

BBA **TU/e** Technische Universiteit Eindhoven University of Technology

Bouwfysica Kennisdag NVBV
14 juni 2017

Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat: effect op comfort, gezondheid & productiviteit

dr.ir. Atze Boerstra

Where Innovation starts



Personal Control over Indoor Climate in Offices
Impact on Comfort, Health & Productivity

Atze Christian Boerstra

bouwstenen 222



TU/e Technische Universiteit Eindhoven University of Technology **BBA**

HOE HET BEGON...



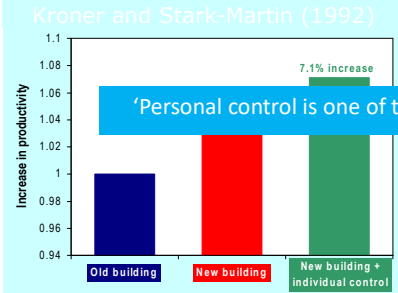
IN AUTO'S BIJNA NOOIT BINNENKLIMAATKLACHTEN, HOE ZIT DAT?

2 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

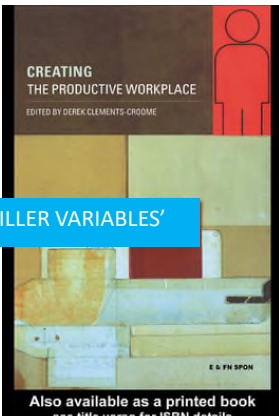
NOG EEN 'TRIGGER' MOMENT...

Kroner and Stark-Martin (1992)



Building Type	Increase in productivity
Old building	1.00
New building	~1.03
New building + individual control	1.071 (7.1% increase)

'Personal control is one of the 4 KILLER VARIABLES'



Also available as a printed book
see title verso for ISBN details

3 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

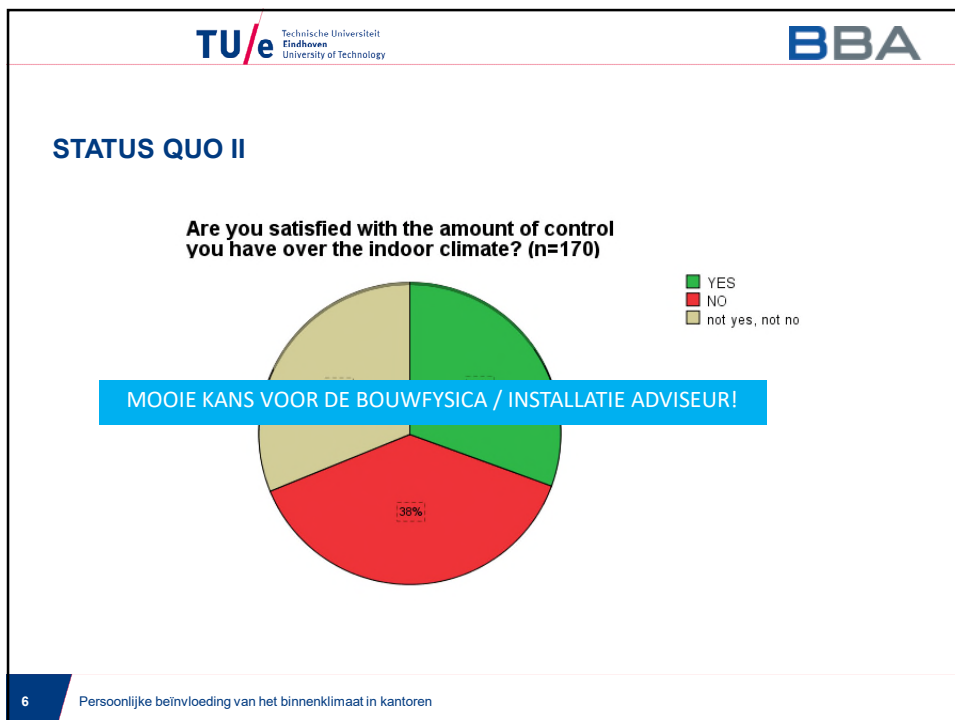
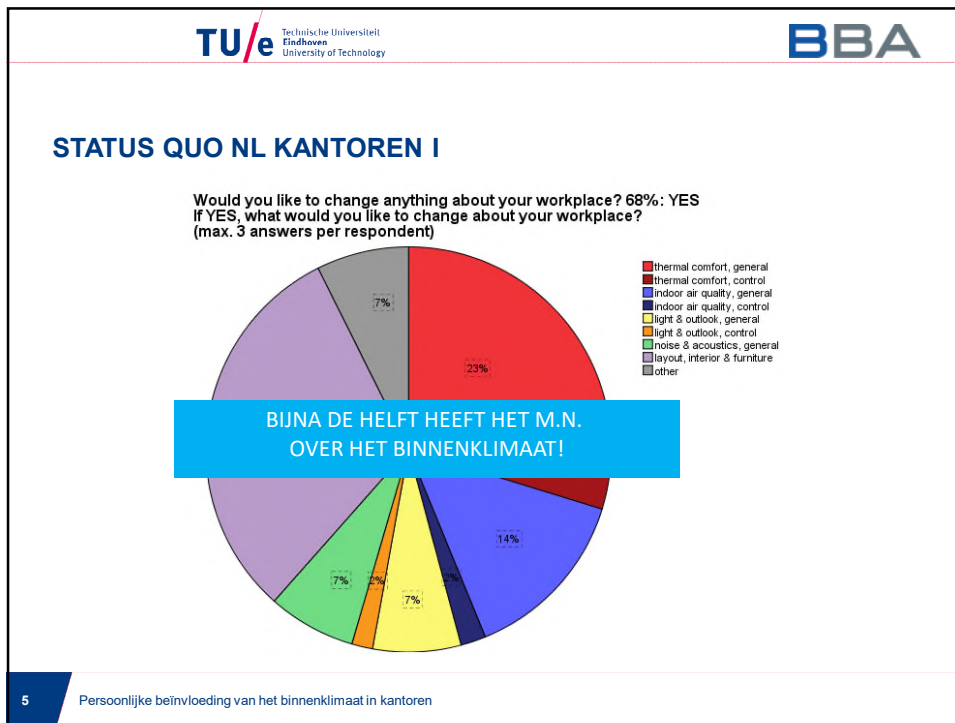





