

THERMISCH BINNENKLIMAAT

Opgesteld door:
Atze Boerstra
Peter Coffeng
Steven van der Minne
Peter Scheers

21 april 2008

Inhoudsopgave

3.1 Beschrijving effecten	3
3.2 Omvang effecten	6
4. Relevante werksituaties	6
4.1 Relevante branches	6
4.2 Relevante beroepen	6
5. Inventarisatie en evaluatie	7
5.1 Risico-inventarisatie	7
5.2 Analyseren / Meten	10
5.3 Blootstellingsmeting	13
5.4 Effectmeting	13
6. Wetgeving	13
6.1 Arbowet	13
6.2 Arbobesluit	13
6.3 Arboregelingen	13
6.4 Overige nationale wetgeving	14
6.5 Europese wetgeving	14
7. Beleid	14
7.1 Arboconvenanten	14
7.2 Cao-afspraken	14
7.3 Brancheafspraken	14
7.4 Standaardisatie en normalisatie	14
7.5 Certificering	17
8. Beheersmaatregelen	17
8.1 Arbeidshygiënische strategie	17
8.2 Bronmaatregelen	17
8.3 Organisatorische maatregelen	18
8.4 Technische maatregelen	18
8.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen	19
9 Medisch Onderzoek	19
9.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten	19
9.2 (Vroeg)diagnostiek en begeleiding/behandeling	19
9.3 Kwetsbare groepen	19
9.4 Preventief medisch onderzoek	20
10. Werkgeversverplichtingen	20
11. Werknemersverplichtingen	20
12. Werknemersrechten	21
12.1 Rechten individuele werknemer	21
12.2 Rechten medezeggenschapsorgaan	21
13. Praktijkverhalen	21
14. Referenties	23
15. Referentie auteur	24
16. Peer review	24

1. Effect van risicofactor

1.1 Beschrijving effecten

Definitie thermisch binnenklimaat

Het thermisch binnenklimaat betreft het geheel aan omgevingsparameters die de thermische sensatie van de mens beïnvloeden. Er is onderscheid tussen het niet-industriële thermische binnenklimaat (bijvoorbeeld in kantoren en scholen) en blootstelling aan extreme hitte en koude in een meer industriële setting. In dit dossier wordt het niet-industriële thermisch binnenklimaat behandeld. Voor meer informatie over hitte- en koudebelasting zie het: [dossier extreme koude](#) en het [dossier extreme hitte](#).

Thermische behaaglijkheid

We spreken van een thermisch behaaglijk binnenklimaat als mensen geen behoefte hebben aan een hogere of lagere temperatuur. Thermische behaaglijkheid wordt daarom uitgedrukt als de mate waarin men het thermisch binnenklimaat “acceptabel” vindt. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar algemene thermische behaaglijkheid en lokale thermische behaaglijkheid.

Algemene thermische behaaglijkheid

Met algemene thermische behaaglijkheid wordt aangegeven in welke mate men het koud of warm heeft. In het dagelijks leven praten we in dit verband over ‘de temperatuur’ in een ruimte. Toch bepaalt niet alleen de (lucht-)temperatuur of we het warm of koud hebben. Ook de luchtsnelheid, de stralingstemperatuur, de luchtvochtigheid, het activiteitsniveau en de kledingisolatie spelen een rol. Denk in dit verband bijvoorbeeld aan de ‘gevoelstemperatuur’ die het KNMI hanteert, die er rekening mee houdt dat het kouder ‘lijkt’ wanneer het hard waait. Een ander voorbeeld is de sauna, waar men het plotseling veel warmer krijgt wanneer een schep water op de kachel wordt gegooid. Hierbij wordt de luchttemperatuur zeker niet hoger, maar het lijkt warmer doordat de luchtvochtigheid toeneemt. Merk op dat ervaringen, verwachtingen en beïnvloedingsmogelijkheden een rol spelen bij de ervaring van thermisch comfort. In gebouwen zonder koeling met te openen ramen worden bij warm weer bijvoorbeeld hogere temperaturen geaccepteerd dan in gebouwen met airconditioning.

Lokale thermische behaaglijkheid

We spreken van lokale of plaatselijke thermische behaaglijkheid als de temperatuur in een ruimte op zich goed is, maar een deel van het lichaam te sterk afkoelt of opwarmt. Een aantal voorbeelden:

- tocht in de nek, bijvoorbeeld door een inblaasrooster van een ventilatiesysteem dat teveel lucht inblaast.
- koude voeten door een te lage vloertemperatuur;
- hinderlijke sterke warmtestraling dicht voor een kachel of juist teveel warmteverlies door koudestraling bij een enkel glas raam (asymmetrische warmtestraling);
- groot verschil tussen de luchttemperatuur bij het hoofd en die bij de voeten (verticale temperatuur gradiënt).

Zomer

's Zomers is in gebouwen vooral de algemene thermische behaaglijkheid kritisch. Onder andere door toepassing van grote glasvlakken zonder goede zonwering en het toenemende gebruik van elektronische apparatuur dreigt het in veel gebouwen op zomerse dagen te warm worden.

Winter

Omdat de meeste gebouwen zijn voorzien van voldoende verwarming blijft de algemene thermische behaaglijkheid 's winters meestal acceptabel. In dit jaargetijde schort het echter nogal eens aan de lokale thermische behaaglijkheid. Men krijgt bijvoorbeeld last van tocht, koude voeten of koudestraling bij vensters. Ook kunnen klachten ontstaan door bijvoorbeeld sterk wisselende temperaturen.

Effecten

Het binnenklimaat op de werkplek heeft invloed op het comfort en productiviteit van de werknemers. Een adequaat: thermisch binnenklimaat is om meerdere redenen belangrijk:

- een te hoge of te lage temperatuur kan leiden tot onomkeerbare gezondheidsschade. Dit is meestal alleen relevant bij extreme koude- en hittebelasting in industriële situaties. Zie het: dossier [extreme koude](#) en het: dossier [extreme hitte](#).
- een te warme of te koude werkomgeving, maar bijvoorbeeld ook tocht of koudestraling, kan comfortklachten veroorzaken.
- een slecht thermisch binnenklimaat kan leiden tot afbreuk van activiteiten en motivatie. In een te warme of te koude werkomgeving ligt de productiviteit al snel -10% onder het niveau dat haalbaar is bij een thermisch neutrale situatie.
- de kans op fouten en ongevallen neemt toe door extra vermoeidheid als gevolg van een inadequaat thermisch binnenklimaat (m.n. bij een wat hogere temperatuur).

Klachten

Wanneer sprake is van thermisch discomfort kan er in een omgeving met gematigde temperaturen sprake zijn van de volgende klachten:

- te koud;
- te warm;
- sterk wisselende temperaturen;
- tocht;
- hinder door koudestraling;
- hinder door warmtestraling;
- hinder door te koude voeten;
- hinder door te warme voeten;
- hinder door te grote temperatuur gradiënt hoofd – voeten.

Extreme hitte en koude

Meer informatie over (gezondheids)effecten bij blootstelling aan extreme omstandigheden (koude, warmte) is te vinden in de dossiers: [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

Het PMV/PPD-model

Met de behaaglijkheidtheorie van Fanger kan het percentage ontevreden als gevolg van het binnenklimaat worden bepaald. Daarbij wordt de PMV (Predicted Mean Vote) berekend die aangeeft hoe het thermisch binnenklimaat door de gebruikers zal worden beoordeeld.

Parameters

Bij de bepaling van de PMV spelen de volgende parameters een rol:

- warmteweerstand van de kleding (clo-waarde);
- activiteitsniveau van de gebruiker (metabolisme, met-waarde);
- luchttemperatuur;
- gemiddelde stralingstemperatuur;
- relatieve luchtvochtigheid;
- luchtsnelheid.

Warmtebalans

De PMV-waarde is gebaseerd op een theorie van de warmtebalans van het menselijk lichaam. Volgens deze theorie is de mens in thermisch evenwicht als de inwendige warmteproductie in het lichaam gelijk is aan het warmteverlies naar de omgeving.

PMV-waarden

De PMV wordt uitgedrukt in een getal dat doorgaans ligt tussen -3,0 en +3,0. Bij een PMV van 0,0 (neutraal, niet te warm en niet te koel) zijn de gebruikers - gemiddeld genomen - het meest tevreden over de thermische behaaglijkheid in een ruimte. Hieronder staan de betekenissen van enkele PMV-waarden:

+3	Heet
+2	Warm
+1	Enigszins warm
0	Neutraal
-1	Enigszins koel
-2	Koel
-3	Koud

Bandbreedtes

In de praktijk kan niet voortdurend een PMV van 0,0 worden gerealiseerd. Bijvoorbeeld omdat de interne warmtelast verandert (bv. verlichting aan) of het momentane buitenklimaat fluctueert (bv. zon achter de wolken). Daarom wordt meestal gewerkt met bandbreedtes waar men binnen moet blijven (bv. PMV = -0,5 tot +0,5).

PPD

Als de PMV bekend is, kan ook de PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) worden bepaald. De PPD voorspelt welk percentage van de gebruikers van een ruimte statistisch gezien ontevreden zal zijn met het thermisch comfort. Volgens de laboratoriumresultaten van Fanger heeft 10% van de gebruikers het te koud bij een PMV van -0,5; bij een PMV van +0,5 heeft 10% van de gebruikers het te warm (ofwel: PPD = 10%). Bij een PMV van + 0,7 of - 0,7 bedraagt het percentage ontevredenen 15%. Het optimum ligt bij PMV=0 (5% ontevreden).

