



Klimaatplafonds, BKA en wand- en vloerverwarming

Vergelijking van systemen

ing. Harry Bruggema, Peutz bv

Zoetermeer (NL)
Mook (NL)
Düsseldorf (D)
Paris (F)
Leuven (B)
London (GB)

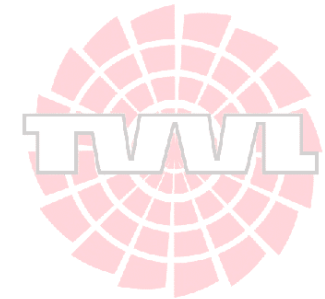
AKOESTIEK EN BOUWFYSICA
LAWAIBEHEERSING
MILIEUTECHNOLOGIE
BRANDVEILIGHEID

PEUTZ

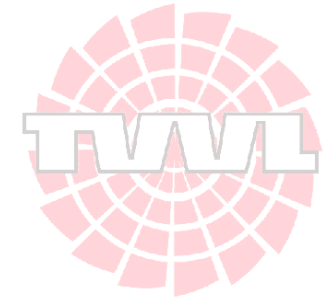
www.peutz.nl

Introductie

- ❑ Vergelijking van systemen die geschikt zijn voor LTV/HTK
- ❑ Deel van de systemen maakt gebruik van de bouwmassa
- ❑ Warmteoverdracht door straling en convectorie
- ❑ Water als energiedrager, alleen 'leeflucht'



Overzicht lezing

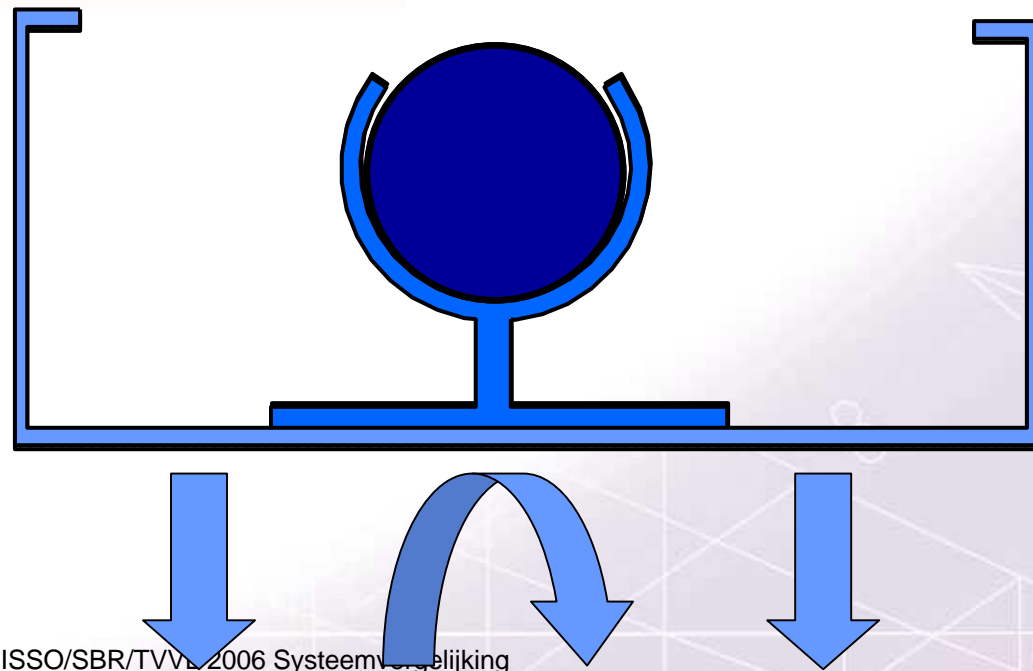


- Beschrijving systemen
 - Klimaatplafonds
 - Vloerverwarming/koeling
 - Betonkernactivering
 - Wandverwarming/koeling
- Eigenschappen
 - Warmteoverdracht
 - Thermische traagheid en buffering
 - Thermische behaaglijkheid
 - Ruimteakoestiek en ruimteafwerking
- Vergelijking en conclusies