CONTEXT PROMOTIEONDERZOEK

- Het Nieuwe Werken
- steeds meer open kantoorruimtes
- met VEEL vrijheid als het gaat om tijdsindeling, plek variëren, thuiswerken etc.
- maar WEINIG vrijheid als het gaat om aanpasbaarheid van het binnenklimaat




4 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren



STATUS QUO III

DE LICHTCOLLEGA'S DOEN HET EEN STUK BETER!

Descriptive Statistics: PERCEIVED CONTROL (1 = no control at all, 7 = full control)

Control over:	N		Mean	SD	Median	Percentiles		Mode
	Valid	Missing				10	90	
temperature winter	233	3	3,24	1,76	3	1	6	2
temperature summer	231	5	2,91	1,57	3	1	5	2
ventilation	233	3	3,03	1,91	3	1	6	1
airspeed	229	7	2,14	1,56	1	1	5	1
sun penetration	235	1	4,33	2,07	5	1	7	5
light	235	1	4,34	2,12	5	1	7	7
sound	235	1	3,11	1,77	3	1	6	1

7
 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren




DOELEN & PROMOTOREN

Doelen:

- onderzoeken wat het achterliggende (controle) mechanisme is
- bepalen wat het effect is van persoonlijke beïnvloeding op comfort, gezondheid en productiviteit van kantoorwerkers

Promotoren:

- Prof. dr. ir. Jan Hensen, TU Eindhoven
- Prof. dr. ir. Bjarne Olesen, Danish Technical University
- dr. ir. Marcel Loomans, TU Eindhoven