Berekening PMV en PPD

Met behulp van de norm: [NEN-EN-ISO 7730](#) (gebaseerd op de theorie en laboratoriumresultaten van onder andere Fanger) kan de PMV in een ruimte worden berekend. De grootheden luchttemperatuur, stralingstemperatuur, luchtsnelheid en luchtvochtigheid kunnen daarvoor per ruimte worden gemeten, waarbij een schatting moet worden gemaakt van het activiteitsniveau en de kledingfactor van de gebruiker van de ruimte. Zodoende kan vrij objectief worden bepaald in welke mate het klimaat in een kamer kan worden aangemerkt als 'te warm' of 'te koud' (behoudens eventueel optredend 'lokaal discomfort').

Adaptieve methodes

Uit veldonderzoek is bekend dat in gebouwen met een hoge mate van gebruikersinvloed (niet te strikt kledingprotocol, toegang tot te openen ramen) wat soepeler eisen aangehouden kunnen worden in de zomerperiode.

Zie voor meer informatie over meer 'adaptieve' methoden: [ISSO publicatie 74 "Thermische behaaglijkheid-eisen voor de binnentemperatuur in gebouwen"](#) of Annex A2 van: [NEN-EN 15251 "Binnenmilieu gerelateerde input parameters voor ontwerp en beoordeling van energierepresentatie van gebouwen"](#).

Extreme omstandigheden

Ook in extreme thermische omstandigheden wordt de PMV gebruikt. Zie hiervoor het dossier: [extreme koude](#).

1.2 Omvang effecten

Uit onderzoek door TNO zie: [Houtman en Van den Berg, 2005](#) blijkt dat 24% van de werknemers in Nederland het binnenklimaat op hun werk als 'onprettig' ervaart, terwijl 32% van mening is dat de temperatuur slecht is te regelen. Zo'n 16% heeft last van hinderlijke tocht.

Zweers et al (1992) van (toentertijd) de Landbouw Universiteit Wageningen hebben in opdracht van het ministerie van SZW onderzoek gedaan onder 7043 respondenten in 61 Nederlandse kantoorgebouwen. Dit onderzoek vond plaats in de periode 1988 - 1989. Gemiddeld genomen bleek 52% van de respondenten vaak klachten te hebben over het thermisch binnenklimaat. De verschillen tussen gebouwen waren overigens groot. In de beste gebouwen bleek het percentage klachten op circa 5% te liggen, terwijl dit in de slechtste gebouwen rond 90(!)% was.

Meer recente cijfers of bv. klachtenpercentages voor andere bouwtypen (scholen, ziekenhuizen e.d.) zijn er niet.

2. Relevante werksituaties

2.1 Relevante branches

Het thermisch binnenklimaat is in alle gebouwen waar wordt gewerkt van belang. In dit dossier wordt ingegaan op niet industriële omgevingen. Dit is met name voor de volgende branches van belang:

	Bouw
√	Detail & groothandel
√	Dienstverlening
√	Horeca, recreatie, sport, toerisme
	Industrie
	Landbouw & dierhouderij
√	Zorg & welzijn
√	Onderwijs & Cultuur
	Overig

Voor werkomgevingen met extreme hitte of koude zie de dossiers: [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

2.2 Relevante beroepen

Het thermisch binnenklimaat is in alle gebouwen waar wordt gewerkt van belang.

Voorbeelden van beroepen waarin men dagelijks wordt blootgesteld aan (niet-industrieel) thermisch binnenklimaat zijn:

- Kantoorwerk;
- Onderwijzend - en onderwijs ondersteunend personeel;
- Baliepersoneel;
- Winkelpersoneel;
- Verplegend en verzorgend personeel;
- Medewerkers van kinderdagverblijven.

Beroepen in industriële omgevingen vallen buiten de scope van dit dossier. Voor werkomgevingen met extreme hitte of koude zie de dossiers: [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

Sommige beroepen vallen tussen beide categorieën in, bijvoorbeeld medewerkers van zwembaden, reproducties en laboratoria. Daarop is dit dossier niet van toepassing.

3. Inventarisatie en evaluatie

3.1 Risico-inventarisatie

Teamwerk

Klimaatproblemen oplossen is een kwestie van teamwerk. De eerste signalen die erop wijzen dat er ergens sprake is van een klimaatprobleem worden vaak opgepikt door de leidinggevende of de gebouwbeheerder, al dan niet gebruik makend van een standaard klachtenregistratiesysteem. De arboprofessional of arbeidshygiënist is vaak de volgende schakel: hij zal het probleem allereerst dienen te objectiveren (wat zijn de klachten precies?), geeft een verklaring van het probleem (waar worden de hoge temperaturen, hoge lichtsnelheden enzovoort door veroorzaakt?) en zal vervolgens suggesties doen voor: verbetering (met welke maatregelen is het klimaatprobleem op te lossen?).

RI&E

Er bestaan verschillende manieren om tijdens een RI&E in kaart te brengen of er sprake is van klimaatgerelateerde gezondheids- en welzijnsrisico's. Klimaatmetingen zijn lang niet altijd nodig. Met simpele middelen (bijvoorbeeld korte interviews, inventariseren van gebouwgebonden/procesgebonden risicofactoren) is vaak ook al een goed inzicht in de situatie te verkrijgen.

Vragen

Om thermisch binnenklimaat risico's te herkennen kan de arboprofessional zich de volgende vragen stellen:

- Hebben relatief veel medewerkers (meer dan 10 à 20%) vaak klimaatklachten? Om dit te bepalen kan bestaande documentatie worden bestudeerd (uitkomsten van Periodiek Medisch Onderzoek (PMO), voorheen Periodiek ArbeidsGezondheidskundig Onderzoek), maar ook klachtenregisters van bijvoorbeeld gebouwbeheerders). Ook kan besloten worden om zelf direct een aantal medewerkers naar de ervaringen te vragen. Een uitgebreider alternatief is: uitzetten van een binnenklimaatenquête. Zie dossier [extreme hitte](#).
- Is er sprake van een type klimaatinstallatie waarvan bekend is dat het een verhoogde kans geeft op binnenklimaatklachten (bijv. gevelinductieunits, variabel volume systemen zonder stralingswarmte/radiator aan de gevel)?
- Is er veel glas verwerkt in de oost, zuid- of westgevel of in het dak terwijl goede zonwerende voorzieningen ontbreken?
- Is er sprake is van (relatief veel) nootbare warmtebronnen (elektronische apparatuur, (studio)lampen, reproapparatuur)?
- Moeten er (door een deel van de medewerkers) regelmatig werkzaamheden verricht worden in ruimten met een hoge temperatuur of een hoge luchtvochtigheid (bijv. reproductieruimten, zwembaden, laboratoria)?
- Is er sprake van een relatief slecht geïsoleerde buitengevel (relatief veel enkel glas, kieren, ongeïsoleerd dak of vloer et cetera)?
- Wordt er regelmatig gewerkt in ruimten met een lage temperatuur of een hoge lucht/windsnelheid (bijv. magazijnen, koelcellen)?

Checklist

Tijdens een RI&E kan de arbo-professional gebruik maken van de onderstaande checklist voor het thermisch binnenklimaat.

Meer informatie

Voor meer informatie over onderzoeksmethodes bij binnenklimaat-onderzoek zie de: [Praktijkgids Arbeidshygiëne: Binnenklimaat kantoorgebouwen: onderzoek naar klachten](#).

RI&E CHECKLIST

Voorbeeld RI&E checklist Thermisch Binnenklimaat

RISICO	THERMISCH BINNENKLIMAAT		<input type="checkbox"/> OK
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klachten over te hoge of te lage temperaturen ▪ Idem over wisselende temperaturen ▪ Koude voeten ▪ Tocht, koudestraling ▪ Gebouwgerelateerde gezondheidsklachten (Sick Building klachten) 		
HERKENNEN ANALYSEREN	-		
	Kans op oververhitting beperkt?	<input type="checkbox"/> Niet te grote glasoppervlakken (PG < 50%)? <input type="checkbox"/> Glas op Oosten, Zuiden, Westen voldoende zonwerend (ZTA < 0,30) of voorzien van buitenzonwering (screens, uitvalschermen)? <input type="checkbox"/> Voldoende thermisch werkzame bouwmassa (niet te lichte borstwering, thermisch open plafonds, steenachtige wanden)? <input type="checkbox"/> Voorziening voor zomernachtventilatie ingebouwd in (regeling) ventilatiesysteem of zomernachtventilatie natuurlijk mogelijk? <input type="checkbox"/> Energiezuinig verlichting toegepast (Hoogfrequent en daglichtafhankelijk)? <input type="checkbox"/> Temperatuuroverschrijdingsberekening of koellastberekening uitgevoerd? <input type="checkbox"/> Indien bovenstaande maatregelen onvoldoende effect hebben: is er voldoende koelcapaciteit geprojecteerd?	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Niet relevant
	Beïnvloeding op kamerniveau van ruimte-temperatuur mogelijk?	<input type="checkbox"/> Thermostatische regelknoppen op radiatoren / convectoren of wandthermostaten aanwezig? <input type="checkbox"/> Te openen ramen aanwezig?	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Niet relevant
	Tocht / koudeoverlast 's winters voorkomen?	<input type="checkbox"/> Bij natuurlijke ventilatie: zelfregelende (windonafhankelijke) ventilatieroosters toegepast? <input type="checkbox"/> Bij mechanische ventilatie: luchtdebieten dusdanig dat luchtsnelheid in de leefzone onder 0,15 m/s blijft 's winters? <input type="checkbox"/> Voldoende geïsoleerde ramen toegepast (HR+ glas e.d. afhankelijk van type ruimte)? <input type="checkbox"/> Verwarmingslichamen onder ramen (in glaspartijen verwerkt) bij toepassing van ramen met een hoogte > 1,70 meter? <input type="checkbox"/> Uitzetmechanismen inclusief kierstand op te openen ramen? <input type="checkbox"/> Voldoende verwarmingscapaciteit? <input type="checkbox"/> Begane grond vloer en vloeren boven parkeergarages voldoende geïsoleerd (conform eisen Bouwbesluit)?	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Niet relevant
BEOORDELEN	Arbobesluit 1998 artikel 6.1, 6.2 en 6.5 Al blad 7 'Kantoren' en Al blad 14 'Bedrijfsruimten, inrichting, transport en opslag' ATC 8 'Binnenmilieu' NEN ISO 7730, NEN 3028 CEN 1752		

VERKORTE BINNENKLIMAAT-VRAGENLIJST

© BBA BINNENMILIEU

Deze verkorte vragenlijst is bedoeld voor oriënterend binnenklimaatonderzoek in niet-industriële situaties. De vragenlijst bevat niet alleen vragen over thermisch binnenklimaat maar ook een aantal vragen die te maken (kunnen) hebben met de binnenluchtkwaliteit.