Wat is een klimaatplafond



- ❑ Metalen plafondconstructie
- ❑ Voorzien van watervoerend systeem
- ❑ Waarmee d.m.v. straling en convection wordt gekoeld en/of verwarmd
- ❑ ISSO publicatie 48

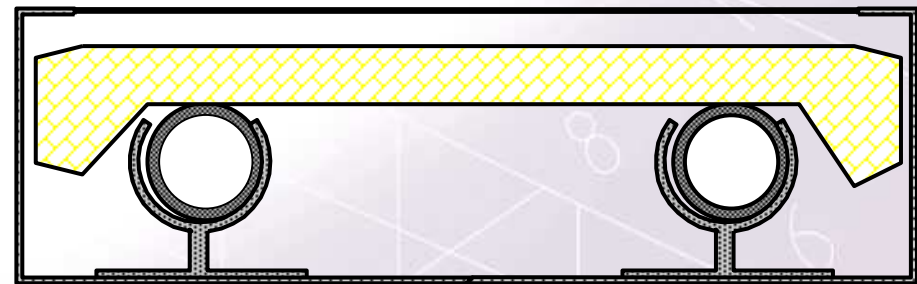
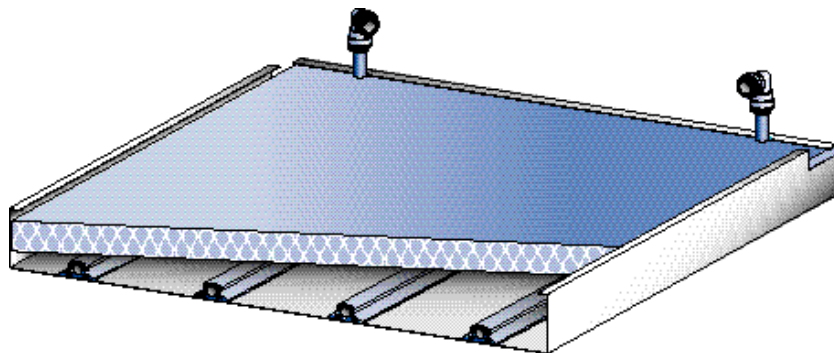


Klimaatplafonds

Geïntegreerd systeem



- ❑ Metalen plafond paneel
- ❑ Ingelijmde
warmteoverdrachtprofielen
- ❑ Voorzien van watervoerende
buizen
- ❑ Isolatiemateriaal
- ❑ Afdekplaat t.b.v. geluidisolatie

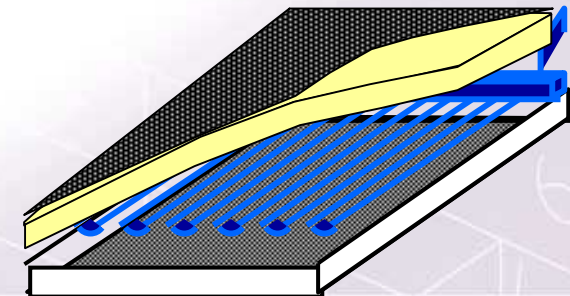


Klimaatplafonds Inlegsysteem

- ❑ Metalen plafond paneel
- ❑ Watervoerend inlegelement of -mat
- ❑ Geïntegreerde water-verdeler
- ❑ Isolatiemateriaal
- ❑ Afdekplaat t.b.v. geluidisolatie



