmatige naregeling wintertemperatuur
- Overcomplexe interfaces
- Daglichttoetreding
- Visueel comfort (LED verlichting)

Voorstel

Laten we STOPPEN met overfocus op energieprestatie en praten in termen van:

Wat we nodig hebben is:

GEZONDE ENERGIE NEUTRALE GEBOUWEN

HEALTHY NEARLY-ZERO ENERGY BUILDINGS

GENG:

(bijna) energieneutrale gebouwen die zijn (her)ontworpen en uitgevoerd/beheerd met systematische aandacht voor gezondheid en comfort gebouwgebruikers;
waarbij specifiek aandacht is voor uitdagingen i.r.t. o.a. installatiegeluid, oververhitting, verse luchttoevoer, luchtkwaliteit, temperatuurregeling, ergonomie interfaces, daglichttoetreding en visueel comfort verlichting

Verder lezen?

HEA-nZEB paper is te vinden in REHVA journal 3/2017, te downloaden via:
www rehva.eu

Editorial

Towards HEAnZEBs!

HEAnZEB

Recently, I was invited by a group of civil servants engaged in the update of the current Dutch EPB regulation based of the expected EPBD revision. My contact person asked me, beforehand, to focus my presentation on health and comfort of building occupants in nearly Zero Energy Buildings (nZEBs).

I started my presentation saying: 'I'm worried about this and I truly believe that it is high time that you start worrying about this too.' That maybe wasn't what they wanted to hear, but they asked for my honest and professional opinion which I was happy to share.

Which are my worries? Since the Paris Agreement, everybody seems to be interested in nothing but the energy performance of both existing and new buildings. I do see the need to fight global warming and drastically cut back on CO_2 emissions. There is no time to lose. However, during the last couple of years I have seen (and investigated) a lot of transformed and new buildings, (re)designed with an energy agenda that had unwanted and serious side effects.

For example, some problems that I have come upon in class A (A+) energy performing dwellings, schools and offices include: overheating in summer, underventilation in winter, severely limited daylight penetration, too noisy HVAC systems and overcomplicated climate controls. These are important issues, as a suboptimal

designed to improve the energy performance of (new or existing) buildings should consider indoor climate conditions in order to avoid possible negative effects 'such as inadequate ventilation'. It, furthermore, states that aspects like indoor air quality, adequate natural light and shading should be taken into account when (re)designing energy-efficient buildings.

The good news is that countries that want to ensure that the Indoor Environmental Quality of our future nearly Zero Energy Buildings is adequate can now find examples of IEQ performance criteria in FprEN 16798-1 (the upgraded version of EN 15251). This CEN standard presents requirements that can be used when one wants to avoid problems with overheating, underventilation, installation noise, etc.

Several articles in this special issue of REHVA Journal support the hypothesis that the health and comfort performance of buildings is as important as the energy performance. Authors from Europe, South-America, China and India explain that aspects like fine particle exposure, personal control options and sensor technology aimed at local IEQ improvement should be addressed too.

I ended my presentation with the Dutch EPBD recast group saying that, in my opinion, we should start to systematically create buildings that are *both* healthy and

bron: UN Studio

Interactieve discussie

Parallelsessie:
BENG en Gezondheid

bba binnenmilieu building health & comfort

Stelling 1

De BENG systematiek is te ingewikkeld

Stelling 2

BENG leidt tot installatie-intensieve gebouwen; wat weer leidt tot overcomplexe interfaces & bedieningsproblemen

Stelling 3

De gezondheidsprestaties van gebouwen zijn belangrijker dan de energieprestaties

Stelling 4

GENG is een leuk idee maar onbetaalbaar

Bedankt voor uw aandacht

www.binnenmilieu.nl

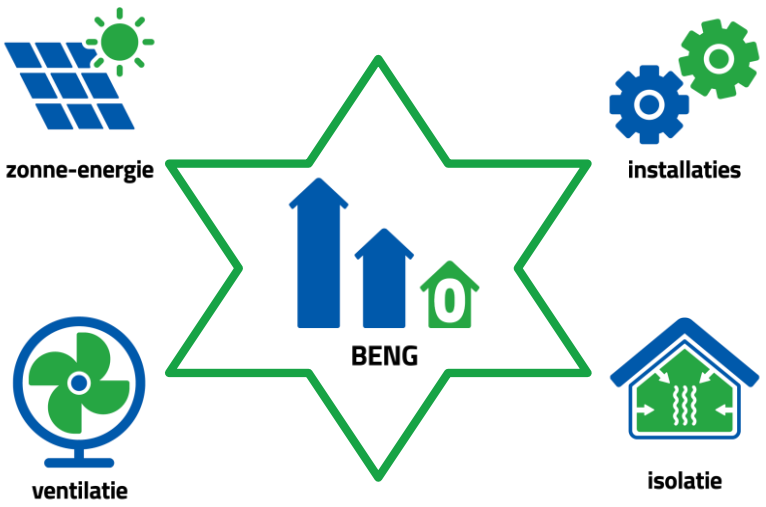
+31 (0)88 222 9494

Binnenmilieu innovatiedag 9 mei 2019

bba binnenmilieu building health & comfort

BENG 2020

dGmR



Ieke Kuijpers - van Gaalen 09-05-2019

Veranderingen per 2020

- Bepalingsmethode:
  - NTA 8800 i.p.v. NEN 7120
  - Één methode voor:
    - Woningbouw
    - Utiliteitsbouw
    - Bestaande bouw
    - Nieuwbouw
- Eisen:
  - Eisen op drie niveaus (BENG) i.p.v. de EPC

dGmR

3

Periode 2014 – heden: 'eerste ervaringen met BENG'

- In 2014 eerste verkenningen met BENG-indicatoren:
  - Op basis van NEN 7120
  - Geen eisen in Bouwbesluit – alles op vrijwillige basis
  - Voorgenomen eisen ('25/25/50') om ervaring mee op te doen
  - Voorgenomen eisen waren niet getoetst op kostenoptimaliteit
- Ervaringen:
  - BENG 1: discussies over effect van ventilatiesystemen in BENG 1
  - BENG 3: bij binnenstedelijke ontwikkelingen (hoogbouw) problematisch
- Deze ervaringen meegenomen:
  - In de ontwikkeling van de nieuwe methode (NTA 8800)
  - Bij de eisenstelling

dGmR

4

NTA 8800
&
BENG-indicatoren

dGmR

Wat is substantieel anders in NTA 8800 dan in NEN 7120?

- Gebaseerd op set Europese normen – geheel nieuwe 'motor':
  - O.a. nieuw klimaatjaar, berekening ventilatie fors gewijzigd, warmte/koude balans, distributieverliezen, etc.
- Beleidsmatige wijzigingen:
  - BENG 1 indicator andere berekeningswijze dan in NEN 7120: geen invloed meer van ventilatiesysteem in BENG 1
  - BENG 2: Primaire energiefactor van elektriciteit: van 2,56 → 1,45
  - BENG 3: andere berekeningswijze i.v.m. primaire energiefactoren & waardering van koude als hernieuwbare energiebron
  - TOjuli: oververhittingsindicator: eisen in Bouwbesluit
- Conclusie: volledig nieuwe resultaten!

dGmR

De drie (vier) BENG indicatoren

- **BENG 1**
  - Warmte en koudebehoefte per m^2 – in kWh/m^2
    - Schilindicator: Isolatie / infiltratie / oriëntatie / gebouwvorm / glaspercentage / thermische massa / zonwering
    - NIET: ventilatiesysteem / warmte en koudeopwekkers / PV

- **BENG 2:**
  - Primaire energiegebruik per m^2 – in kWh/m2
    - Bouwkundige maatregelen + installaties → lijkt op EPC methode

- **BENG 3:**
  - Aandeel hernieuwbare energie – in %
    - Warmtepompen, biomassa, PV, zonneboilers dragen bij aan aandeel hernieuwbare energie

- **TOjuli:**
  - Oververhitting

dGmR

7

BENG

Concept BENG-eisen

Woningbouw

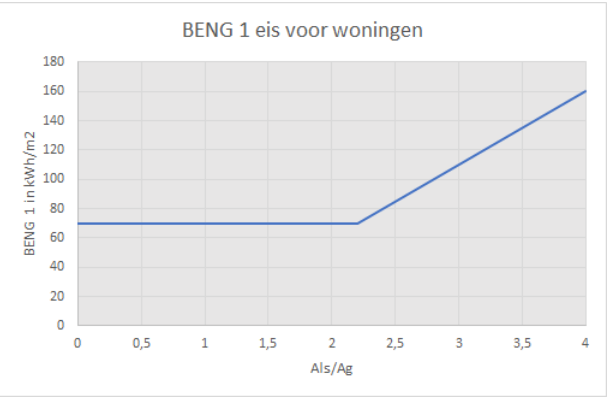
Vanaf 'ergens in' 2020 (niet 1-1-2020)

dGmR

8

Concept BENG-eisen voor woningen

- BENG 1
  - $A_{ls}/A_g \leq 2{,}2$: ≤ 70 kWh/m²
  - $A_{ls}/A_g > 2{,}2$: 70 + 50*(A_{ls}/A_g - 2,2)
- BENG 2
  - Grondgebonden woningen: ≤ 30 kWh/m²
  - Woongebouwen: ≤ 50 kWh/m²
- BENG 3
  - Grondgebonden woningen: ≥ 50%
  - Woongebouwen: ≥ 40%