*Kunt u onderstaande vragen alleen (dus zonder overleg met collega's) invullen?
Het is in het belang van het onderzoek dat er zo veel mogelijk mensen mee doen.
Vult u s.v.p. de vragenlijst ook in als u geen of weinig klachten heeft?
Bij voorbaat dank voor uw medewerking.*

- | | | | | |
|--|----|-----------------------|-----|-----------------------|
| Heeft u, wanneer u in het gebouw bent, vaak last van hoofdpijn of een zwaar hoofd? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Heeft u, op uw werkplek, vaak last van (ongewone) vermoeidheid? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Heeft u, op uw werkplek, vaak last van geïrriteerde of branderige ogen? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Heeft u, op uw werkplek, vaak last van keelirritaties of een droge keel? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Heeft u, op uw werkplek, vaak last van een loopneus of een verstopte neus? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Heeft u, op uw werkplek, vaak last van een droge of geïrriteerde huid? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Vindt u het vaak te warm op uw werkplek? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Vindt u het vaak te koud op uw werkplek? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Heeft u, op uw werkplek, vaak last van tocht? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Vindt u de lucht, op uw werkplek, vaak droog? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Vindt u de lucht, op uw werkplek, vaak bedompt of benauwd? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |
| Heeft u nog andere klachten die volgens u veroorzaakt worden door het gebouw? | JA | <input type="radio"/> | NEE | <input type="radio"/> |

ZO JA, welke?

.....
.....

Heeft u verder nog opmerkingen?

JA NEE

ZO JA, welke?

.....
.....

3.2 Analyseren / Meten

In 4 stappen kan een indruk worden verkregen van het thermisch binnenklimaat in een ruimte. Voor het oplossen van problemen is echter meer onderzoek nodig.

Metingen thermisch binnenklimaat

Indien men in niet-industriële omstandigheden wenst te bepalen of er sprake is van een 'thermisch behaaglijke werkomgeving', dan gaat men als volgt te werk:

1. Men bepaalt wat het: activiteitsniveau en de kledingisolatie is van de blootgestelde personen. Dit is te bepalen met de bijlagen uit de norm NEN-EN ISO 7730.
2. Men meet de 4 omgevingsparameters luchttemperatuur, gemiddelde stralingstemperatuur, relatieve vochtigheid, luchtsnelheid. Een alternatief is: een deel van de 4 parameters wordt gemeten, de overige parameters worden ingeschat. Voor meer informatie over meetapparatuur klik zie hieronder.
3. Met behulp van de tabellen uit NEN-EN ISO 7730, of een op de norm gebaseerd computerprogramma, wordt bepaald wat de voorspelde thermische sensatie volgens Fanger ([PMV-index](#)) is, die bij de desbetreffende combinatie van persoonsgebonden en omgevingsparameters hoort.
4. Indien de gevonden PMV-waarde niet kleiner is dan -0,5 of groter is dan +0,5, dan voldoet men aan de Klasse B-norm uit NEN-EN ISO 7730. Is de PMV-index in de beschouwde situatie lager dan -0,5 dan kan de ruimte als 'te koud' aangeduid worden, is de index hoger dan +0,5 dan kan de ruimte als 'te warm' aangeduid worden.

Meer dan alleen meten

Klimaatproblemen oplossen is in de praktijk echter meer dan alleen meten. Metingen kunnen de mate waarin sprake is van een gezondheidsrisico of kans op discomfort objectiveren, maar de oplossing van het klimaatprobleem is pas echt in zicht als is vastgesteld wat de problemen veroorzaakt en wat hieraan kan worden gedaan. In de praktijk worden de beste resultaten bereikt als men eerst een algemene klachteninventarisatie uitvoert en dan een gericht gaat meten.

Zie verder ook de: [Praktijkgids Arbeidshygiëne Binnenklimaat kantoorgebouwen: onderzoek naar klachten](#).

Activiteitsniveau

Metabolismen per activiteit (bron: NEN-EN-ISO 7730)

Activiteit	Metabolisme	
	[W/m ²]	[met]
rust, liggend	46	0,8
rust, zittend	58	1,0
rust, staand	70	1,2
lichte activiteit, zittend (kantoor, huis, school, laboratorium)	70	1,2
lichte activiteit, staand (winkel, laboratorium, lichte industrie)	93	1,6
lichte activiteit, staand (verkoper, huishoudelijk werk)	116	2,0
matige activiteit (zwaar werk op machine, garage)	165	2,8
hoge activiteit (dragen zware lasten, duwen/trekken zware lasten)	233	4,0

Kledingisolatie

Waarden voor standaard kledingpakketten (bron: NEN-EN-ISO 7730).

Kledingpakket	I_{cl}	
	$[m^2 \cdot ^\circ C/W]$	$[clo]$
naakt	0	0
korte broek	0,015	0,1
standaard tropenpak: (slip, korte broek, hemd met open boord en korte mouwen of T-shirt, dunne sokken en sandalen)	0,045	0,3
licht zomerpak: (slip, lichte lange broek, hemd met open boord en korte mouwen, dunne sokken en schoenen)	0,08	0,5
licht werkpak: (ondergoed, katoenen werkhemd met lange mouwen, lange werkbreek, wollen sokken en schoenen of slipje, onderrok, kousen, jurk en schoenen)	0,11	0,7
winterpak voor binnen: (ondergoed, hemd met lange mouwen, lange broek, trui met lange mouwen, dikke sokken en schoenen of slipje, kousen, blouse, lange rok, mantel en schoenen)	0,16	1,0
winterpak voor buiten: (katoenen ondergoed met lange mouwen en broekspijpen, hemd, kostuum met lange broek, jas en vest, wollen sokken en zware schoenen)	0,23	1,5

Een uitgebreide lijst van kledingstukken is te vinden in de bijlagen van de norm NEN-EN ISO 7730.

Bij zittend werk dient naast het kledingpakket een isolatiewaarde voor de stoel te worden bepaald.

Isolatiewaarden van stoelen (Bron: NEN-EN-ISO 7730).

Type stoel	I_{cl}	
	$[m^2 \cdot ^\circ C/W]$	$[clo]$
Stalen stoel	0	0
Houten stoel	0,01	0,002
Standaard bureaustoel	0,1	0,016
Directiestoel	0,15	0,023

Meetapparatuur

Voor metingen van het thermisch binnenklimaat zijn de parameters luchttemperatuur, gemiddelde stralingstemperatuur, relatieve vochtigheid en luchtsnelheid van belang. Hieronder is beschreven welke eisen worden gesteld aan de meetapparatuur.

Metten van de luchttemperatuur

Een kwik- of gewone thermometer die tegen straling is beschermd is voldoende voor het meten van de luchttemperatuur. Ook zijn thermokoppels en weerstandselementen bruikbaar. Deze hebben het voordeel dat ze kunnen worden aangesloten op een logger. Er zijn ook meetinstrumenten op de markt waarmee de luchttemperatuur kan worden gemeten en geregistreerd tezamen met de andere klimaatgrootheden. Met behulp van een computer kunnen deze waarden worden herleid tot PMV- en PPD-uitkomsten.

Bij het uitvoeren van metingen moet erop gelet worden dat de meting niet beïnvloed wordt door stralingsinvloeden. Dit is te bereiken door o.a.:

- beperking van de emissiefactor van de sensor (bijv. met reflecterende verf);
- afscherming van de sensor;
- zorgen dat de luchtsnelheid rond de sensor voldoende hoog is.

Ten aanzien van stralingstemperatuur stelt NEN-EN-ISO 7726 de volgende eisen aan meetapparatuur:

- Meetbereik: 10 - 40 °C;
- Nauwkeurigheid: $\pm 0,5$ °C (bij voorkeur $\pm 0,2$ °C).

Metten van de stralingstemperatuur

De gemiddelde stralingstemperatuur kan worden gemeten met een warmtestralingsmeter of kan worden afgeleid met behulp van de globetemperatuur, luchttemperatuur en de luchtsnelheid. De globetemperatuur wordt gemeten met een z.g. zwarte bol. Dit is een mat zwarte bol met een diameter van 0,15 meter met in het hart van deze bol een temperatuur opnemer.

Ten aanzien van stralingstemperatuur stelt NEN-EN-ISO 7726 de volgende eisen aan meetapparatuur:

- meetbereik: 10 - 40 °C;
- nauwkeurigheid: ± 2 °C (bij voorkeur $\pm 0,2$ °C).

Metten van de relatieve vochtigheid

De luchtvochtigheid kan worden bepaald met behulp van een psychrometer of een hygrometer.

Ten aanzien van luchtvochtigheid stelt NEN-EN-ISO 7726 de volgende eisen aan meetapparatuur:

- meetbereik: 0,5 - 3 kPa;
- nauwkeurigheid: $\pm 0,15$ kPa.

Metten van luchtsnelheden

Bij het meten van luchtsnelheden is de keuze van de meetsonde afhankelijk van de temperatuur en de snelheid van de lucht. Thermische sondes zoals bijvoorbeeld de hittedraadanemometer en de thermische hittekogel worden gebruikt bij temperaturen kleiner dan 70 °C en lage snelheden (< 10 m/s). Vleugelradsondes zijn, afhankelijk van het type geschikt voor temperaturen tot 350 °C en snelheden tot 40 m/s. Voor hogere temperaturen en/of hoge snelheden is de Pitotbuis bij uitstek geschikt.