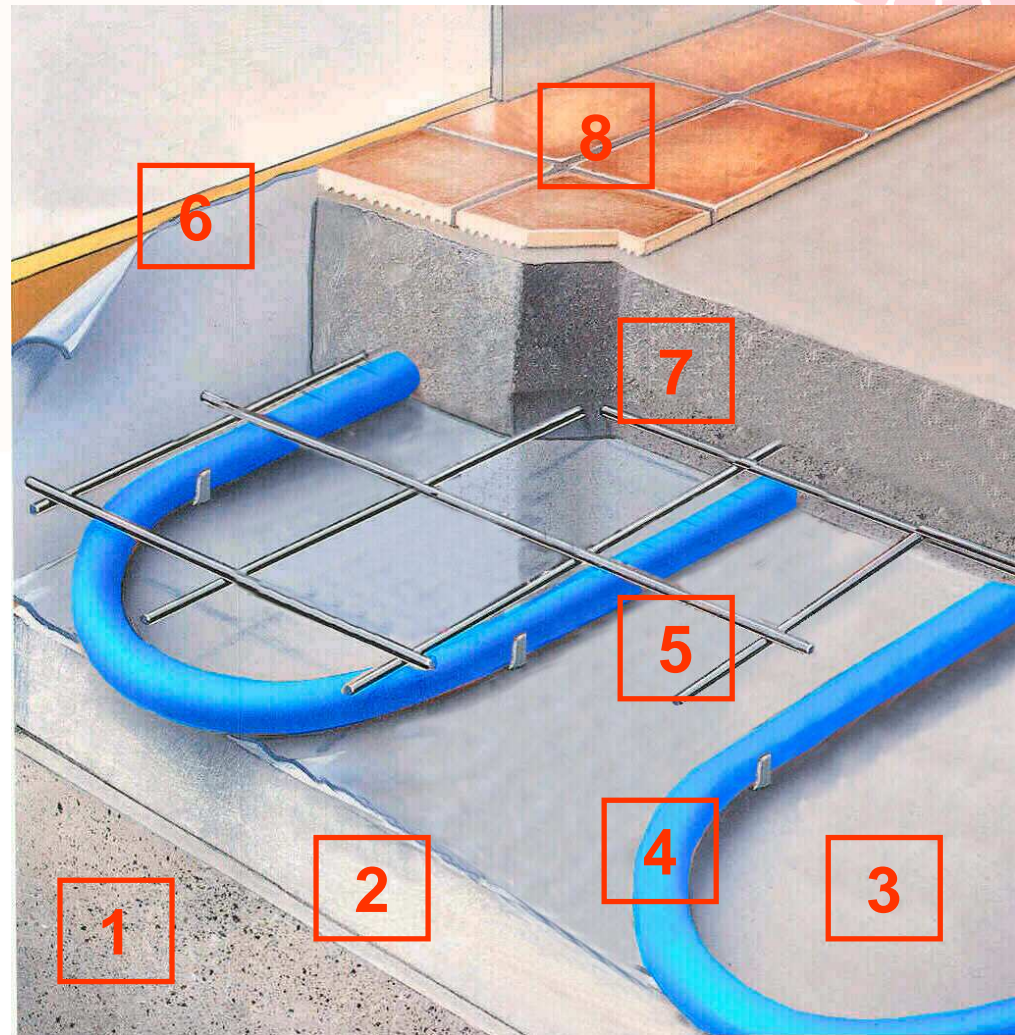
Koper of aluminium drager



Vloerverwarming/koeling

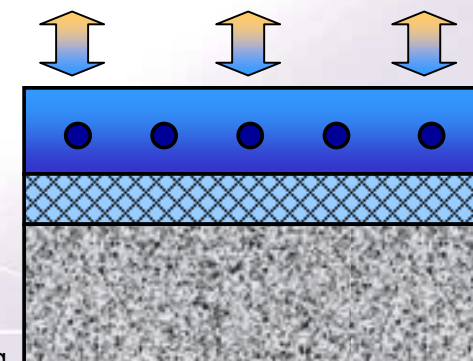
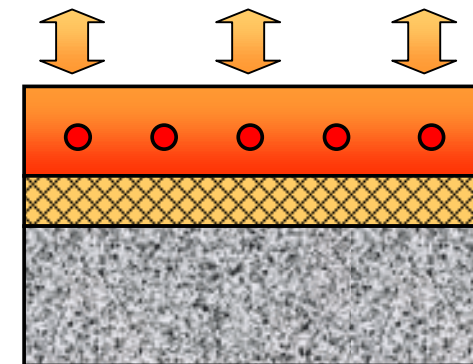
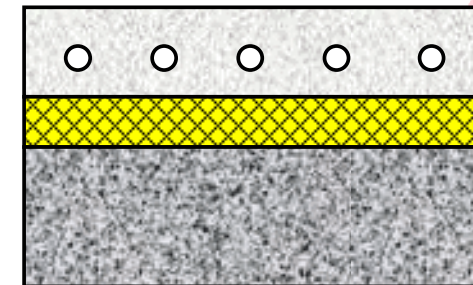


- 1 Draagvloer
- 2 Isolatie
- 3 Folie
- 4 Leidingnet
- 5 Wapening
- 6 Randisolatie
- 7 Dekvloer
- 8 Vloerafwerking



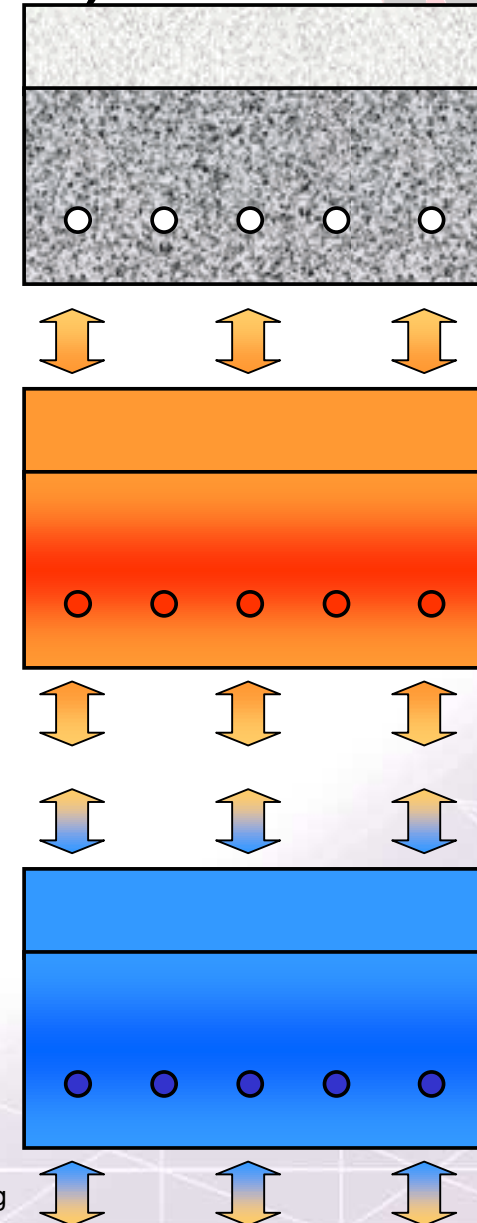
Vloerverwarming/koeling

- ❑ Activering in de dekvloer
- ❑ Dekvloer veelal d.m.v. isolatie gescheiden van draagvloer
- ❑ Met name dekvloer thermisch actief, dus warmte-uitwisseling aan de bovenkant
- ❑ Ook in lichte vloeren mogelijk, met dekvloer van plaatmateriaal
- ❑ ISSO publicatie 49



Betonkernactivering (BKA)

- ❑ Thermische benutting van de gebouwmassa
- ❑ Thermisch activeren
- ❑ Leidingnet voor koelen / verwarmen in de betonnen draagvloer
- ❑ De massa van de vloerconstructie wordt geconditioneerd
- ❑ Kan energie uitwisselen met de ruimten aan de boven- en onderkant
- ❑ Plaats leidingnet kan in hoogte verschillen



Betonkernactivering (BKA)