8
 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren






ONDERZOEKSTAPPEN





9
Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

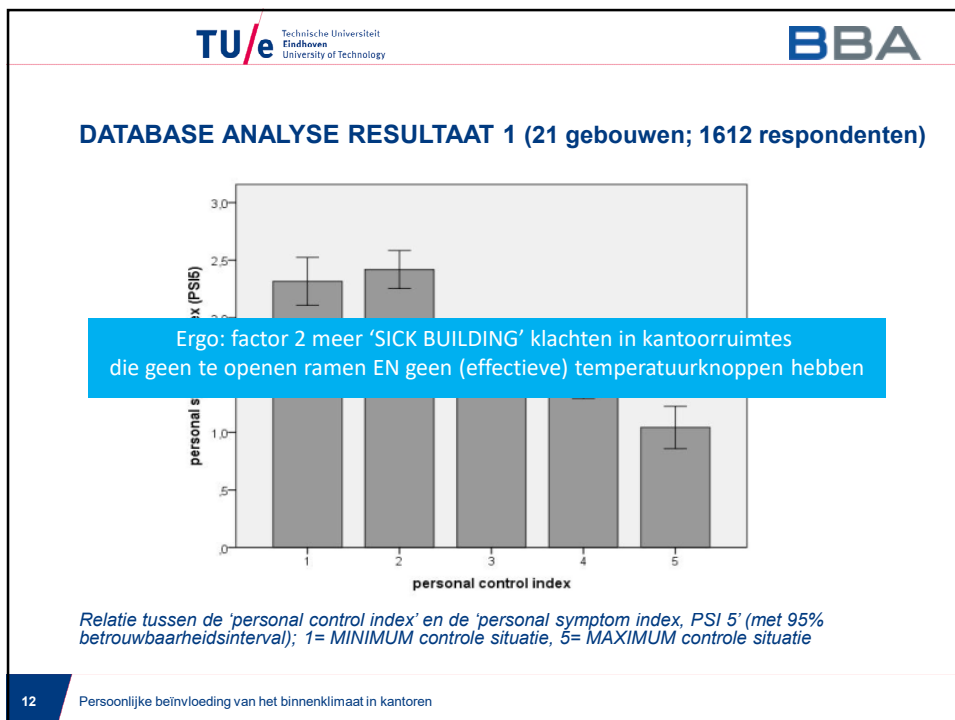
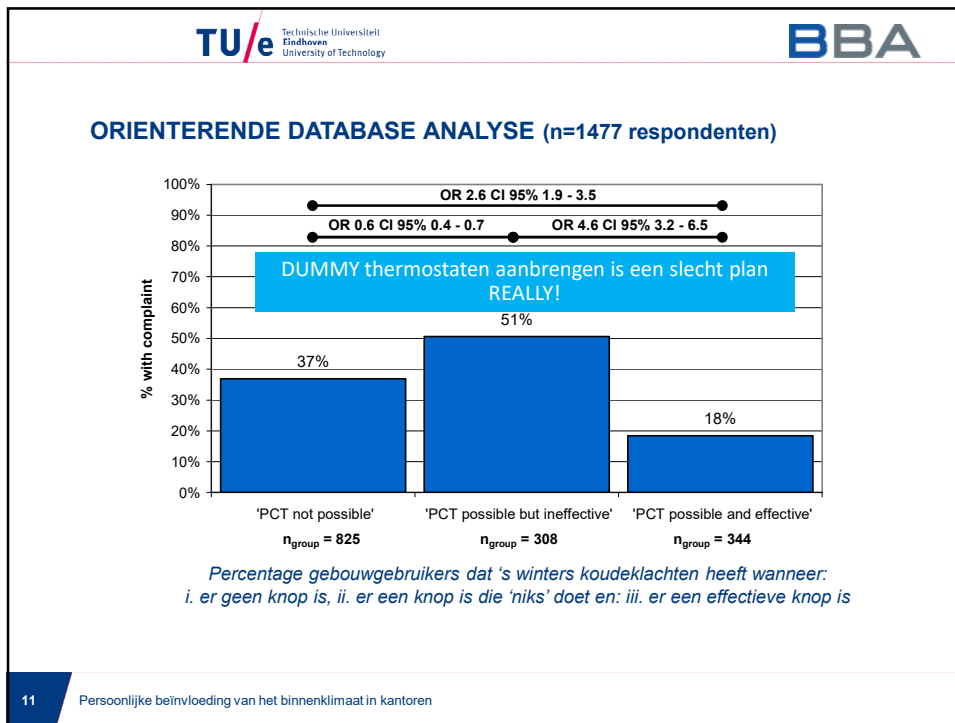
CONCEPTUEEL MODEL (deels gebaseerd op Paciuk, 1990)



```

graph LR
    subgraph stimulus
        IC[INDOOR CLIMATE  
(temperature, airspeed,  
CO2 conc., etc.)]
    end
    subgraph moderator
        C[CONTROL  
(available, exercised &  
perceived)]
    end
    subgraph response
        CHP[COMFORT,  
HEALTH &  
PERFORMANCE]
    end
    IC --> CHP
    C -.-> CHP
    C --> CHP
    
```