Ten aanzien van luchtsnelheid stelt NEN-EN-ISO 7726 de volgende eisen aan meetapparatuur:

- meetbereik: 0,05 - 1 m/s;
- nauwkeurigheid: $\pm (0,05 + 0,05 v_a)$ m/s, (gewenst: $\pm (0,02 + 0,07 v_a)$ m/s).

Klimaatboom

Er zijn [klimaatbomen](#) op de markt die alle parameters die van belang zijn voor het thermisch binnenklimaat tegelijk registreren en direct bijvoorbeeld de [PMV en PPD](#) berekenen.



Klimaatboom

3.3 Blootstellingsmeting

Blootstellingsmetingen zijn onder gematigde temperatuursomstandigheden niet van toepassing. Voor extreme omstandigheden wel. Zie hiervoor de dossiers [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

3.4 Effectmeting

Effectmetingen zijn onder gematigde temperatuursomstandigheden niet van toepassing. Voor extreme omstandigheden wel.

4. Wetgeving

4.1 Arbowet

In de Arbowet zelf zijn geen eisen gesteld ten aanzien van het thermisch binnenklimaat op de werkplek.

De Arbowet biedt wél een algemeen kader dat moet stimuleren tot optimalisering van o.a. ook het thermisch binnenklimaat. In artikel 3, lid 1 van de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) wordt immers gesteld dat de werkgever er in het algemeen (dus ook als het om binnenklimaat gaat) naar moet streven de arbeidsomstandigheden zo goed mogelijk te maken, tenzij dit redelijkerwijs niet haalbaar is.

4.2 Arbobesluit

In artikel 6.1 lid van het Arbobesluit zijn de volgende minimumeisen gesteld ten aanzien van het thermisch binnenklimaat op de werkplek:

‘Rekening houdend met de aard van de werkzaamheden die door de werknemers worden verricht en de fysieke belasting die daar het gevolg van is, veroorzaakt de temperatuur op de arbeidsplaats geen schade aan de gezondheid van de werknemers’.

Extreme omstandigheden

Deze bepaling is primair opgenomen ter bescherming van werknemers die te maken hebben met hitte- of koudebelasting. Desalniettemin kan de genoemde eis tot op zekere hoogte ook gehanteerd worden in niet-industriële (niet-extreme) situaties.

4.3 Arboregelingen

Er is geen Arbobeidsregel specifiek over thermisch binnenklimaat. Wel bevat arbobeidsregel 6.1 diverse bepalingen aangaande hitte- en koudebelasting.

Opmerking

Tot en met 2006 was er wél een eis opgenomen in Arbobeidsregel 6.1. Die kwam er op neer dat de werkgever moet zorgen voor een behaaglijk en gelijkmatig binnenklimaat dat voldoet aan NEN-ISO 7730 (PMV-waarde tussen -0,5 en +0,5, overschrijding van die grenzen gedurende 10% van de verblijfstijd is acceptabel) of dat op een ander manier bewezen heeft om tot maximaal 10% klagers (over temperatuur) onder werknemers te leiden. De bewuste passage is echter verwijderd per 30 november 2006. Hetzelfde geldt voor een algemene eis ter voorkoming van tochtverlast.

4.4 Overige nationale wetgeving

Ook het Bouwbesluit bevat eisen op het gebied van thermisch binnenklimaat. Zie: www.bouwbesluitonline.nl voor de integrale tekst van het bouwbesluit. Het bouwbesluit bevat aparte eisen voor bestaande bouw en voor nieuwbouw (strenger voor nieuwbouw). Daarnaast kunnen de eisen verschillen per gebouwfunctie. Zo wordt er onderscheid gemaakt in gebouwen met een gezondheidsfunctie, een kantoorfunctie, een logiesfunctie et cetera.

Bouwbesluiteisen bestaande bouw

Voor bestaande bouw bevat het Bouwbesluit geen eisen ten aanzien van temperatuur, thermische isolatie, tocht of andere thermisch comfort aspecten.

Bouwbesluiteisen nieuwbouw

Voor nieuwbouw zijn er in het Bouwbesluit eisen opgenomen ten aanzien van de thermische isolatie van gevels, vloeren en daken. In artikel 5.2, lid 1 van het Bouwbesluit is gesteld dat een uitwendige scheidingsconstructie van een nieuw gebouw een volgens NEN 1068 bepaalde warmteweerstand heeft van ten minste 2,5 m² K/W. Voor meer informatie zie: www.bouwbesluitonline.nl.

Ook zijn er concrete nieuwbouweisen opgenomen in het Bouwbesluit aangaande tochtverlast. In artikel 3.49 staat dat de toevoer van verse lucht in de leefzone een volgens NEN 1087 bepaalde luchtsnelheid mag hebben die niet groter is dan 0,2 m/s. Deze eis geldt bij gebruik van de voorzieningen voor basisventilatie en dus niet bv. bij openstaand raam.

Verder worden er ook voor nieuwbouwsituaties geen concrete eisen gesteld aan de temperatuur en aanverwant thermisch comfort.

4.5 Europese wetgeving

Er is geen Europese wetgeving ten aanzien van het thermisch binnenklimaat.

5. Beleid

5.1 Arboconvenanten

Er zijn nog geen arboconvenanten ontwikkeld waarin concrete afspraken ten aanzien van het thermisch binnenklimaat zijn opgenomen.

5.2 CAO-afspraken

In de huidige CAO's is niets over het thermisch binnenklimaat vastgelegd.

5.3 Brancheafspraken

In de reeds verschenen arbocatalogi zijn geen concrete afspraken ten aanzien van het thermisch binnenklimaat opgenomen. Wel zijn er catalogi in voorbereiding waarin het thermisch binnenklimaat aan bod zal komen, bijvoorbeeld voor het primair onderwijs.

5.4 Standaardisatie en normalisatie

Belangrijkste normen

De belangrijkste normen op het gebied van thermisch binnenklimaat zijn:

- NEN-EN-ISO 7730: 2005 'Klimaatomstandigheden – Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekeningen van de PMV- en PPD-waarden en lokale thermische behaaglijkheid'.
- NEN-EN 15251: 2007 'Binnenmilieu gerelateerde input parameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek'.

Overige normen en richtlijnen

Andere relevante normen met eisen ten aanzien van de thermische behaaglijkheid zijn:

- NEN-EN-ISO 7726: 2001 'Ergonomie van de thermische omgeving - Instrumenten voor het meten van fysieke grootheden'.
- NPR-CR 1752:1999 'Ventilatie van gebouwen - Ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden'.
- NEN-EN 13779:2007 'Ventilatie voor utiliteitsgebouwen – Prestatie-eisen voor ventilatie- en luchtbehandelingssystemen'.
- ASHRAE standard 55: 2004 'Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy'. (in het Engels)

Eisen

De belangrijkste eisen aan het thermisch binnenklimaat zijn hier samengevat.

Eisen Thermisch Binnenklimaat

Binnenmilieu-eisen op klasse A, B en C-niveau

Het voldoen aan de genoemde wettelijke minimumeisen is zeker geen garantie dat het binnenmilieu goed zal zijn of dat het comfort, de gezondheid en de productiviteit van gebouwgebruikers gewaarborgd is. De wettelijke eisen dienen gezien te worden als een minimum waaraan *in elk geval* voldaan dient te worden. Wanneer echter een meer dan minimale kwaliteit gewenst is, zal men hoger moeten inzetten.

Vandaar dat de binnenmilieu-eisen uit dit Arbo-Informatieblad in drie klassen worden gepresenteerd. De drie klassen worden als volgt gekwalificeerd (onderverdeling gebaseerd op de methodiek gepresenteerd in cahier R2 van het Praktijkboek Gezonde Gebouwen, NPR-CR 1752 en NEN-EN-ISO 7730):

- Klasse A: 'zeer goed', - hoog verwachtingspatroon ten aanzien van de kwaliteit van het binnenmilieu; rapportcijfer ca. 8,5;
- Klasse B: 'goed', - gemiddeld verwachtingspatroon ten aanzien van de kwaliteit van het binnenmilieu; rapportcijfer ca. 7;
- Klasse C: 'acceptabel', - matig verwachtingspatroon ten aanzien van de kwaliteit van het binnenmilieu, minimaal noodzakelijk vanuit het oogpunt van volksgezondheid en ca. niveau wettelijk minimum nieuwbouw; rapportcijfer ca. 5,5.

Merk op dat er indirect ook een restklasse D is gedefinieerd die neerkomt op 'niet aan de laagste eisen voldoen' c.q. minder dan klasse C (met name relevant in bestaande, oudere gebouwen).

In onderstaande tabellen zijn klasse A, B en C eisen gepresenteerd voor diverse aspecten van thermisch binnenklimaat.