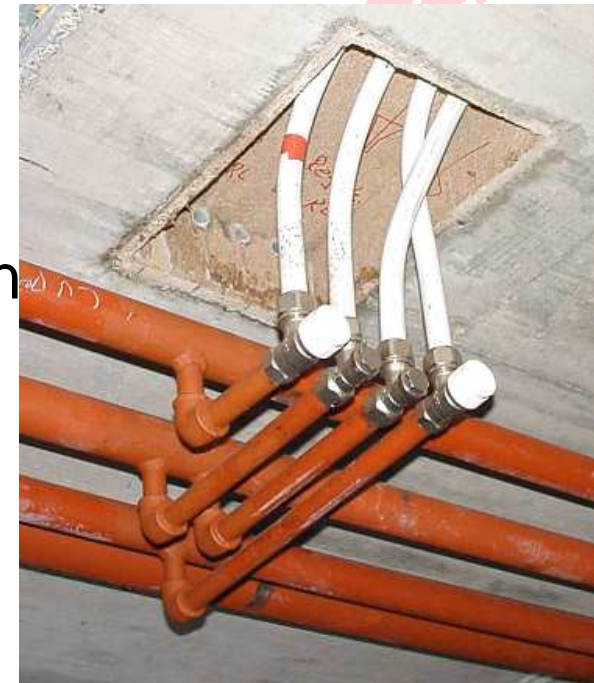
- ❑ Prefab vloeren
- ❑ In het werk gestorte vloeren
- ❑ Publicaties bij SBR en ISSO in ontwikkeling



Betonkernactivering (BKA) Argumenten voor toepassen



- Aktiveren en resetten bouwmasa:
 - Stabilisatie ruimtetemperatuur
 - Verwarming- of koelvermogen bufferen
 - Bij niet continue processen: reductie opwekkingsvermogen t.o.v. capaciteit
- Overdracht: straling en convectie
- Zelfregelend vermogen
- Optimaliseren opwekking door o.a. LTV/HTK, nachtkoeling



Wandverwarming/koeling



- ❑ Leidingnet voor koelen / verwarmen in de wand of in het wandoppervlak
- ❑ De 'massa' van de wandconstructie kan worden geconditioneerd
- ❑ De oppervlakte van de wand kan worden geconditioneerd bij lichte wanden
- ❑ Kan energie uitwisselen met de ruimten aan 1 of 2 zijden
- ❑ ISSO-publicatie 49



Warmteafgifte



□ Warmteoverdracht door straling

- $q_r = h_r * \Delta\theta$ [W/m²]

- $h_r = 4 * C * T^3$ [W/m²K] met $C = \epsilon_1 * \epsilon_2 * \sigma$

□ Warmteoverdracht door (vrije) convection

- $q_c = h_c * \Delta\theta$ [W/m²]

- horizontaal vlak, opwaarts = vloerverwarming en plafondkoeling: $h_c = 2 * \Delta\theta^{0,31}$ [W/m²K]

- horizontaal vlak, neerwaarts = plafondverwarming en vloerkoeling: $h_c = 0,54 * \Delta\theta^{0,31}$ [W/m²K]

- vertikaal vlak: $h_c = 1,6 * \Delta\theta^{0,3}$ [W/m²K]

Warmteafgifte: rekenvoorbeeld



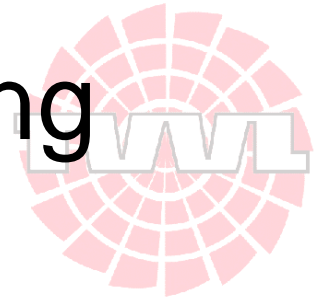
<i>Koelen</i>								aandeel	aandeel
Oppervlak	T oppervlak	T ruimte	hr	hc	hr +hc	Dt	q	straling	convectie
	[°C]	[°C]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[°C]	[W/m ²]	[%]	[%]
plafond	20	24	4,7	3,1	7,8	4	31	61	39
vloer	20	24	4,7	0,8	5,5	4	22	85	15
wand	20	24	4,7	2,4	7,1	4	29	66	34