- Utiliteitsbouw: eisen per gebruiksfunctie
- Internetconsultatie t.a.v. voorstel Bouwbesluitwijziging heeft plaatsgevonden → kan nog leiden tot aanpassing van de eisen

dGmR

9

Stappenplan voor een BENG woning

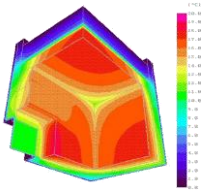
BENG

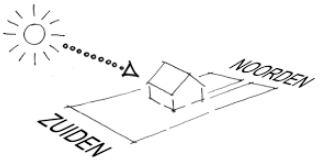
dGmR

10

Stap 1: zo laag mogelijke energiebehoefte

Basis:
- Compact!
- Goede isolatie (gevel/dak en beglazing)
- Lage infiltratie
- Aandacht voor zon (oriëntatie) en zonwering
- Thermische massa
- Zomernachtventilatie
- Aandacht voor oververhitting! (vierde indicator)





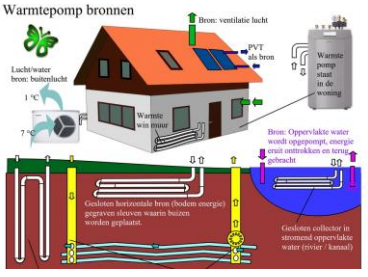
dGmR

11

Stap 2: een efficiënte installatie & hernieuwbare energie

Basis:
- Efficiënte opwekker verwarming en tapwater, zo mogelijk met een <u>hernieuwbare</u> energiebron
- Efficiënt ventilatiesysteem
- Geen actief koelsysteem
- Evt. aanvullen met PV-panelen t.b.v. eis hernieuwbare energie

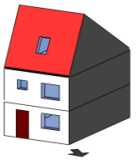
Bijvoorbeeld:
- Ventilatie:
  - Balansventilatie met WTW (en CO_2-regeling)
  - Mechanische afvoer + CO_2-regeling
- Verwarming + tapwater:
  - Warmtepomp (bodem of lucht)
  - Houtpellet/bio ketel
  - Externe warmtelevering
  - HR-combi → ivm gasloos bouwen niet (meer) mogelijk



dGmR

12

Referentiewoningen

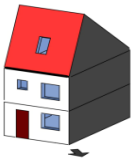


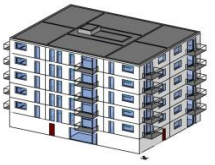
	Tussenwoning	Vrijstaande woning	Woongebouw
Gebruiksoppervlak	110	181	3036
Verliesoppervlak	152	387	2808
A_{ls}/A_g	1,38	2,14	0,92
Raampercentage	28%	24%	32%
Aantal woningen	-	-	33

dGmR

13

BENG 1: effect van pakketten per woningtype





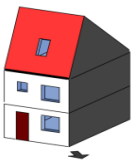
Massieve bouw	28% glas	24% glas	32% glas
Isolatie BB, HR++ glas, geen zonwering	Ca. 46 kWh/m²	Ca. 68 kWh/m²	Ca. 48 kWh/m²
Passief bouwen met zonwering	Ca. 36 kWh/m²	Ca. 49 kWh/m²	Ca. 37 kWh/m²
HSB	**Ca. 55% glas**	**Ca. 50% glas**	**Ca.60% glas**
Isolatie BB, HR++ glas, geen zonwering	Ca. 70 kWh/m²	Ca. 125 kWh/m²	Ca. 73 kWh/m²
Passief bouwen met zonwering	Ca. 60 kWh/m²	Ca. 100 kWh/m²	Ca. 60 kWh/m²

dGmR

14

Concepten die voldoen aan de (concept) eisen BENG 1, 2 en 3

Referentiewoningen met als uitgangspunten:
- Massieve bouw - R_c 3.5/4.5/6 - HR^{++} glas
- Ventilatiesysteem: mechanisch met CO_2 sturing of balansventilatie met 95% WTW
- Buitenzonwering (m.u.v. de woning met bodem WP (i.v.m. vrije koeling)
- Douche WTW



installatieconcept	Aantal panelen PV nodig voor BENG eis	Aantal panelen PV nodig voor BENG eis	EPC NEN 7120
Combiketel gas	10	22	0,07 - 0,15
Warmtepomp bodem	0	0	0,33 - 0,40
Warmtepomp buitenlucht	2	3	0,33 - 0,40
Stadsverwarming	8	16	0,12 - 0,18
houtpelletketel	4	9	0,22 - 0,26

dGmR

15

Belangrijkste conclusies

- Overstap naar kWh/m² indicator i.p.v. EPC:
  - Principe wordt ‘de vervuiler betaalt’ (vrijstaand versus tussenwoning)
- BENG 1
  - de architect aan zet!
- BENG 2 & 3
  - haalbaar met bekende concepten voor warmtepompen (zonder PV)
  - bij andere concepten zorgt BENG 3 eis veelal tot inzet van PV
- Oververhitting
  - Terecht aandachtspunt
  - eis nog niet bekend

dGmR

16

binnenmilieu innovatiedag 2019

een kijkje achter de schermen bij bba binnenmilieu (mede mogelijk gemaakt door DGMR)

Parallelsessie ronde 1
1.3 – Clo-jen met thermisch comfort
Ep Marinus & Hans Bosch

bba binnenmilieu
building health & comfort

Binnenmilieu innovatiedag 9 mei 2019

bba binnenmilieu building health & comfort

Clo-jen met thermisch comfort

Binnenmilieu innovatiedag 2019
9 mei 2019

bba binnenmilieu building health & comfort

Programma

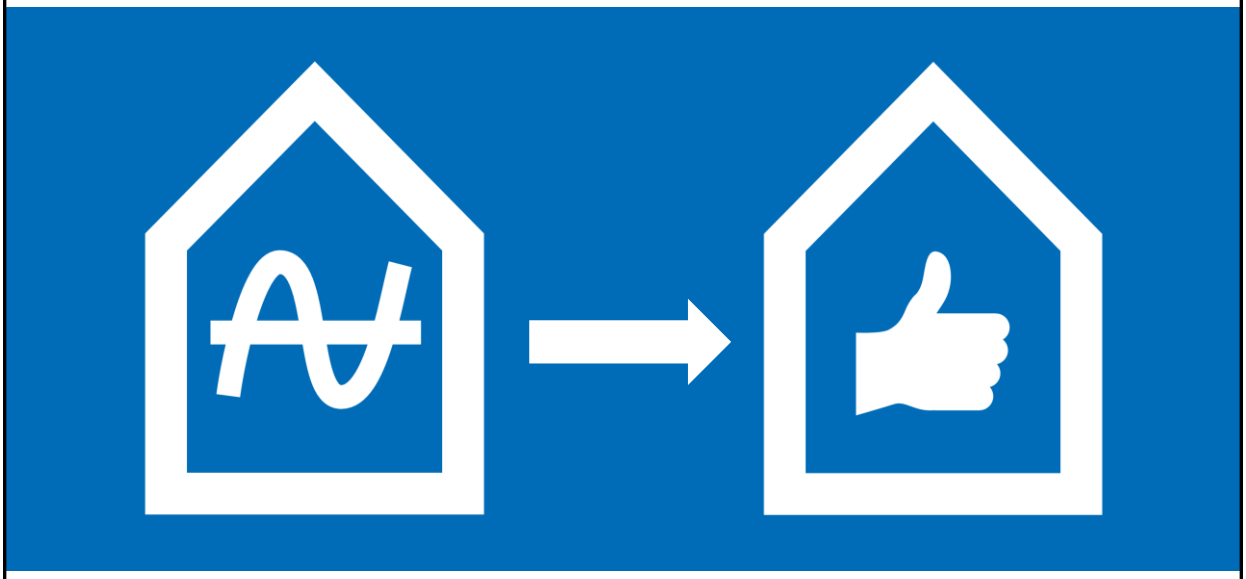
- Hans Bosch, DGMR Bink software
- Ep Marinus, BBA binnenmilieu
- Discussie

- Moderator: Marcel Loomans, TU Eindhoven

3

Van ontwerp naar gebruik

Dynamische Simulatie: Garantie voor een goed Binnenmilieu

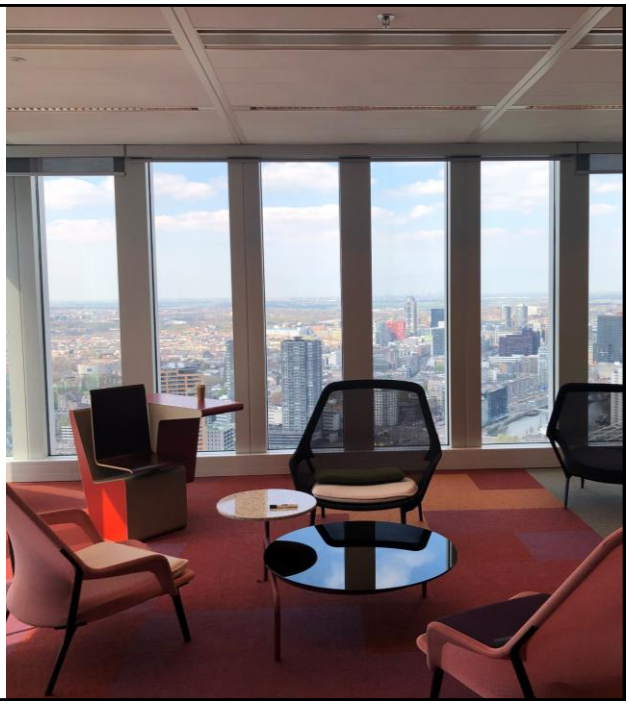


Hans Bosch hbc@dgmr.nl 09 mei 2019

Dynamische Gebouwsimulatie

Definitie:

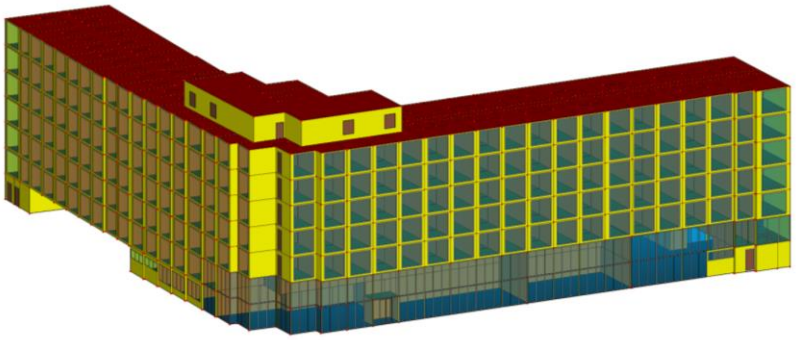
‘Een dynamische gebouwsimulatie, in de breedste zin, is een computersimulatie van (een deel van) een gebouw die rekening houdt met fluctuerende randvoorwaarden en niet stationaire fysische fenomenen’ (Parys)



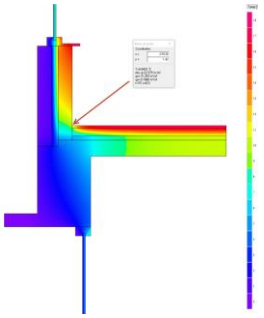
6

Dynamische Gebouwsimulatie

Simulatie op gebouwniveau



en gebouwdetailniveau



Het inschatten van de te verwachten prestaties van een gebouw op:
- Warmte- en koelvraag (ontwerpen van installaties)
- Energiegebruik, en bijbehorende kosten
- Binnenklimaat en comfort

Groot voordeel, effecten van varianten kunnen beoordelen

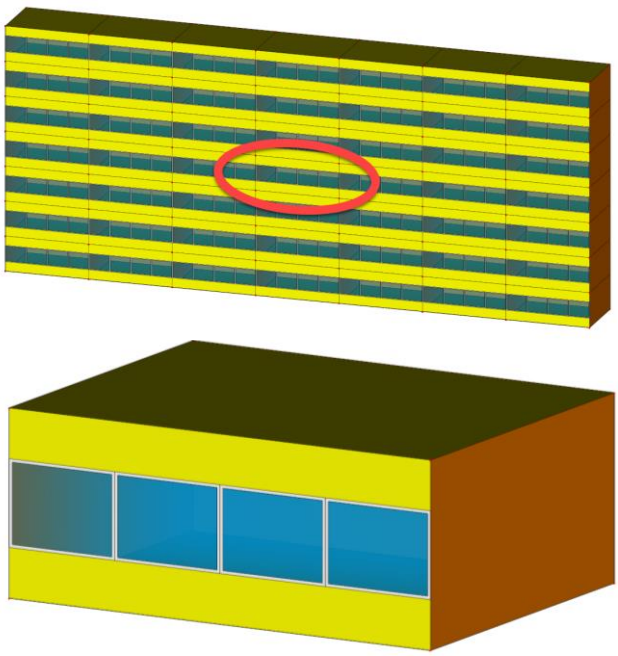
Modelleer en gebruik software voor het onderdeel dat je wil detailleren

7

Dynamische Gebouwsimulatie

Enkele 'praktijkinvloeden' die veel invloed hebben op resultaten:

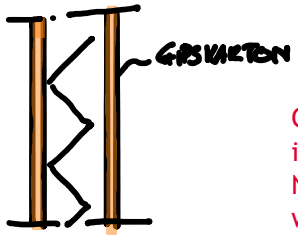
- Opbouwvolgorden van constructies (accumulatie)
- Beglazing
- Nachtventilatie
- Verschillende klimaten
- Afmeting van ruimten
- Effect van begrenzing van ruimten
- Clo-waarden



8

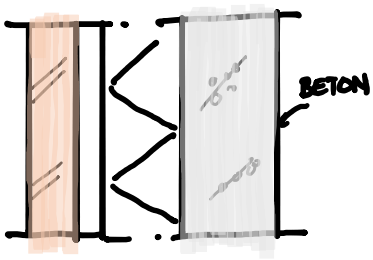
Constructies

Lichte constructie



Constructies werkelijk per laag invoeren.
Niet kiezen op basis van een R_c waarde uit een bibliotheek

Zware Constructie

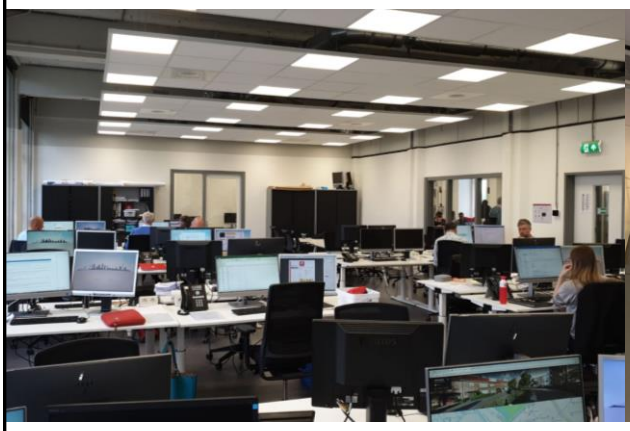


Ruimte	Ti;gem [°C]	Ti;max [°C]	Q+;bas;tot [kWh]	Q+;bas;max [kW]	Q-;bas;tot [kWh]	Q-;bas;max [kW]
kantoor licht	24,92	35,5	30,0	1,19	-2068	-3,5
kantoor zwaar	24,64	32,2	25,1	1,34	-2127	-5,5

9

Constructies

Open Plafonds



Gesloten Plafonds

Ten minste 20% open

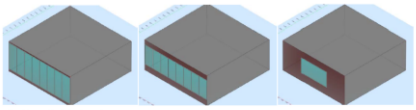
Gunstige effecten op hoogte binnentemperatuur, snel verdiend: RISICO: Akoestisch klimaat (Galm)

10

Constructies

Tripple glas Energiezuinig?

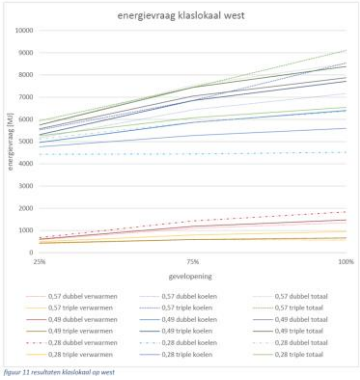
Voor kantoren en scholen (vooral ruimten met een hoge interne warmtelast)
- Minder energie voor verwarmen
- Minder 'zware' installatie om te verwarmen
- Veel meer energie nodig om te koelen
- Bij niet actief koelen: Hogere binnentemperaturen buiten stookperiode



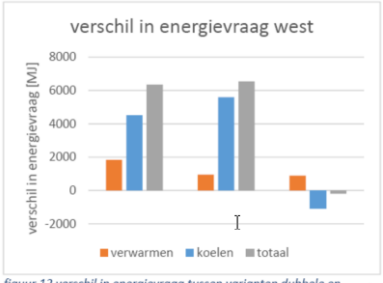
afbeelding 7 klaslokaal gevelopening 100%, 75% en 25%

tabel 10 invoergegevens klaslokaal

geometrie	7,2m x 7,2m x 3,0m
oppervlakte	BVO 52m²
interne last – personen	30 personen à 45W, 1 à 90W
interne last – apparatuur	10W/m² / licht 10W/m²
zonwering	automatisch neer bij zoninstraling >150W/m²
glasoppervlakte – 25%)	4,26m²
glasoppervlakte – 75%	12,80m²
glasoppervlakte – 100%	17,55m²
R_c-waarde dichte gevel	10m²K/W
U_g (dubbele beglazing)	1,0 W/m²K
U_g (drievoudige beglazing)	0,6 W/m²K
g-waarde	0,28, 0,49 en 0,57
oriëntatie	noord en west



figuur 11 resultaten klaslokaal op west



figuur 12 verschil in energievraag tussen varianten dubbele en drievoudige beglazing met g=0,28

ko

F. Koetsenruyter, een kritische kijk op 3-voudige beglazing, afstuderen Hogeschool Rotterdam

Ventilatie

Nachtventilatie

Positief effect op klimaat wanneer er veel massa aanwezig is in het gebouw.

Voordeel: Minder hoge temperaturen, minder koelvermogen, minder koelenergie

Ruimte	Ti;gem [°C]	Ti;min [°C]	Ti;max [°C]	Q+;bas;tot [kWh]	Q+;bas;max [kW]	Q-;bas;tot [kWh]	Q-;bas;max [kW]	Q-;LBK;tot [kWh]	Q+;LBK;tot [kWh]	Q+;ev [kWh]	Q-;ev [kWh]
kantoor zwaar	25,07	18,36	32,32	13	1,116	-2338	-5,943	-8	35	0	0
kantoor zwaar nacht	24,82	18,36	31,51	13	1,116	-2001	-5,104	-8	35	0	0

Nadeel:
- Installatie moet wel 4x zo hard ventileren (meer energiekosten),
- Geluidsproductie van systeem (zeker in bebouwde omgeving)
- Kosten: leidingen vervuiling, ventilatoren slijtage, eerder vervangen filters)

Klimaten

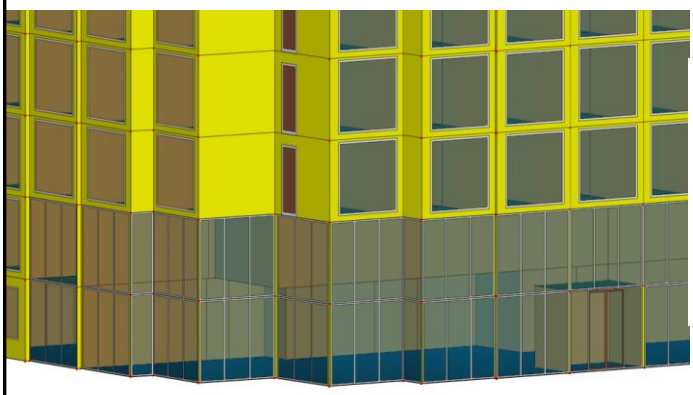
Klimaat	
Klimaat 64/65	Wordt nog steeds toegepast: is zwaar verouderd. Leidt tot lagere vermogens en lager binnentemperaturen (temperatuur-overschrijding)
Klimaat 1995	Verouderd, geeft wel hogere temperaturen in zomer
RA2008EN	Voor beoordeling energiebehoefte
RA2008T1	1% overschrijdingskans (FRISSE SCHOLEN 2012)
RA2008T2	2% overschrijdingskans
RA2008T5	5% overschrijdingkans. Bepaling TO/ATG (PVE Gezonde kantoren TVVL 2018)
NEN5060 EN 2018	Voor beoordeling energiebehoefte, hogere temperaturen in Winter en Zomer, actuelere klimaten
NEN5060-1% 2018	1% overschrijdingskans Voor beoordeling TO/ATG, advies om toe te passen voor Frisse scholen. Installatie met grootste vermogen (extra kosten)
NEN5060-5% 2018	5% overschrijdingskans. Voor beoordeling TO/ATG.