Tabel 1 Grenswaarden ruimtetemperatuur zomer en winter voor 2 verschillende activiteitsniveaus (gebaseerd op NEN-EN 7730)

Activiteit	Ruimtetype	Klasse	Operatieve temperatuur (°C)	
			Zomer (0,5 clo)	Winter (1,0 clo)
Voornamelijk zittend (1,2 met)	Kantoor, vergaderruimte, restaurant, klaslokaal e.d.	A	23-26 +IB	20-24 +IB
		B	23-26	20-24
		C	22-27	19-25
Voornamelijk staand (1,6 met)	Laboratorium, winkel, stabalie e.d.	A	21-25 +IB	16-22 +IB
		B	21-25	16-22
		C	20-26	15-23

+IB = met mogelijkheden voor individuele beïnvloeding van de temperatuur (zomer en winter)

Tabel 2 Grenswaarden weeguren Rgd voor computersimulaties – zomercomfort (gebaseerd op ISSO/SBR publicatie 354)

Klasse	Maximum aantal weeguren (uur)
A	100
B	150
C	250

Tabel 3 Grenswaarden luchtsnelheid ter beperking van tocht risico (bron NEN-EN-ISO 7730)

Activiteit	Ruimtetype	Klasse	Maximale luchtsnelheid(m/s)	
			Zomer (0,5 clo)	Winter (1,0 clo)
Voornamelijk zittend (1,2 met)	Kantoor, vergaderruimte, restaurant, klaslokaal e.d.	A	0,12	0,10
		B	0,19	0,16
		C	0,24	0,21
Voornamelijk staand (1,6 met)	Laboratorium, winkel, stabalie e.d.	A	0,16	0,13
		B	0,20	0,15
		C	0,23	0,18

Tabel 4 Grenswaarden verticaal verschil in luchttemperatuur tussen hoofd en enkels (resp. 1,1 en 0,1 m boven de vloer) (bron NEN-EN-ISO 7730)

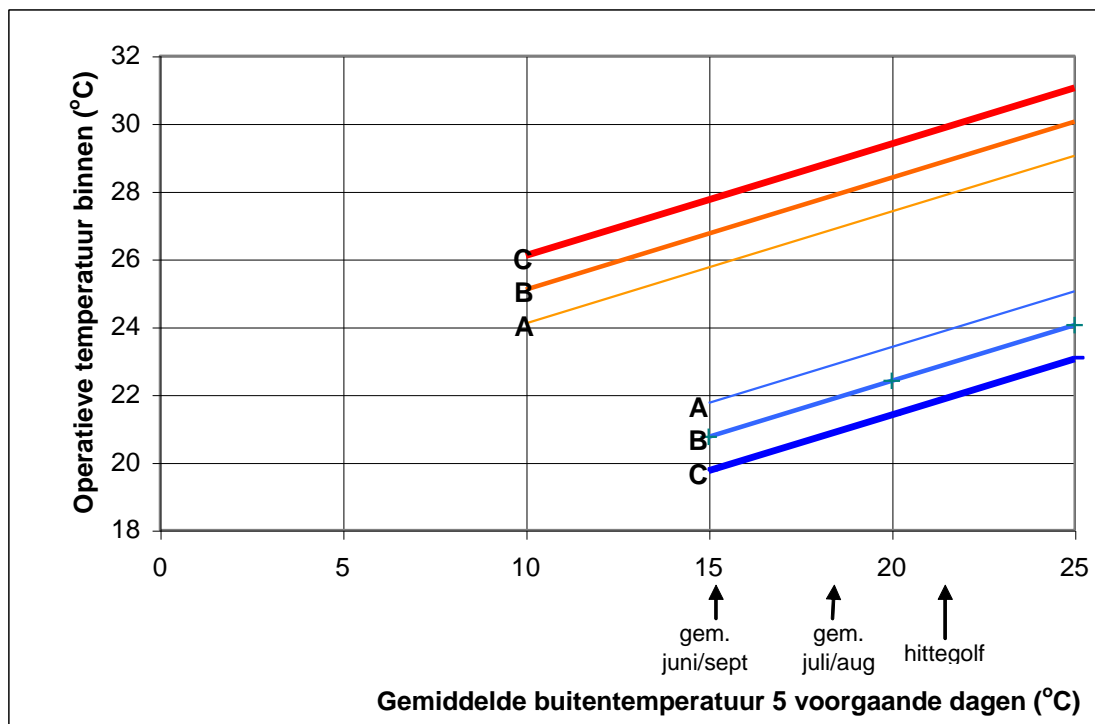
Klasse	Verticale temperatuurgradiënt (°C)
A	<2
B	<3
C	<4

Tabel 5 Grenswaarden stralingstemperatuurasymmetrie (bron NEN-EN-ISO 7730)

Klasse	Stralingstemperatuurasymmetrie (°C)			
	Warm plafond	Koude wand (glas)	Koud plafond	Warme wand
A	< 5	< 10	< 14	< 23
B	< 5	< 10	< 14	< 23
C	< 7	< 13	< 18	< 35

Tabel 6 Grenswaarden vloertemperatuur (gebaseerd op NEN-EN-ISO 7730)

Klasse	Vloertemperatuur (°C)
A	19 - 26
B	19 - 29
C	17 - 31



Figuur X: Maximum en minimum temperatuur in gebouwen met een hoge mate van gebruikersinvloed (geen strikt kledingprotocol, toegang tot te openen ramen, geen actieve koeling) voor de zomerperiode zoals vastgelegd in NEN-EN 15251. Merk op dat het op de horizontale als eigenlijk gaat om een *gewogen* gemiddelde buitentemperatuur over de voorgaande 5 dagen waarbij gisteren zwaarder weegt dan eergister etcetera.

Adaptieve temperatuurgrenzen

Onder bepaalde voorwaarden kan men ook zogenaamde adaptieve temperatuurgrenswaarden aanhouden.

Dit houdt in dat er voor de maximum binnentemperatuur 's zomers een waarde aangehouden wordt die 'mee glijdt' met de buitentemperatuur. Anders gezegd: op relatieve warme dagen wordt binnen een hogere temperatuur toe gelaten dan op gematigde dagen.

Adaptieve temperatuurgrenswaarden kunnen aangehouden worden in situaties dat aan de onderstaande 3 voorwaarden voldaan wordt:

- Er is voorzien in (vrijelijk) te openen ramen;
- Er is niet voorzien in een systeem voor actieve, mechanische koeling;
- Gebouwegebruikers mogen naar eigen inzicht hun kledingisolatie aanpassen (geen strikt kledingprotocol).

Voor meer informatie over adaptieve temperatuurgrenswaarden, zie [ISSO publicatie 74 "Thermische Behaaglijkheid"](#) en Annex A.2 van [NEN-EN 15251 "Binnenmilieu gerelateerde input parameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen"](#).

Zie ook figuur X.

5.5 Certificering

Er bestaat nog geen certificeringssysteem rond het thema (niet-industrieel) thermisch binnenklimaat.

6. Beheersmaatregelen

6.1 Arbeidshygiënische strategie

De arbeidshygiënische strategie is over het algemeen goed mogelijk bij problemen rond thermisch binnenklimaat. Met wel de opmerking dat aanpak aan de bron soms minder praktisch is, zie verder de volgende paragraaf.

6.2 Bronmaatregelen

Bij problemen met thermisch binnenklimaat zal de 'bron' soms het buitenmilieu zijn (koud winterweer, harde wind buiten, warm zomerweer met veel zoninstraling e.d.). Aanpak aan de bron is dan niet goed mogelijk. Wel kunnen er dan maatregelen 'zo dicht mogelijk aan de bron' genomen worden. Denk bijvoorbeeld aanbrengen van zonwering bij warmteklachten of bv. vervangen van enkel glas door dubbel glas bij koudeklachten. Per saldo wordt dan de overdracht (van warmte / koude) aangepakt. In andere situaties kan wel degelijk sprake zijn van bronaanpak. Denk bijvoorbeeld warmteklachten ten gevolge van een kopieerapparaat of apparatuur in een laboratorium.

Een ander voorbeeld is een klimaatinstallatie die tochtklachten geeft. Formele aanpak aan de bron zou in dit geval zijn het uitschakelen (of zelfs verwijderen) van de hele installatie. Een praktischer aanpak is natuurlijk het vervangen van het inblaasrooster door een rooster met een andere inblaaskarakteristiek.

6.3 Organisatorische maatregelen

In sommige gevallen zijn organisatorische maatregelen te nemen die de thermische behaaglijkheid op de werkplek verhogen. Voorbeelden hiervan zijn:

- Het invoeren van extra pauzes of het inkorten of vervroegen van werktijden op extreem warme dagen (tropenrooster).
- Toestaan afwijkingen van standaard kledingprotocol (kleding binnen) op extreem warme of extreem koude dagen. Dit geldt voor bijvoorbeeld baliepersoneel, luchtvaartpersoneel, advocaten, politie of beveiligingspersoneel.
- Verstrekken (extra) koude dranken op extreem warme dagen.
- Uitdelen van tafelventilatoren of mobiele airco-units op extreem warme dagen (tafelventilatoren werken vaak goed en kosten zo goed als geen energie in vergelijking met airco-units).
- Werkplekken verplaatsen (bv. weg van relatief grote, koude glasvlakken, onder 'tochtig' inblaasrooster vandaan).
- Zware lichamelijke inspanningen vermijden dan wel verminderen.
- Gelegenheid geven tot (vaker) omkleden en/of douchen.

6.4 Technische maatregelen

Per klachtencategorie zijn hieronder voorbeelden gegeven van technische maatregelen:

Koudeklachten 's winters

- Verbetering thermische isolatie van dichte geveldelen, dak en begane grond vloeren (en bv. vloeren boven parkeergarages);
- Vervangen slecht isolerend (enkel) glas door Hoog Rendement glas;
- Verbetering kierdichting van ramen en deuren in de gevel;
- Verbetering functioneren verwarming (bv. aanpassen stooklijn, aanpassen gebruikstijden verwarming);
- Aanbrengen van stralingswarmte (bv. middels radiatoren, klimaatplafonds, vloerverwarming) indien hierin nog niet is voorzien;
- Verbetering van de mogelijkheid voor persoonlijke beïnvloeding door radiatoren te voorzien van thermostatische regelkranen (per ruimte een bedienmogelijkheid).

Tochtklachten

- Verbetering kierdichting van ramen en deuren in de gevel;
- Vervangen slecht isolerend (enkel) glas door Hoog Rendement glas (indien tochtklachten in werkelijkheid koudestralingsklachten blijken te zijn);
- Verbetering uitzetmogelijkheid te openen delen (toevoegen kierstand voorziening zodat ook bij koud weer relatief tochtvrij bijgeventileerd kan worden);
- Vervang eventuele reguliere gevelroosters (die tot tocht hinder leiden) door zelfregelende, op de winddruk reagerende gevelroosters;
- Regel een mechanisch toevoersysteem (indien aanwezig) opnieuw in (indien tochtklachten te maken hebben met mechanische ventilatie). In sommige gevallen kan vervanging van de inblaasroosters in het plafond door een ander type ('beter inducerend') ook een oplossing zijn.