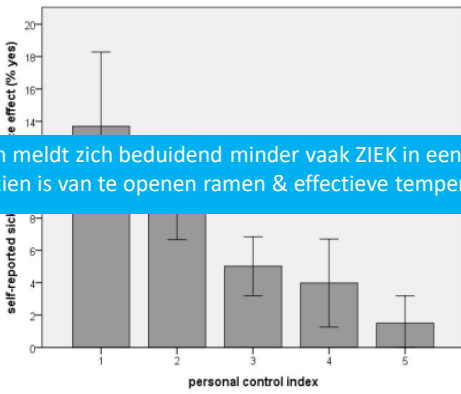
De basis-aanname is (zie o.a. Brager & DeDear, 1998):
 REACTIES op PRIKKELS worden gemodificeerd als degene
 die blootgesteld worden CONTROLE hebben over die prikkels

10
Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren



DATABASE ANALYSE RESULTAAT 2





The chart shows two data series: 'percentage effect (% yes)' (top bars) and 'self-reported sick' (bottom bars). Both series show a decreasing trend as the 'personal control index' increases from 1 to 5. Error bars are present for each data point.

personal control index	percentage effect (% yes)	self-reported sick
1	~14	~8
2	~14	~8
3	~14	~5
4	~14	~4
5	~14	~2

Ergo: men meldt zich beduidend minder vaak ZIEK in een kantoorruimte die voorzien is van te openen ramen & effectieve temperatuurknoppen

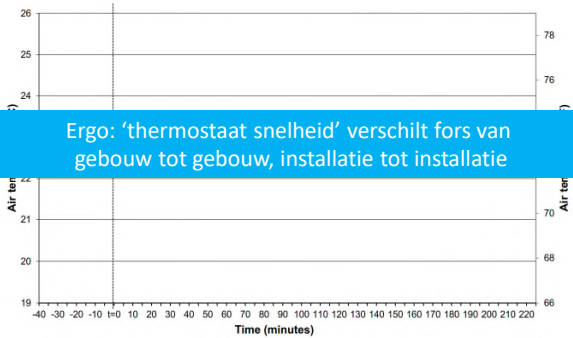
Relatie tussen de 'personal control index' en het percentage personen dat zich gedurende de voorgaande 12 maanden 1 of meer dagen ziek meldde t.g.v. een 'slecht binnenklimaat' (met 95% betrouwbaarheidsinterval); 1= MINIMUM controle situatie, 5= MAXIMUM controle situatie

13
Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

VELDONDERZOEK RESULTAAT 1A (9 gebouwen, 68 metingen van elk ca. 3 uur)

Building X8, experiment 1.1: Upward adjustment thermostatic valve radiator from 0 to 5