Het gekozen klimaat heeft zeer veel invloed op de eindresultaten.

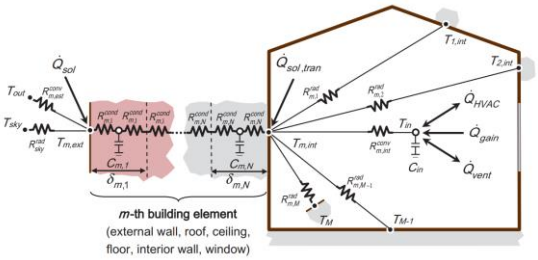
13

Afmeting ruimten

Gebouwmodel geeft een indruk van de werkelijkheid



Maar voor een computer een wiskundig/natuurkundig model.

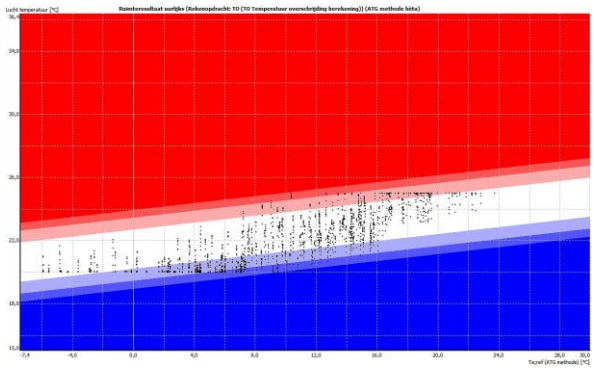


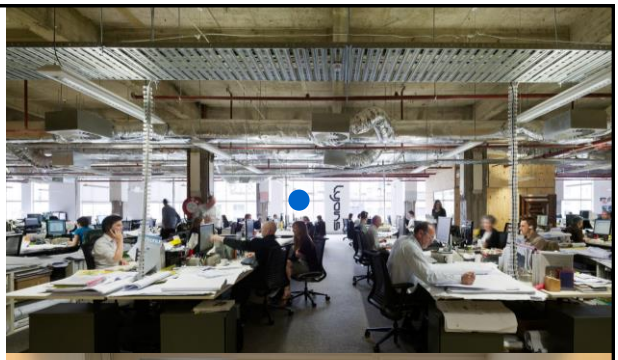
A. Buonomano, A. Palombo / Applied Energy 113

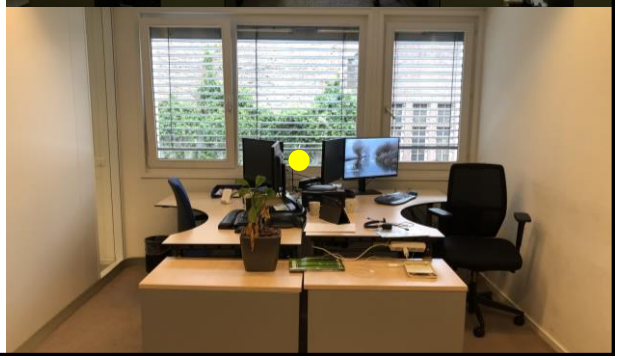
14

Afmeting ruimten

M.b.t. beoordeling comfort: beoordeling van 1 temperatuur





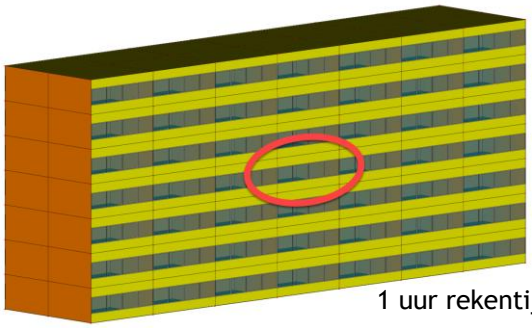


15

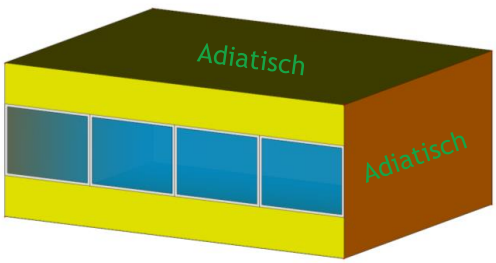
Effect van begrenzing van ruimten

Zomaar een gebouw vereenvoudigen tot 1 ruimte, of een paar ‘maatgevende’ ruimten beoordelen kan aanzienlijke afwijkingen geven.

Ruimte	Ti;max [°C]	Q+;bas;tot [kWh]	Q+;bas;max [kW]	Q-;bas;max [kW]
(53) kantoor	22,6113099	4869,152115	7,696804346	-9,15481396
kantoor zwaar	26,75752278	6526,469622	14,51563118	-21,6117822



1 uur rekentijd



1 minuut rekentijd

16

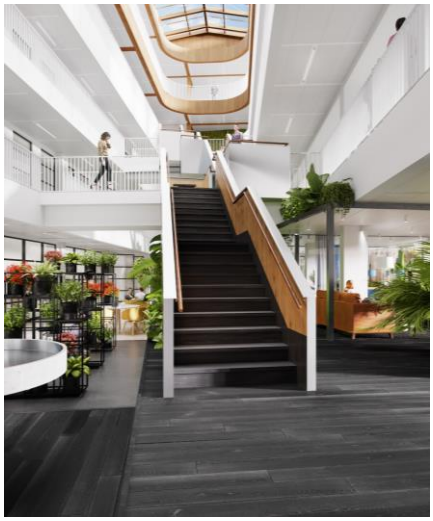
bba binnenmilieu building health & comfort

Invloed van kleding en activiteit op het thermisch comfort

Ing. Ep Marinus

bba binnenmilieu

Thermal Comfort Tool	
Standaard kantoor	
Op. temp	25,4 °C
V	O,1 m/s
RV	50 %
MET	1,1
CLO	0,5
PMV	0
PPD	5%
Beleving	neutraal

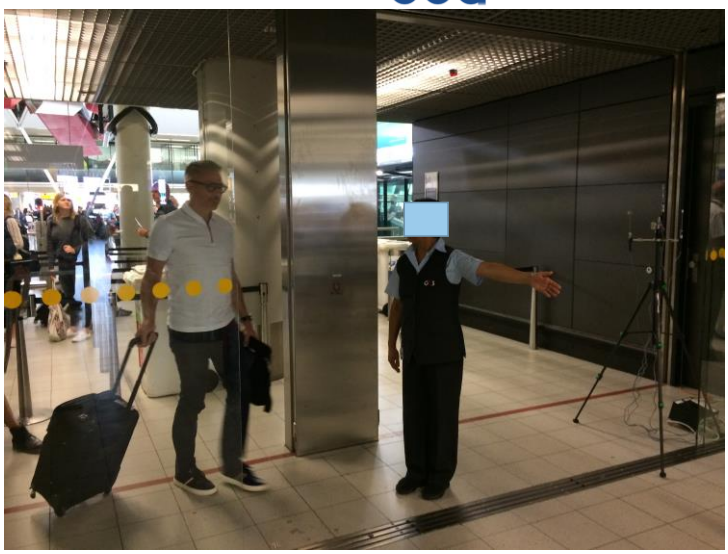


Het verhaal van Jan Klomed

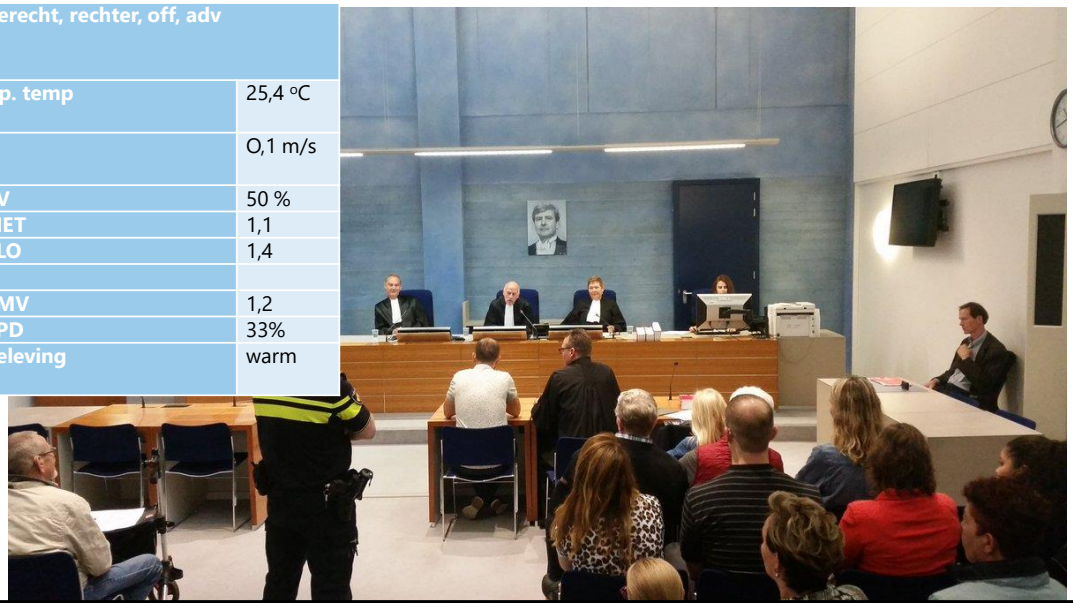
Thermal Comfort Tool	
Cleanroom	
Op. temp	18 °C
V	O,1 m/s
RV	50 %
MET	1,1
CLO	1,7
PMV	0,1
PPD	5%
Beleving	neutraal