Warmteklachten 's zomers

- Beperken externe warmtelast (zoninstraling) bv. door aanbrengen buitenzonwering, verbetering regeling bestaande zonwering (bij voorkeur handmatige regeling gecombineerd met centrale periodieke regeling), vervanging glas door zonwerend glas (mits niet te donker, LTA waarde > 0,60), plaatsing loofbomen voor gevel etc.;
- Beperken interne warmtelast bv. door vermindering bezettingsgraad (minder mensen / computers per m²), naar elders verplaatsen van warmteproducerende apparatuur als printers, vervanging van sterk warmteproducerende (oude) verlichting door energiezuinige moderne verlichting.
- Verhoging van de thermisch actieve massa van het gebouw (bv. door een thermisch gesloten plafond weer open te maken);
- Verbetering van de spui ventilatievoorzieningen (meer te openen delen, betere uitzetmechanismen). Let op: op heel warme dagen zal de temperatuur binnen hier hoger door worden – tegelijkertijd wordt de gemiddelde luchtsnelheid binnen echter hoger wat juist verkoelend werkt);

- Verbetering van het functioneren van het luchtbehandelingsysteem / de centrale koeling (indien aanwezig). C.q. verhoging van de koelcapaciteit;
- Het beperken van de warmte van platte daken door de daken nat te sproeien.

Lokaal discomfort

Overige lokaal thermisch comfortklachten (bv. hinder door warmtestraling) vragen vaak om een heel specifieke aanpak. Daarom zijn hier verder geen standaard oplossingen gegeven daarvoor.

Individuele regelbaarheid

Niet ieder mens reageert het zelfde op temperatuur. Individuele beïnvloedingsmogelijkheden kunnen dit ondervangen. Zorg per ruimte voor minimaal één regelvoorziening waarmee de temperatuur met + of - 2 °C is bij te regelen.

Kansen bij nieuwbouw of renovatie

Het beste is natuurlijk klachten voor te zijn door gebouwen en klimaatinstallaties specifiek te ontwerpen op een goed binnenklimaat. Dit betekent meer dan alleen het ontwerpen op de minimumeisen vastgelegd in het Bouwbesluit. Hierin staat bijvoorbeeld niets over minimum en maximum temperaturen. Zie een nieuwbouw- of renovatietraject als de ultieme kans om een comfortabel en productiviteitstimulerend binnenklimaat te realiseren.

6.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Onder gematigde thermische omstandigheden zijn persoonlijke beschermingsmiddelen niet van toepassing. Voor extreme omstandigheden wel.

7. Medisch Onderzoek

7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten

Acute gezondheidseffecten ten gevolge van een inadequaat thermisch binnenklimaat zijn zeldzaam. Wel is bekend dat bij hoge binnentemperaturen (boven 30 - 35°C) sprake is van een verhoogde kans op complicaties bij mensen met hart- en vaatziekten. Zie verder de paragraaf 1.1 Beschrijving effecten en paragraaf 7.3 Kwetsbare groepen.

Extreme omstandigheden

Informatie over gezondheidseffecten onder extreme temperatuursomstandigheden is te vinden in de dossiers: [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

7.2 (Vroeg)diagnostiek en begeleiding/behandeling

Dit is niet van toepassing bij gematigde thermische omstandigheden. Voor vroegdiagnostiek bij extreme klimaatomstandigheden zie de dossiers: [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

7.3 Kwetsbare groepen

Of in een bepaalde ruimte klachten zijn over het thermisch binnenklimaat hangt in de eerste plaats af van gebouwkenmerken, klimaatinstallaties en gebruik. In sommige gevallen kan echter ook de verminderde belastbaarheid van de persoon in de ruimte een rol spelen. Houd hier bij het uitvoeren van binnenklimaatonderzoek rekening mee.

Kwetsbare groepen ten aanzien van het thermisch binnenklimaat zijn:

- Ouderen. Zij zijn vaak minder fit.
- Mensen met overgewicht.
- Mensen met een verhoogde stollingsneiging (o.a. pilgebruik, overgewicht, operaties, infecties) in combinatie met zware inspanning in warmte, waardoor dehydratie kan ontstaan. Zij kunnen hierdoor een trombosebeven tot zelfs een longembolie ontwikkelen (Sandbrink en Kolbach, 2004).

- Gebruikers van bepaalde typen medicijnen, bv. bètablokkers, digitalis, plasmiddelen/ diuretica voor hoge bloeddruk of hartklachten, anticholinergische geneesmiddelen, barbituraten, stimulantie, etc.
- Psychiatrische patiënten (met name gevoelig voor hoge temperaturen).
- Mensen met anorexia. Zij zijn met name gevoelig voor lage temperaturen, maar ook voor warmte.
- Mensen met huidaandoeningen. Huidaandoeningen kunnen worden veroorzaakt of verergerd door koude, droge lucht, warmte in combinatie met vocht of van koude naar warmte (Kremer et al, 2004).
- [Astma](#) kan ontstaan door warmte, koude lucht, temperatuurswisselingen, die een specifieke prikkel vormen voor de luchtwegen, die daarop vernauwen.
- Kinderen (van belang in bv. kinderdagverblijven en scholen).

Voor extreme omstandigheden zie de dossiers: [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

7.4 Preventief medisch onderzoek

Het (niet-industrieel) thermisch binnenklimaat is niet iets wat standaard wordt meegenomen bij een preventief medisch onderzoek. Vaak is dit ook niet nodig. Indien men in een vragenlijst voor dergelijk onderzoek toch een aantal vragen over het thermisch binnenklimaat wil opnemen, kunnen dat bijvoorbeeld zijn:

- Heeft u, wanneer u in het gebouw bent, vaak last van hoofdpijn of een zwaar hoofd?
- Heeft u, op uw werkplek, vaak last van (ongewone) vermoeidheid?
- Vindt u het vaak te warm op uw werkplek?
- Vindt u het vaak te koud op uw werkplek?
- Heeft u, op uw werkplek, vaak last van tocht?

Voor werknemers die werken onder extreme thermische omstandigheden is het wel van belang dat het klimaat wordt meegenomen in preventief medisch onderzoek. Zie hiervoor de dossiers: [extreme koude](#) en [extreme hitte](#).

Voor de vorm en de inhoud van het Preventief Medisch onderzoek wordt u verwezen naar de relevante: [NVAB-leidraad en NVAB-richtlijnen](#) voor het specifieke belaste orgaansysteem (bv. huid of hart en vaatstelsel) of gezondheidstoestand (zwangerschap). Het doel hiervan kan zijn om tijdig kwetsbare groepen of risicogroepen te ontdekken en door adequate begeleiding (verdere) gezondheidsschade te voorkomen.

8. Werkgeversverplichtingen

De Arboret verplicht de werkgever om de arbeidsomstandigheden (inclusief het thermisch binnenklimaat op de werkplek) zo goed mogelijk te maken (artikel 3, lid 1). E.e.a. betekent dat de werkgever er 'voor zover redelijkerwijs mogelijk' voor moet zorgen dat er dusdanige voorzieningen zijn dat een goede temperatuur op de werkplek is gegarandeerd.

Gedrag

De leidinggevende heeft in het kader van het thermisch binnenklimaat een ondersteunende rol. Te denken valt aan goede voorlichting dat een gedragsbepalende en motiverende invloed heeft.

9. Werknemersverplichtingen

De werknemer is verplicht om de door de werkgever ter beschikking gestelde voorzieningen (denk aan zonwering, koelunits, temperatuurknoppen) te gebruiken conform de instructies.

Gedrag

Het gedrag van de individuele werknemer wordt beïnvloed door het binnenklimaat (zie ook: paragraaf 1.1 Beschrijving effecten).

De mens kan warmte en kou slechts effectief het hoofd bieden, door zijn gedrag aan te passen. Van de medewerker wordt verwacht dat deze in extreme binnenklimaat omstandigheden hierop inspeelt.

Bij warmte:

- Het dragen van luchtige kleding, liefst katoen
- Veel meer drinken
- Geen gebruik van alcohol
- Bij medische problemen: advies van bedrijfsarts vragen

Bij koude:

- De te dragen kleding aanpassen aan de omstandigheden

10. Werknemersrechten

10.1 Rechten individuele werknemer

Formeel gezien heeft een kantoorwerker of aanverwante werker in de niet-industriële sfeer recht op niet meer dan een werkplek waar extreme klimaatomstandigheden zijn voorkomen.

Vroeger had de kantoorwerker formeel recht op een binnenklimaat dat voldoet aan de eisen uit NEN-ISO 7730. Eind 2006 is de desbetreffende bepaling echter uit het Arbobesluit geschrapt, zie ook: paragraaf 4.3 Arboregelingen.

Het is echter wel zo dat de werkgever nog steeds verplicht is rekening te houden met de persoonlijke eigenschappen van de werknemer bij de inrichting van de arbeidsplaats (Arbowet artikel 3 lid 1c). Dit betekent bijvoorbeeld dat bij het beheer van klimaatinstallaties (voor zover redelijkerwijs mogelijk) rekening gehouden wordt met individuele verschillen in temperatuurbeleving.

10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan

Niet van toepassing. Formeel gezien heeft een kantoorwerker of aanverwante werker in de niet-industriële sfeer recht op niet meer dan een werkplek waar extreme klimaatomstandigheden zijn voorkomen.

11. Praktijkverhalen

Case 1: Tochtklachten in een call center

De telefonisten in een call center hebben met name 's winters last van tocht. De vraag van opdrachtgever was 'zijn de klachten terecht, en zo ja: wat is eraan te doen?'