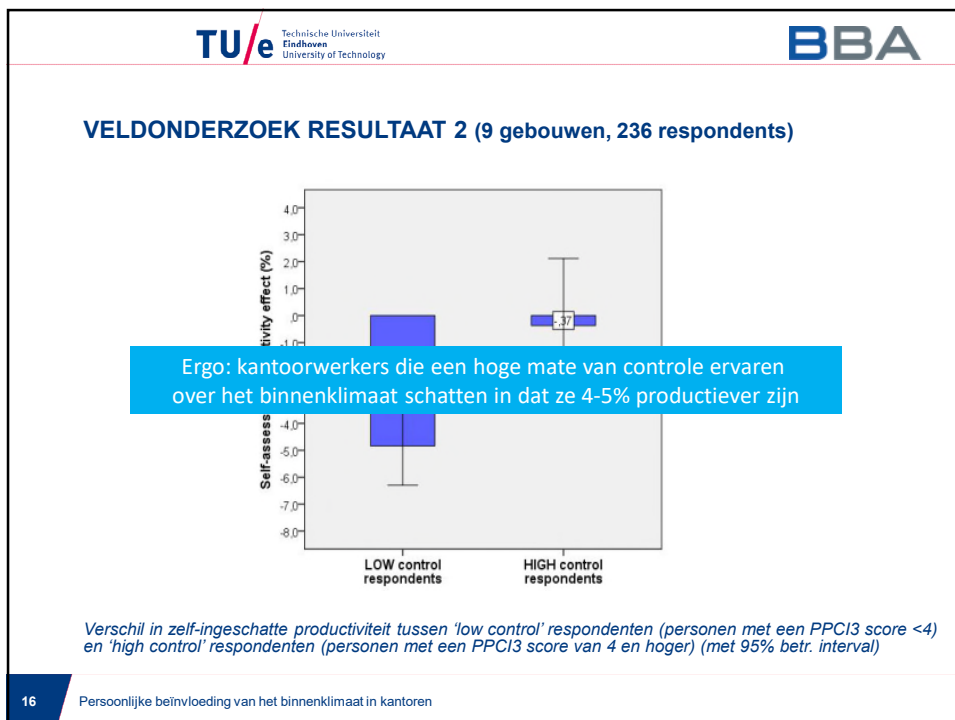
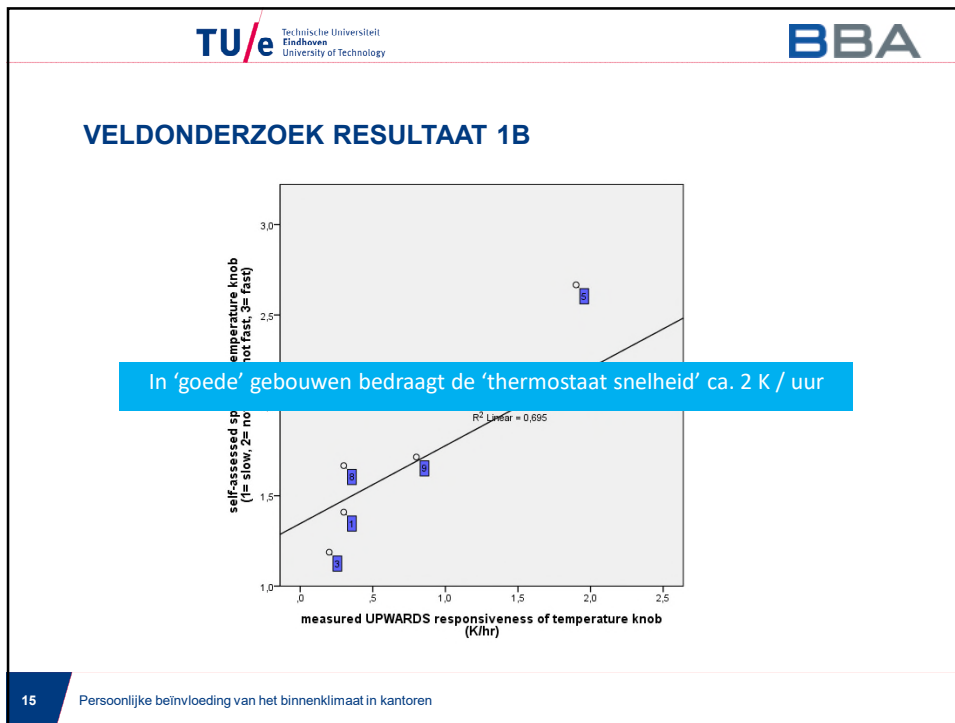
The graph shows air temperature (K) on the y-axis (ranging from 19 to 26) and time (minutes) on the x-axis (ranging from -40 to 220). A vertical dashed line at t=0 indicates the start of the adjustment. The temperature rises from approximately 19.5 K to 24 K. A blue callout box is overlaid on the graph.



Ergo: 'thermostaat snelheid' verschilt fors van gebouw tot gebouw, installatie tot installatie

Date: 05-03-2012	Response time: 205 minutes	Step response: +0.7 K
T(outside, max.): 5 °C (41°F)	Half-life: 70 minutes	Thermostat speed: +0.30 K/hr

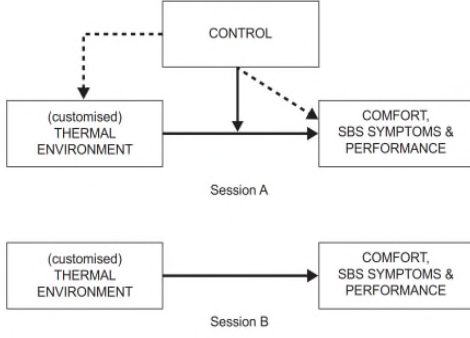
Voorbeeld: uitkomst thermostaat effectiviteit meting (exp. type: opwaartse verstelling tijdens stookseizoen)