Thermal Comfort Tool	
Cleanroom logistiek	
Op. temp	18 °C
V	O,1 m/s
RV	50 %
MET	1,8
CLO	1,7
PMV	0,8
PPD	20%
Beleving	warm

havaianas



Thermal Comfort Tool	
Gerecht, rechter, off, adv	
Op. temp	25,4 °C
V	O,1 m/s
RV	50 %
MET	1,1
CLO	1,4
PMV	1,2
PPD	33%
Beleving	warm



Gasten van de Nederlandse Staat

PIW-er

arbeid

Thermal Comfort Tool	
Wasserij gedetineerde	
Op. temp	20,2 °C
V	O,1 m/s
RV	75 %
MET	1,8
CLO	0,5
PMV	0
PPD	5%
Beleving	neutraal

Thermal Comfort Tool	
Wasserij PIW	
Op. temp	20,2 °C
V	O,1 m/s
RV	75 %
MET	1,2
CLO	1,2
PMV	0,1
PPD	5%
Beleving	neutraal

bba binnenmilieu

Thermal Comfort Tool	
Fitness gedetineerde	
Op. temp	20,2 °C
V	O,1 m/s
RV	50 %
MET	3,8
CLO	0,5
PMV	2
PPD	78%
Beleving	warm

Thermal Comfort Tool	
fitness PIW	
Op. temp	20,2 °C
V	O,1 m/s
RV	50 %
MET	1,2
CLO	1,2
PMV	0,1
PPD	5%
Beleving	neutraal

Stelling 1

- Gebouwsimulatie is een perfect middel om een beeld te krijgen over het energiebehoefte en het te verwachten binnenklimaat.

Stelling 2

- Gebouwsimulatie is een eerste stap in het optimaliseren van installaties: voorkomt over- en onderdimensionering van installaties

Stelling 3

- Gebouwsimulatie is een ‘vak’, niet een berekening om ‘er even bij te doen’.

Stelling 4

- Het activiteitenniveau bepaalt voor een belangrijk deel het thermisch comfort

Stelling 5

- Voor de inrichting van het thermisch comfort moet men rekening houden met de verplichte (niet beschermende) kleding

Stelling 6

- Rekening houden met ander gebruik van ruimte door gebruiker, is het goed vaststellen van de randvoorwaarden een must.

Vragen?

binnenmilieu innovatiedag 2019

een kijkje achter de schermen bij bba binnenmilieu (mede mogelijk gemaakt door DGMR)

Parallelsessie ronde 2
2.2 – Big data & binnenmilieu sensornetwerken

Arjen Raue & Ron Maas

bba binnenmilieu
building health & comfort

Binnenmilieu innovatiedag 9 mei 2019

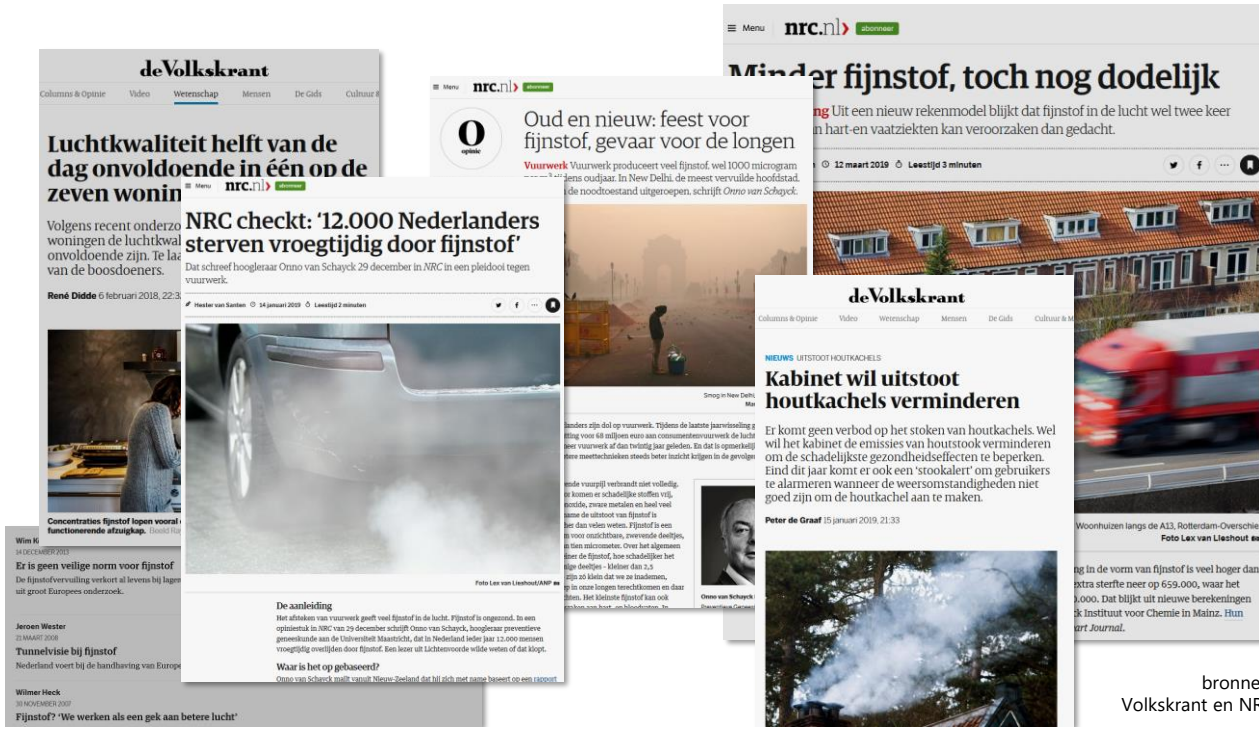
Sensornetwerken in het binnenmilieu

Arjen Raue

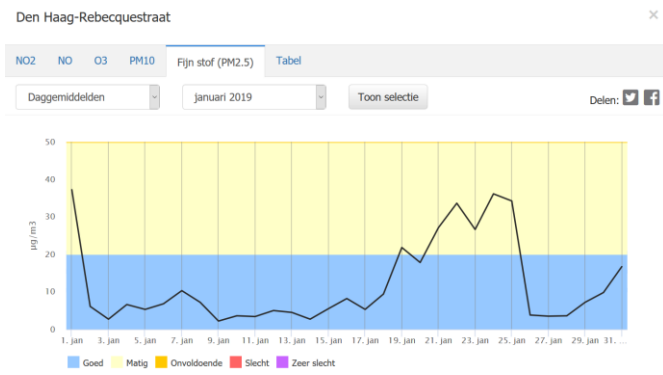
ar-bba@binnenmilieu.nl 9 mei 2019

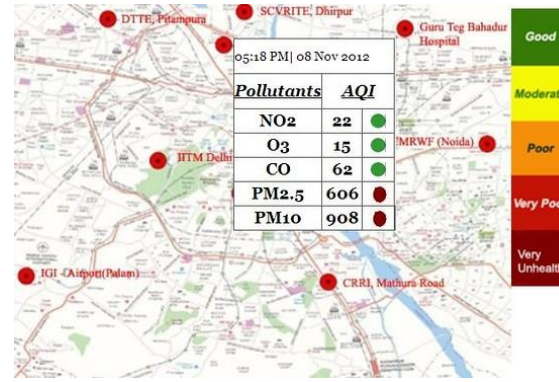
Building In Use-methode

1. klachteninventarisatie
2. risicofactoren
3. voorlopige diagnose
4. technische inspecties
5. **metingen**
6. definitieve diagnose
7. maatregelen
8. terugkoppeling



bronnen:
Volkskrant en NRC



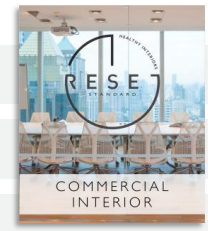


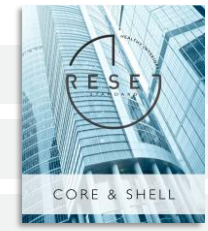
RESET™ Air STANDARD for Commercial Interiors v2.0

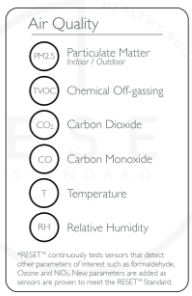
RESET™ Air STANDARD for Core & Shell v2.0

RESET™ Air STANDARD for Accredited Monitors v2.0

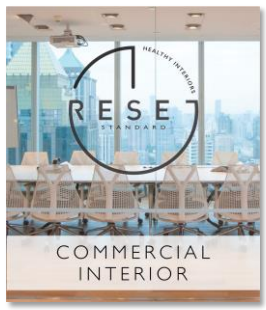
RESET™ Air STANDARD for Accredited Data Providers v2.0