Een duurmeting (in november, gemiddelde buitentemperatuur 3 tot 12°C) met een klimaatboom van luchttemperatuur, stralingstemperatuur, luchtsnelheid en luchtvochtigheid leerde het volgende:

- De operatieve temperatuur ligt binnen de NEN-EN ISO 7730 comfortrange voor het stookseizoen (20-24°C).
- De luchtsnelheid ligt een aanzienlijk deel van de meettijd (> 30%) boven de maximum luchtsnelheid zoals aangegeven in NPR CR 1752 (klasse B) voor het stookseizoen (0,15 m/s), zie figuur 8.6; oorzaak van de hoge luchtsnelheden bleek een relatief lekke gevel plus gebruik van gevelroosters van het type open □ dicht, niet winddruk geregeld.
- In de zone tot circa twee meter afstand van de gevel (enkel glas) □ waar een deel van de werkplekken stond opgesteld □ was een aanzienlijk deel van de meettijd sprake van een hinderlijk grote (horizontale) stralingsasymmetrie (groter dan de in NPR CR 1752 voor klasse B toegestane stralingsasymmetrie t.g.v. een koud verticaal vlak (raam) à 10 K); dergelijke stralingsasymmetrie wordt in de praktijk vaak ook als 'tocht' ervaren.

Er werd geadviseerd om:

- Het enkel glas door dubbel glas te vervangen.
- Kieren in de gevel te dichten.
- De gevelroosters te vervangen door moderne, winddrukafhankelijke, zelfregelende ventilatieroosters.

Case 2: Warmteklachten in een spoelkeuken

De klimaatinstallatie van een spoelkeuken van een ministerie werd zo ontworpen, dat het onder alle omstandigheden ongeveer 20-22°C zou blijven in de ruimte (ingestelde standaardwaarde voor alle keukenruimten). Sinds de ingebruikname heeft het keukenpersoneel klachten over een 'te hoge temperatuur' in de spoelkeuken (aparte ruimte). Metingen van de Technische Dienst toonden aan dat de ontwerpwaarden keurig werden gehaald.

Bij het ontwerp was over het hoofd gezien dat de medewerkers in de spoelkeuken overjassen dragen (= verhoogde kledingweerstand), dat ze relatief veel lopen en tillen (= verhoogd activiteitsniveau) en dat er sprake is van een ongewoon hoge luchtvochtigheid (damp afkomstig van afwasmachines). Met de norm NEN-ISO 7730 kon worden bepaald dat gegeven de omstandigheden in de spoelkeuken een temperatuur van 20°C overeenkwam met een PMV-waarde van +2 ('warm'). Om een neutrale PMV te bereiken (PMV=0,0) zou het setpoint van de klimaatinstallatie voor de spoelkeuken moeten worden verlaagd tot 17-18°C, bij extreme drukte (= extra hoog metabolisme, extra productie van waterdamp) zelfs tot 15°C.

Case 3: De verborgen temperatuuropnemer

In een kleinschalig kantoorgebouw (1200 m²) met centrale verwarming en een beperkt mechanisch ventilatiesysteem (met enige voorverwarming in de luchtbehandelingkast en een recirculatiesectie) heeft men met name 's winters koudeklachten, vooral 's ochtends.

De onderhoudsdienst heeft het probleem al trachten op te lossen door de inblaastemperatuur van het mechanisch ventilatiesysteem te verhogen. Dit hielp iets maar niet genoeg. Daarbij klaagt men sindsdien ook over 'droge lucht' en irritaties van keel, neus en ogen.

Indicatieve metingen ter plekke (in februari) leerden het volgende:

- De temperatuur ligt in veel ruimten 1 à 2 uur na aanvang werktijd nog steeds onder de 20°C.
- De oppervlaktetemperatuur van de radiatoren is relatief laag (circa 50°C) gegeven de winterse buitentemperatuur.
- De temperatuur van de via de plafondroosters ingebracht ventilatielucht is relatief hoog (23°C).

Tijdens een rondgang door het gebouw bleek dat de centrale temperatuuropnemer binnen die de centrale verwarmingsketel aanstuurt (watertemperatuur) op de gang achter de cola-automaat hing. Dit betekent dat er continu geregeld wordt op een gemeten binnentemperatuur die dus verre van representatief voor de gemiddelde werkruimte is.

Er werd geadviseerd om de temperatuuropnemer naar een qua warmtebelasting/bezettingsgraad representatieve werkruimte te verplaatsen, en om tegelijkertijd het moment van inschakeling van de cv-installatie op werkdagen te vervoegen van 7.30 naar 6.30 uur. Tegelijkertijd was het advies om de setpointtemperatuur van de luchtbehandelingkast (mechanische ventilatie) met 3°C te verlagen. Dit aangezien luchtkwaliteitsklachten en slijmvliesirritaties onvermijdelijk zijn bij een te hoge temperatuur van het verwarmingsblok in de luchtbehandelingkast dus bij een hoge inblaastemperatuur.

Een evaluatie zes weken later leerde dat de temperatuurklachten grotendeels verdwenen waren en dat het aantal luchtkwaliteitsklachten sterk was afgenomen.

Verder lezen

Zie ook: www.arboplus.nl

12. Referenties

Meer informatie

- Boerstra AC (red). *Arbo-Informatieblad 24 – Binnenmilieu (Hst 2 'Thermisch binnenklimaat')*. SdU, Den Haag, 2006.
- Havenith G. *Arbothemacahier Werken onder warme omstandigheden*. SdU, Den Haag.
- Zie: [Houtman I. Van den Berg R. Zogenaamde lage risico's in Nederland: welke regels vinden medewerkers belangrijk om in de Arboret te handhaven en wat zijn de gevolgen van het schrappen van deze regels? TNO Hoofddorp, 2005](#)
- ISSO, *Kleintje Binnenklimaat*, ISSO, Rotterdam, 2005.
- Joode de EA, Brand T. *Fysische werkfactoren en de zwangerschapsuitkomsten*. TBV 2006;14 (9): 410-411.
- Kremer AM, Heuvel van den SG, Jettinghoff, Putten van DJ. *WAO-instroom door werkgebonden aandoeningen van de huid en luchtwegen*. TBV 2004;12 (9): 259-266.
- Rijksgebouwendienst, *Wettelijke eisen en Rgd-richtlijnen voor bouwfysica*, VROM/Rijksgebouwendienst, Den Haag, 1994
- Studierapport 83, *Gezondheidsklachten en klachten over het binnenklimaat in kantoorgebouwen met tabellen en bijlagen (S83-1)*, Sdu/Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag, 1990
- ISSO research rapport 5, *Ontwerp binnencondities en thermische behaaglijkheid in gebouwen*, ISSO, Rotterdam, 1990.
- ISSO publicatie 19, *Thermisch binnenklimaat: aanbevelingen*, ISSO, Rotterdam, 1990.
- ISSO publicatie 74, *Thermische Behaaglijkheid: eisen voor de binnentemperaturen in gebouwen*, ISSO, Rotterdam, 2004.
- Sandbrink MWC, Kolbach DN. *Diep veneuze trombose voor de bedrijfsarts*. TBV 2004;12 (4): 112-116.
- SBR, *Praktijkboek Gezonde Gebouwen*, onder andere cahier R2 *Binnenmilieu Prestatie-eisen Kantoorgebouwen* en cahier T4 *Thermisch Binnenklimaat Utiliteitsbouw*. Stichting Bouwresearch, Rotterdam, 1996+.
- Zweers, T., L. Preller, B. Brunekreef and J.S.M. Boleij, 'Health and indoor climate complaints of 7043 office workers in 61 buildings in the Netherlands', *Indoor Air* 92:2 (1992) 127-136
- Boerstra AC, Olesen B, Seppänen O. *Nieuwe EPBD gerelateerde binnenmilieunorm*. VV+ 2007;64(6):378-383. Over NEN-EN 15251.

Internet

www.arboplus.nl/preventie/klimaat/

www.arbobondgenoten.nl/arbothem/fysisch/klimaat/klimaat.htm - (Dossier Warm en koud op het werk van FNV Bondgenoten.)

aibladen.sdu.nl site waar je o.a. de Arbothemacahiers en de AI-bladen kan inzien tegen betaling

www.arbo.startpagina.nl (deel 'Binnenklimaat')

<http://www.arbo-advies.nl/Klimaat.htm>

www.bouwbesluitonline.nl

www.utwente.nl/pao/info_voor/medewerkers/arbo/arbo/klimaat_werkoppervlakte/

www.rijksgebouwendienst.nl

Specifiek (eisen RGD o.a. op gebied van temperatuur): www2.vrom.nl/pagina.html?id=5781

www.arbo.favos.nl

www.nvab-online.nl specifiek voor de relevante NVAB-richtlijnen en -leidraad

www.knmi.nl

www.tvvl.nl

www.uneto-vni.nl

www.isso.nl

www.efanet.org

www.aivc.org

13. Referentie auteurs

Atze Boerstra (arbeidshygiënist)
Peter Coffeng (bedrijfsarts)
Steven van der Minne (veiligheidskundige)
Peter Scheers (arbeids- en organisatiedeskundige)

14. Peer Review

Het arbodossier is beoordeeld door een deskundige die niet verbonden is aan het project. De reacties van deze 'peer review' zijn verwerkt in het dossier.

Dit arbodossier is beoordeeld door:

Drs. J.L. Leijten
Ing. S.R. Kurvers
Onderzoekers bij TU Delft faculteit Bouwkunde, Afdeling Bouwtechnologie, Sectie Climate design & Sustainability en
Consultants bij Apogeum Binnenklimaat Consult

Deze deskundige wil het onderstaande nog toevoegen over het dossier:

1 REACTIE OP DOSSIER THERMISCH BINNENKLIMAAT – EISEN THERMISCH BINNENKLIMAAT

In het *Dossier Thermisch Binnenklimaat* worden in het deel *Eisen Thermisch Binnenklimaat* eisen gegeven voor het thermisch binnenklimaat. Deze eisen kenmerken zich door het volgende:

- Vrijwel alle eisen zijn geformuleerd als kwantitatieve grenswaarden. In sommige gevallen wordt geëist dat er mogelijkheden zijn voor individuele beïnvloeding van de temperatuur, een kwalitatieve eis.
- De eisen voor de verschillende aspecten zijn alle geformuleerd volgens een drie klassen-systeem, waarbij klasse A wordt gedefinieerd als 'zeer goed', klasse B als 'goed' en klasse C als 'acceptabel'.