<i>Verwarmen</i>								aandeel	aandeel
Oppervlak	T oppervlak	T ruimte	hr	hc	hr +hc	Dt	q	straling	convectie
	[°C]	[°C]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[°C]	[W/m ²]	[%]	[%]
plafond	25	21	4,8	0,8	5,6	4	22	85	15
vloer	25	21	4,8	3,1	7,8	4	31	61	39
wand	25	21	4,8	2,4	7,2	4	29	66	34

De werkelijke afgifte wordt sterk bepaald door:

- ❑ De oppervlaktetemperatuur en warmtebelasting
- ❑ Afwerking (tapijt, pleister)
- ❑ Het dynamische temperatuurverschil tussen oppervlak en ruimte
- ❑ Belemmeringen/afschermingen

Thermische traagheid en buffering



□ Thermisch benutten gebouwmassa

- stabiliserende werking op ruimtetemperatuur
- nachtventilatie: tot ca 10 W/m² koelvermogen
- ca 0,1 m vloerdikte doet mee, beperkte buffercapaciteit
- afhankelijk van buitenklimaat voor 'resetten' buffer

□ Bij activeren gebouwmassa

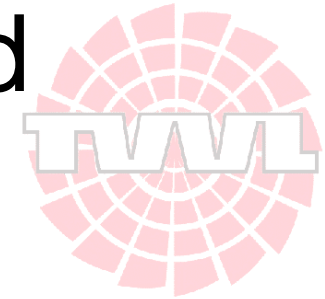
- buffer 's nachts actief laden, waardoor geringer opgesteld vermogen
- massa is traag:
 - geringe temperatuurvariatie toestaan
 - zelfregelend vermogen (?), maar met name basis voorziening
 - aanvullende ruimtetemperatuurregeling kan nodig zijn
 - condensatierisico