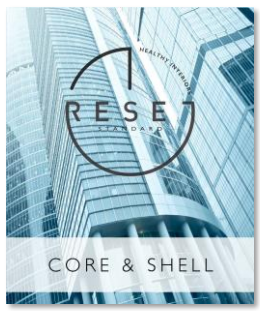






Arjen Raue
bba binnenmilieu, The Netherlands
London,UK

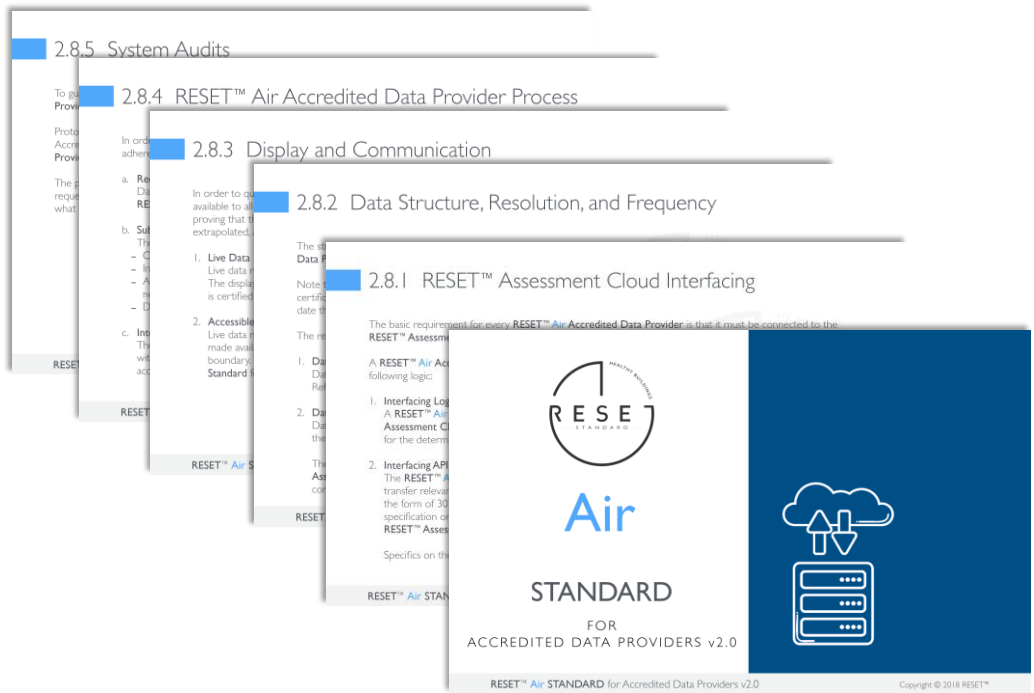




2.6.2 Basic Requirements

All **RESET™ Air Accredited Monitors** must fulfill the following Basic Requirements as outlined below:

			Grade A	Grade B	Grade C
a	Interfaces with RESET™ Assessment Cloud		Required	Required	N/A
b	Data Output Interval	min	1	5	10
c	Data Loss	%	1	10	N/A
d	Operating Range for Temperature	°C	0 - 50	0 - 40	0 - 40
e	Operating Range for Relative Humidity	%RH	5 - 95 non-condensing	10 - 85 non-condensing	5 - 50 non-condensing
f	Installation Options		Permanent Option	Permanent Option	N/A
g	Calibration Report		Required	Required	Required



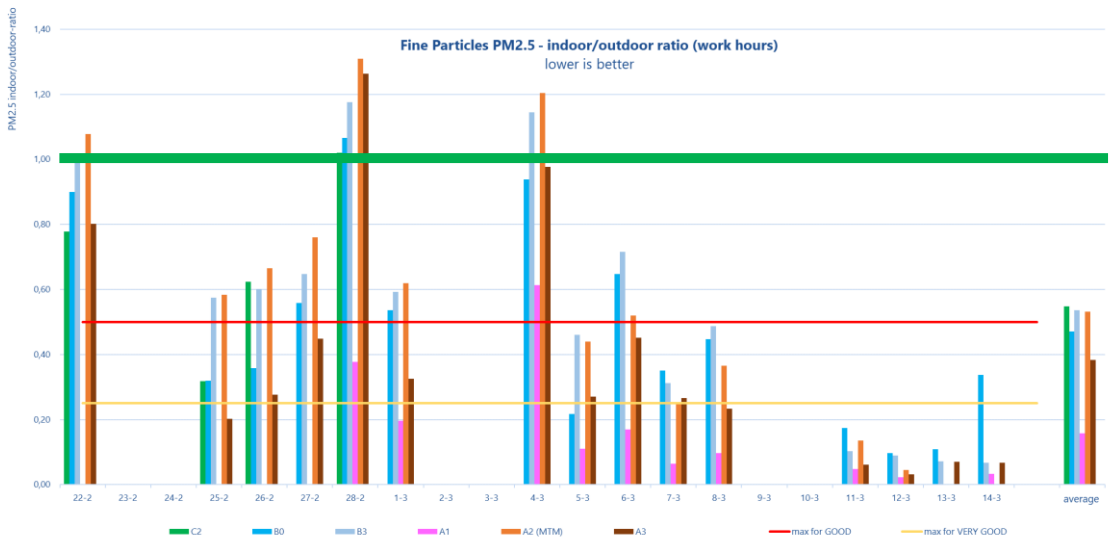
THE WELL BUILDING STANDARD

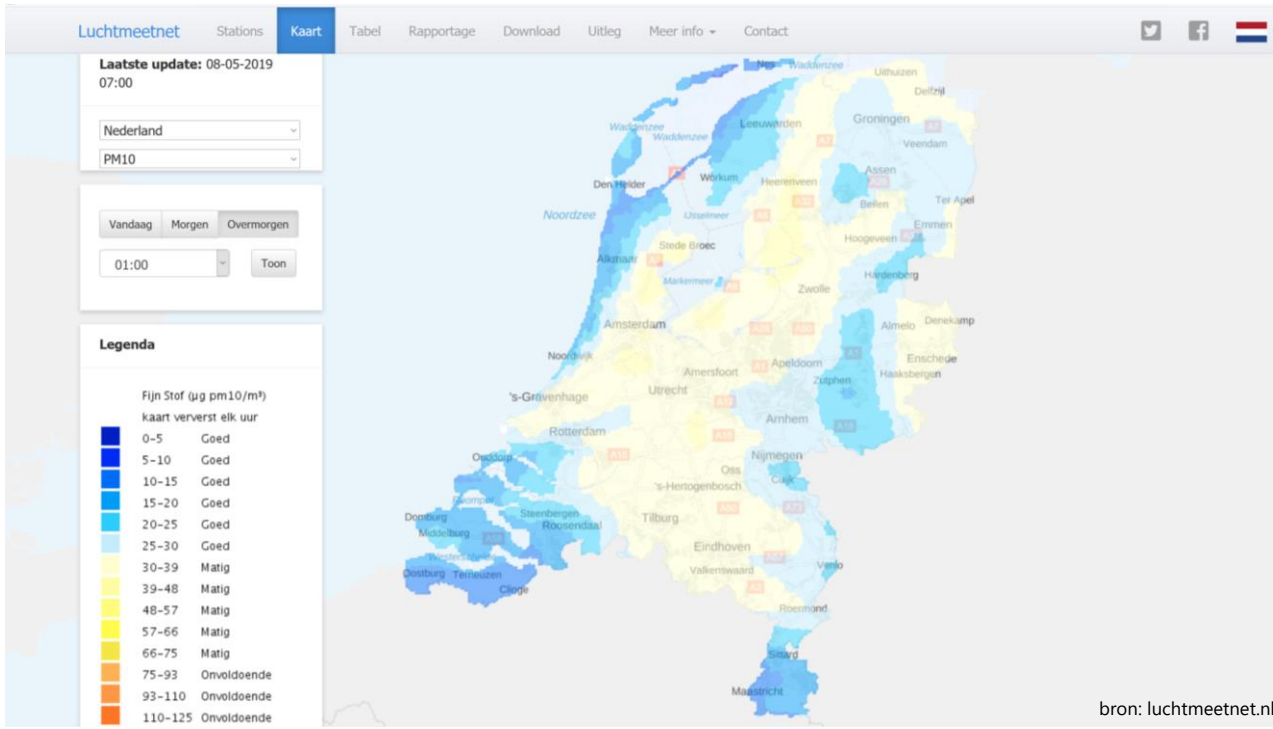
1,670 projects encompassing over 366 million square feet are applying WELL across 50 countries.

Explore projects

2.2 million +

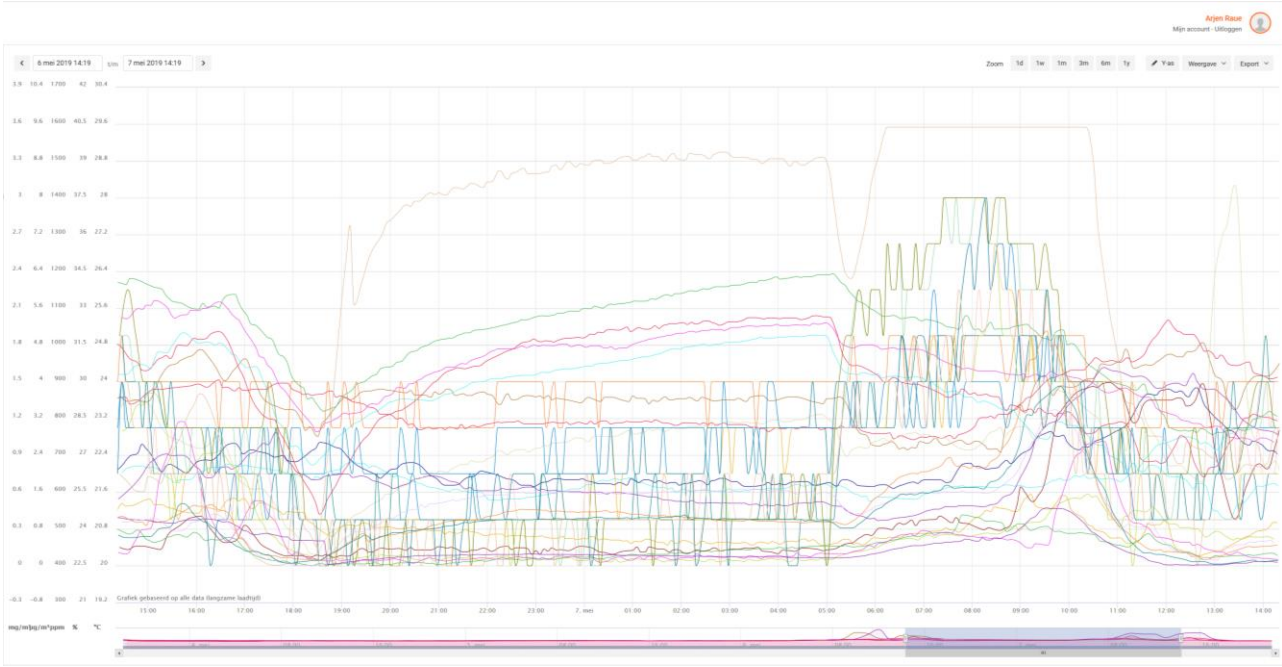
square feet is LEED certified every day with more than 90,000 projects using LEED.