De auteurs van deze reactie stellen een andere manier voor om eisen voor het thermisch binnenklimaat te stellen, die meer en beter gebruikt maakt van de beschikbare wetenschappelijke kennis en daardoor betere garanties biedt voor een gezond en comfortabel thermisch binnenklimaat. De belangrijkste verschillen met de eisen in het *Dossier Thermisch Binnenklimaat* zijn:

- a. Naast kwantitatieve grenswaarden worden ook kwalitatieve eisen opgenomen.
- b. In plaats van drie klassen wordt uitgegaan van één niveau.

Ad a.

Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat de *manier waarop* het thermisch binnenklimaat wordt gerealiseerd even belangrijk is als het precies voldoen aan kwantitatieve grenswaarden. Het alleen stellen van kwantitatieve grenswaarden geeft onvoldoende garantie voor een goed thermisch binnenmilieu. Daarom zijn naast kwantitatieve grenswaarden ook kwalitatieve eisen nodig.

Voorbeelden van kwalitatieve eisen betreffende het thermisch binnenklimaat zijn:

- beperking van de externe warmtelast
- beperking van de interne warmtelast
- gebruik van warmteaccumulerende bouwmassa en nachtventilatie
- scheiding van verwarming/koeling en ventilatie
- gebruik van stralingsverwarming i.p.v. luchtverwarming
- door de werknemers te bedienen temperatuurregeling per werkruimte
- te openen ramen

Ontwerpdoelen en ontwerpmethoden

Zowel in Nederland als internationaal bestaat een trend om ontwerpmethodes voor nieuwe gebouwen te formuleren als specificaties van prestaties en niet als specificaties van ontwerpmethoden. De *Eisen Thermisch Binnenklimaat* in het *Dossier Thermisch Binnenklimaat* doen dit ook. De meest genoemde

reden daarvoor is dat specificaties van middelen technologische innovaties en ontwerpvrijheid in de weg kunnen staan, terwijl specificaties van doelen dat niet doen. Dit is echter meestal niet het geval.

Specificaties van doelen kunnen innovatie net zo goed in de weg staan als specificaties van middelen. Een voorbeeld. De Nederlandse richtlijnen voor ventilatiehoeveelheden in kantoorruimten variëren van 30 tot 40 m³/h/persoon. Dit komt overeen met de 36 m³/h/persoon die internationaal geaccepteerd wordt. Uit onderzoek blijkt dat wanneer de enthalpie van de lucht relatief hoog is (45-58 kJ/kg), deze ventilatiehoeveelheid zeker nodig is. Maar wanneer de enthalpie relatief laag is (35 kJ/kg, in dit geval 20°C en 40% RH) blijkt een ventilatiehoeveelheid van ca. 12 m³/h/persoon voldoende te zijn voor een acceptabele binnenluchtkwaliteit (aantal ontevredenen <10%), zelfs met realistische verontreinigingniveaus. Dit biedt de mogelijkheid gebouwen te ontwerpen met lagere ventilatiehoeveelheden, door de stralingstemperaturen te verhogen en de luchttemperaturen te verlagen en/of door de toegevoerde lucht te ontvochtigen. Maar ook deze innovatie wordt uitgesloten door de huidige normen, die specificaties van doelen zijn.

Specificaties van doelen kunnen alleen de prestatie van een ontwerp in de ontwerpfase specificeren, en niet de prestatie in de praktijk. Als daartussen een discrepantie bestaat, kunnen doelspecificaties alleen niet zorgen voor een goede prestatie. In dat geval zijn aanvullende specificaties van middelen (bijv. bronbeheersing, vermijden van recirculatie, scheiding van verwarming en ventilatie) nodig om een goede prestatie in de praktijk te garanderen.

Er zijn geen wetenschappelijke of juridische argumenten om alleen doelspecificaties toe te passen. Bovendien staat een strikt verbod op specificatie van middelen een maximale bescherming van de gezondheid in de weg. Ontwerpspecificaties voor een nieuw gebouw moeten altijd een afgewogen mix moeten zijn van middel- en doelspecificaties. Deze mix moet zodanig worden afgestemd dat zowel de gezondheid als de productiviteit gegarandeerd zijn, en dat de mogelijkheden voor innovatieve ontwerpen en technologieën optimaal worden benut. Ook wanneer bij een ontwerp een dergelijke afgewogen mix van eisen is geformuleerd, kan het zijn dat hiervan wordt afgeweken omdat gebruik wordt gemaakt van nieuwe wetenschappelijke kennis of innovatieve technologie die niet bij het opstellen van de mix is betrokken. In dat geval dient er een deugdelijke onderbouwing voor te zijn dat de innovatieve ontwerpvariant evenveel bescherming biedt als de oorspronkelijke mix van eisen. Uiteindelijk is beoordeling van en advies over een ontwerp altijd maatwerk dat gebaseerd is op het totaal van beschikbare relevante wetenschappelijke kennis.

Ad b.

Omdat bij drie klassen-systemen (A, B, C), een onderscheid wordt gemaakt tussen “goed” en “zeer goed”, leidt dit in een aantal gevallen tot de volgende problemen:

- De eisen van de A-klasse worden zo hoog gekozen dat het risico bestaat dat het kwaliteitsniveau juist wordt verlaagd. Een voorbeeld hiervan betreffende thermisch binnenklimaat is het beperken van het aantal overschrijdingsuren. Dit zal het thermisch comfort niet of nauwelijks beïnvloeden, maar vergroot wel de kans aanzienlijk dat mechanische koeling noodzakelijk is, met als gevolg dat de kans op ontevredenheid over de luchtkwaliteit en op lichamelijke klachten toeneemt.
- De eisen van de B-klasse worden zo laag gekozen dat niet meer voldaan wordt aan de optimaliseringsverplichting. Een voorbeeld hiervan is wanneer een door de werknemers te bedienen temperatuurregeling wordt gereserveerd voor de A-klasse. Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat het ontbreken van zo'n temperatuurregeling een van de belangrijkste oorzaken is van ontevredenheid over het thermisch binnenklimaat en over de luchtkwaliteit. Dit betekent dat voor het in het ABC-systeem als “goed” gedefinieerde B-gebouw een onontbeerlijke voorwaarde voor een goed thermisch binnenklimaat ontbreekt.

Deze problemen worden voorkomen door voor het beoordelen van *nieuwe situaties* voor een systeem met één niveau te kiezen. Hierbij wordt om te beginnen uitgegaan van de volgende belangrijke verplichtingen in de Arbowet:

- Artikel 3.1.a van de Arbowet houdt het optimaliseringsbeginsel in: de werkgever moet de arbeidsomstandigheden zo goed mogelijk maken, tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden gevergd. Dit laatste is het geval indien de positieve effecten van een maatregel voor de arbeidsomstandigheden (de verhoging van het beschermingsniveau) niet opwegen tegen de negatieve effecten van die maatregel voor de werkgever. Deze negatieve effecten kunnen van technische, praktische of financiële aard zijn.

- Volgens artikel 3.1.b van de Arbowet moeten, tenzij dit niet redelijkerwijs kan worden gevergd, de gevaren en risico's voor de veiligheid of de gezondheid van de werknemer zo veel mogelijk in eerste aanleg bij de bron daarvan worden voorkomen of beperkt.
- Volgens artikel 3.1.c van de Arbowet moet de inrichting van arbeidsplaatsen zoveel als redelijkerwijs kan worden gevergd aan de persoonlijke eigenschappen van werknemers zijn aangepast.

Uitgaande van:

- de hierboven genoemde wettelijke verplichtingen
- de stand van wetenschappelijke kennis en techniek
- marktconforme of gebruikelijke kostenniveaus bij kantoorhuisvesting

kan een zogenaamd *Optimaal Niveau* worden vastgesteld, dat voldoet aan het volgende:

1. Het Optimale Niveau leidt in de praktijk tot weinig of geen ontevredenheid of klachten. Voor zover dosis-effect-relaties bekend zijn betekent dit een keuze voor een 90% tevredenheid, gedurende 90% van de tijd of 80% acceptatie of zo dicht mogelijk hierbij als redelijkerwijs gevergd kan worden.
2. Het verder aanscherpen van kwantitatieve of kwalitatieve eisen t.o.v. het Optimale Niveau is niet nodig en/of niet gewenst om een van de volgende drie redenen:
 - Verdere aanscherping geeft niet meer bescherming maar wel meer kosten.
 - De extra bescherming is zo gering dat dit niet in verhouding staat tot de hogere kosten.
 - Verdere aanscherping leidt mogelijk juist tot een lager beschermingsniveau. Een voorbeeld hiervan is het aanscherpen van het aantal overschrijdingsuren.
3. Lagere eisen stellen dan het Optimale Niveau is in strijd met het optimalisatiebeginsel, omdat het optimaal niveau zodanig is gekozen dat nergens een substantieel kostenvoordeel voor de werkgever behaald kan worden zonder wat betreft beschermingsniveau duidelijk uit te komen onder wat marktconform of gebruikelijk is bij kantoorhuisvesting.

Een voorbeeld van eisen voor het thermisch binnenklimaat volgens het Optimale Niveau wordt gegeven in bijlage 5 van de Praktijkgids Arbeidshygiëne "Arbo-advisering bij nieuwe huisvesting, nieuwbouw, renovatie en huren van Kluwer.