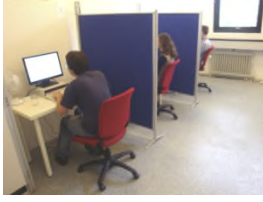
14
Personal Control over Indoor Climate in Offices – Impact on Comfort, Health & Productivity

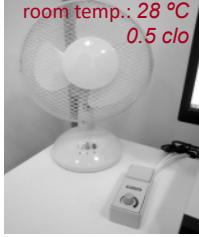


 Technische Universiteit Eindhoven University of Technology
 



LABORATORIUM ONDERZOEK (23 proefpersonen)





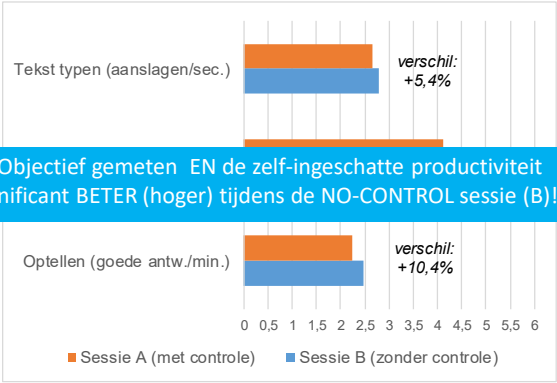


17 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

 Technische Universiteit Eindhoven University of Technology
 

RESULTATEN LABORATORIUM ONDERZOEK

Geen verschil waar het de comfort scores en bv. de intensiteit etc van sick building symptomen betrof, MAAR: wel een significant verschil in de PRODUCTIVITEITSSCORES:

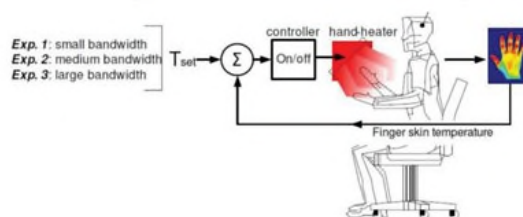


Objectief gemeten EN de zelf-ingeschatte productiviteit significant BETER (hoger) tijdens de NO-CONTROL sessie (B)!?

18 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

INTERPRETATIE LABORATORIUM ONDERZOEK

- Cognitive load theory verklaart waarschijnlijk het verschil...
- Controle mogelijkheid hebben is GOED, maar ZELFLERENDE automatische controle op maat (met 'overrule mogelijkheid') is waarschijnlijk BETER...
- Overlap met Human-in-the-loop project Vesely, Visser & Zeiler:



19

Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

CONCLUSIES

- de standaardtheorie behoeft bijstelling; ook controle speelt een rol: het beïnvloedt mede hoe omgevingen inwerken op eindgebruikers
- kantoorwerkers die relatief veel controle hebben (ervaren te hebben) zijn comfortabeler, hebben minder gebouwgerelateerde gezondheidsklachten, en geven aan minder vaak ziek te zijn
- ten aanzien van de productiviteitseffecten zijn de resultaten minder eenduidig

Proefschrift is te downloaden via: <http://repository.tue.nl/850541>

20

Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

TU/e Technische Universiteit
Eindhoven
University of Technology

BBA

IMPLICATIES VOOR DE PRAKTIJK

- bezuinig NIET op thermostaatknoppen & te openen ramen
- stay away from DUMMY STATS
- in grote open kantoorruimten: werk met MICROKLIMATISERING
- zorg waar mogelijk voor aanvullende controle mogelijkheden bv *overrulebare* zonwering, instelbare (plafond)ventilatoren etc.

21 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren

TU/e Technische Universiteit
Eindhoven
University of Technology

BBA



*“100% tevredenheid over het binnenklimaat,
en een PPD van 0% is wel degelijk mogelijk;
mits men individueel voldoende mogelijkheden
heeft om het klimaat te fine-tunen”*
(Prof.dr.ir. P.O. Fanger)

22 Persoonlijke beïnvloeding van het binnenklimaat in kantoren