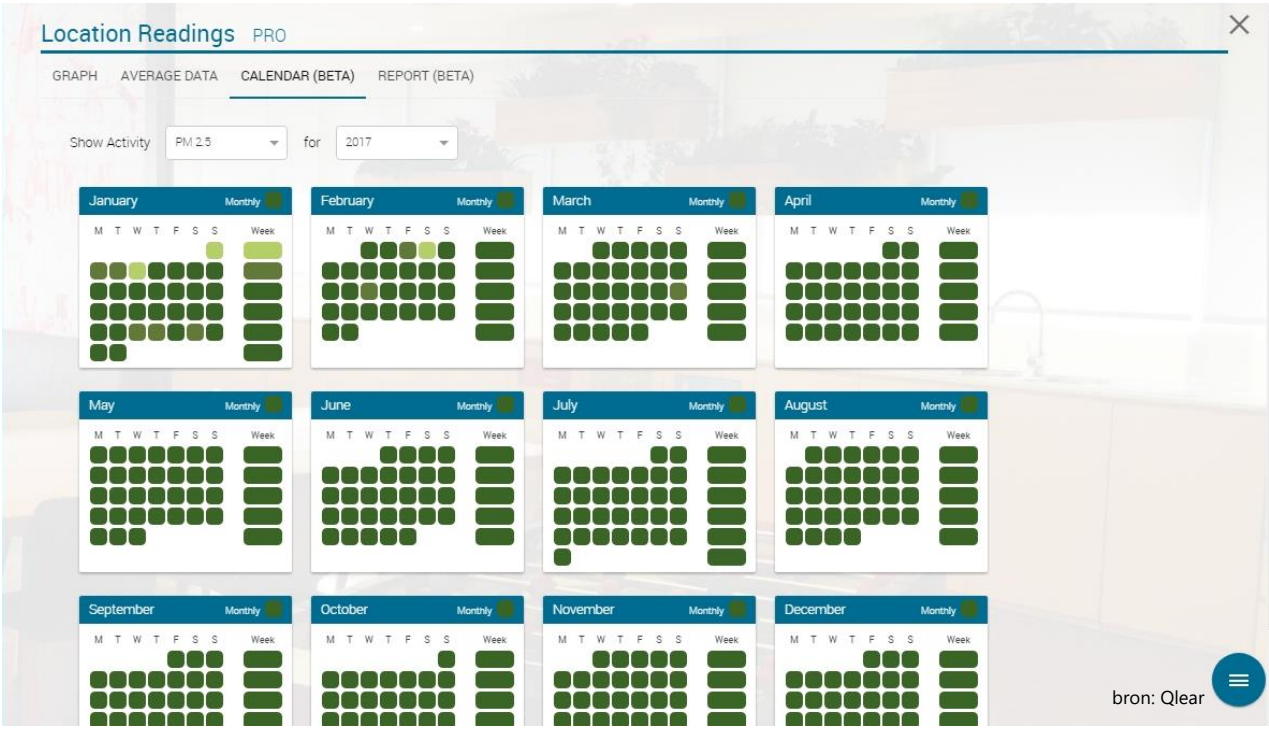




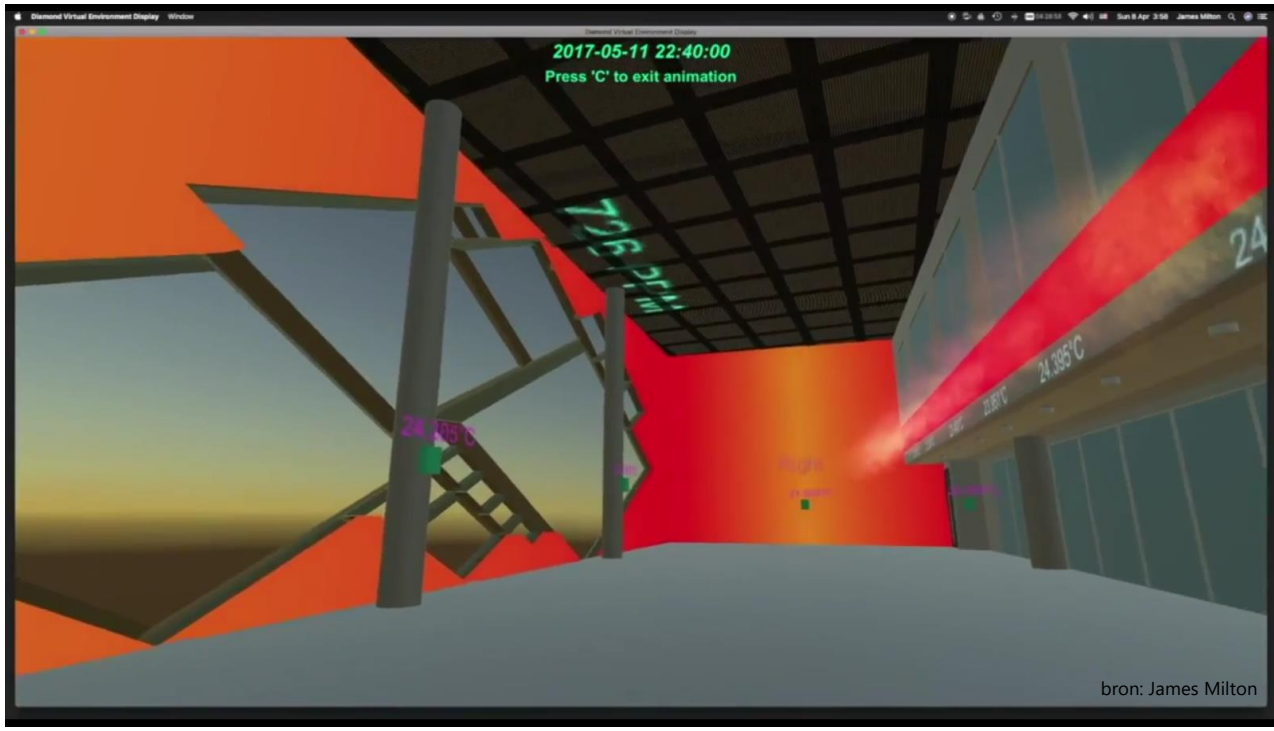
bron: luchtmeetnet.nl

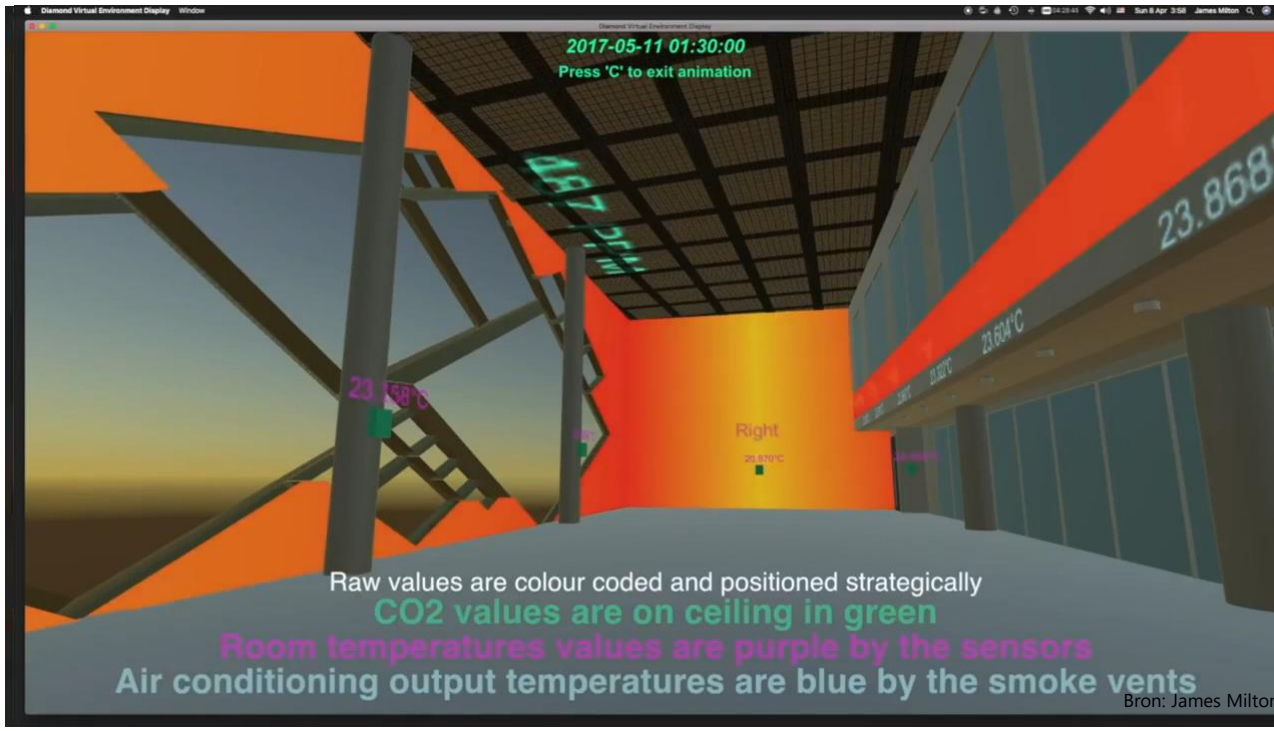
bba
binnenmilieu




Location Readings PRO
GRAPH
AVERAGE DATA
CALENDAR (BETA)
REPORT (BETA)
Show Activity
PM 2.5
for
2017
January
February
March
April
May
June
July
August
September
October
November
December
Monthly
Week
M T W T F S S

bron: Qlear


2017-05-11 22:40:00
Press 'C' to exit animation
bron: James Milton


2017-05-11 01:30:00
Press 'C' to exit animation
Raw values are colour coded and positioned strategically
CO2 values are on ceiling in green
Room temperatures values are purple by the sensors
Air conditioning output temperatures are blue by the smoke vents
Bron: James Milton

Sensornetwerken in het binnenmilieu

Arjen Raue

ar-bba@binnenmilieu.nl 9 mei 2019

binnenmilieu innovatiedag 2019

een kijkje achter de schermen bij bba binnenmilieu (mede mogelijk gemaakt door DGMR)

Parallelsessie ronde 2
2.3 – Bouwen op belaste locaties
Froukje van Dijken & Emile Revier

bba binnenmilieu
building health & comfort

Binnenmilieu innovatiedag 9 mei 2019

bba binnenmilieu building health & comfort

bba binnenmilieu building health & comfort

Belaste locaties: invloed op het binnenmilieu

ir. Froukje van Dijken

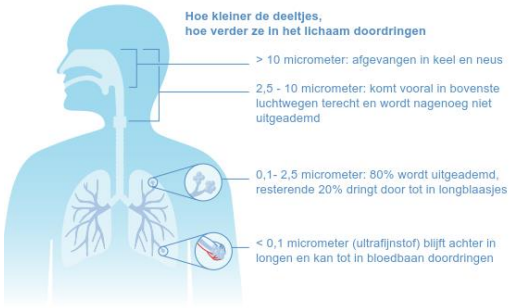
Stel u voor: u woont hier...

Ook nieuwbouw op belaste locaties

Gezondheidseffecten belaste locaties

- Luchtwegklachten
- Hart- en vaatziekten
- Verstoring van slaap

- Verminderde levensverwachting

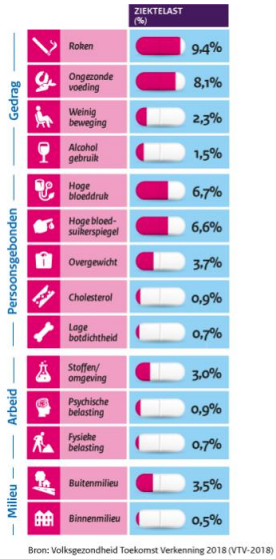


Bron: Gezondheidsraad

Omvang van het probleem (RIVM)

- Ongunstige milieu-omstandigheden zijn verantwoordelijk voor 4,0% van de totale ziektelast in Nederland.
  - *3,5% buitenmilieu: luchtverontreiniging (fijn stof, stikstofdioxide), UV-straling en geluid*
  - *0,5% binnenmilieu*

- In Nederland leven we gemiddeld **1 jaar korter** door blootstelling aan fijnstof (PM2,5).

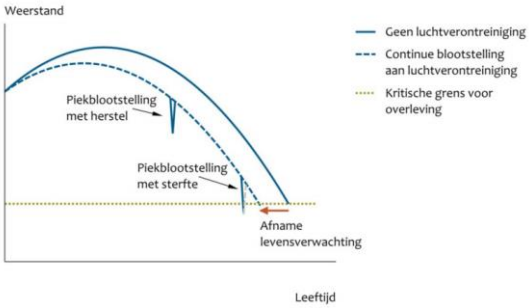


Bron: Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2018 (VTV-2018)

Omvang van het probleem (RIVM)

Luchtkwaliteit:

- In Nederland leven we gemiddeld **1 jaar korter** door blootstelling aan fijnstof (PM2,5).
- Stof waarschijnlijk altijd schadelijk: Er is geen drempelwaarde voor de gezondheidseffecten van fijnstof aangetoond.



Bron: Milieubalans, 2008

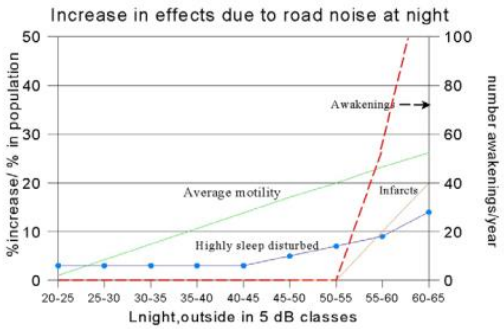
Risicogroepen luchtkwaliteit

- Hoog blootgestelde groepen: wonen of werken op plaatsen met verontreinigde buitenlucht
- Hoog gevoelige groepen: verhoogde gevoeligheid door bijv. leeftijd of aandoening

Omvang van het probleem (RIVM)

Geluid:

- Van circa **1,5 miljoen mensen** wordt de slaap ernstig verstoord door het **wegverkeer** in Nederland.
- Zo'n **130.000 mensen** hebben ernstige hinder van **spoorweglawaai**.



Bron: European Centre for Environment and Health (2007)

Relatie met binnenmilieu

+

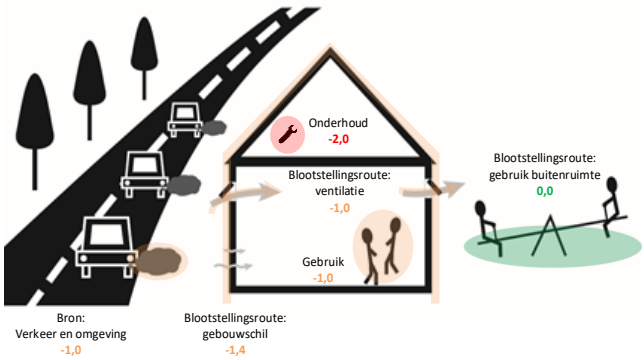
Niet wachten op gezondere buitenlucht, maar nu maatregelen nemen om blootstelling binnen te verminderen

Recente projecten

bba binnenmilieu

Risicofactoren luchtkwaliteit

- Bronnen in de omgeving
- Blootstellingsroutes:
  - *Gebouwschil*
  - *Ventilatie*
  - *Buitenruimte*
- Gebruik
- Onderhoud



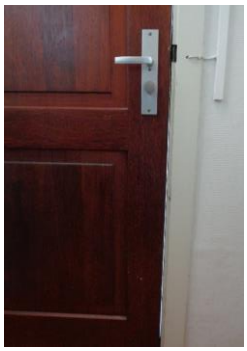
Bronnen in de omgeving

- Verkeersintensiteit
- Aandeel vrachtverkeer
- Filevorming
- Bomenfactor
- Hoogte bebouwing / breedte van de weg (canyon)

- Andere bronnen
  - *bijv. industrie, bushalte voor de deur*

Gebouwschil

- Plaats ingang / tochtsluis
- Plaats spuivoorzieningen
- Bouwkundige aansluitingen (kieren/naden)
- Afstelling te openen delen
- Kwaliteit dichtingen
- Doorvoeringen / roosters



Ventilatie

- Natuurlijke luchttoevoer
- Mechanische luchttoevoer

- Plaats buitenluchtaanzuig
- Filters
  - *Type*
  - *Plaatsing*
  - *Controlemogelijkheden*
  - *Onderhoud*

Buitenruimte

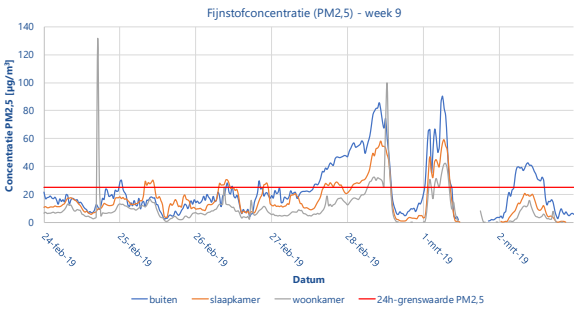
- Ligging
  - Straatzijde / verkeersluwe zijde
  - Afstand van de weg
- Gebruik

Gebruik en onderhoud

- Bewustzijn buitenluchtkwaliteit
- Gebruikstijden
- Gebruik te openen ramen
  - *mogelijkheden temperatuurbeheersing*
- Filtervervanging
- Controle te openen delen (rubbers etc)

Duurmetingen fijnstof

- Indoor/outdoor-ratio
- Sensornetwerken (Arjen Raue)



Belangrijkste maatregelen

- Houd afstand! Bouw niet op belaste locaties.

En als er toch gebouwd wordt:
- Zuig verse lucht aan vanaf de schoonste locatie
- Plaats goede filters (tweetrapsfiltering)
- Stel hoge eisen aan de gevel
  - *Geluidwering*
  - *luchtdichtheid*
- Voorzie het gebouw van koeling (dan hoeven de ramen niet open)

Onderzoek fijnstofreductie

Doel:
- inzichtelijk maken met welke maatregelen de Indoor-Outdoor ratio (I/O ratio) voor fijnstof positief beïnvloeden

- Kantoren, scholen, woningen
- Start 2019

Voor meer informatie:

ir. Froukje van Dijken
fd-bba@binnenmilieu.nl
088-2229494