Traagheid

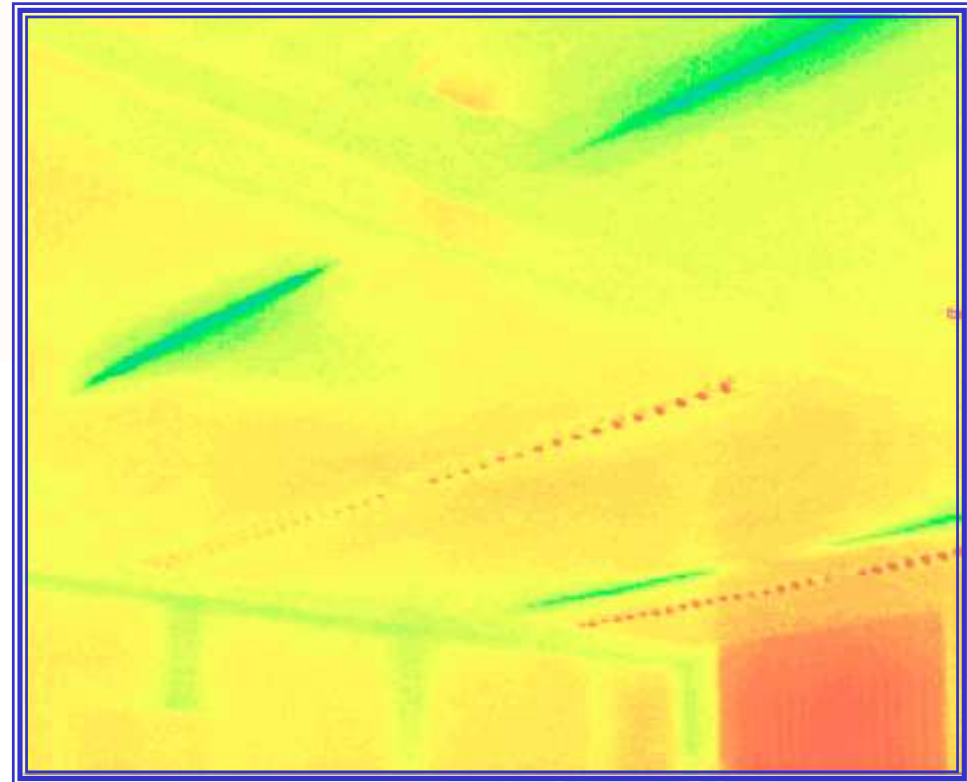


- ISSO-publicatie 49: opwarmtijd is de benodigde tijd voor opwarming van stationaire naar bedrijfstemperatuur van de constructie:
 - zware constructies, vloeren en wanden: > 2 uur
 - lichte vloerconstructies: < 2 uur
 - lichte wandconstructies: < 1 uur
- Voorbeeld klimaatplafond koeling
 - uitkoeltijd ca 12 minuten

Voorbeeld uitkoelen koelplafond (I)



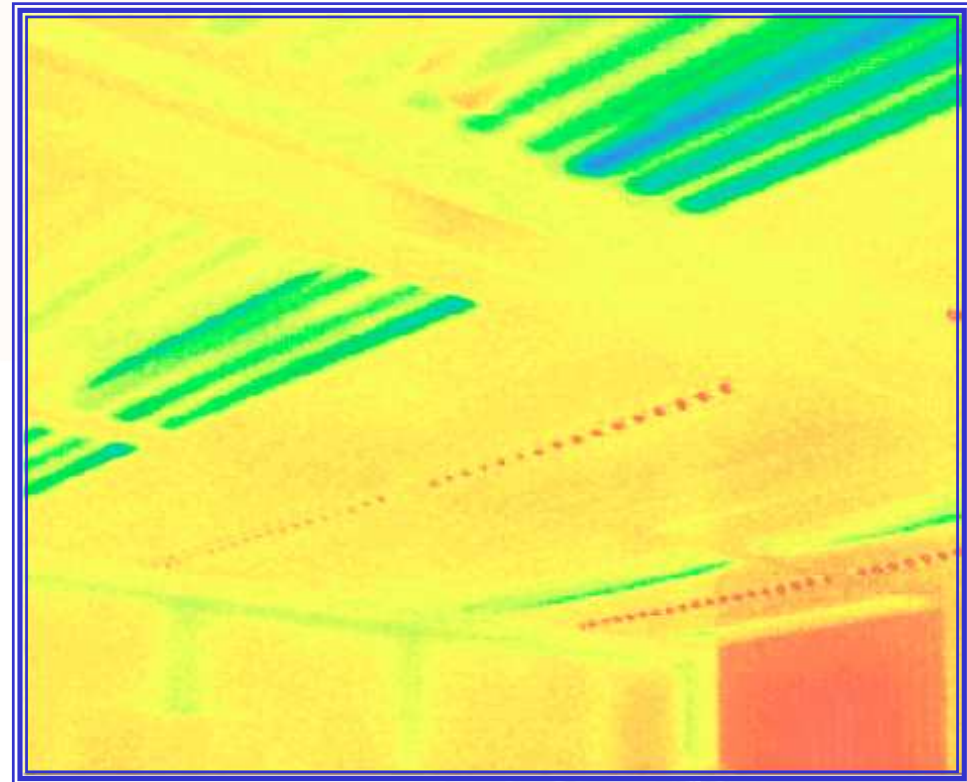
- Start tijd



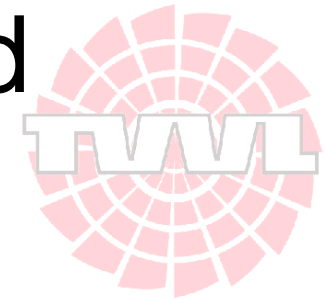
Voorbeeld uitkoelen koelplafond (II)



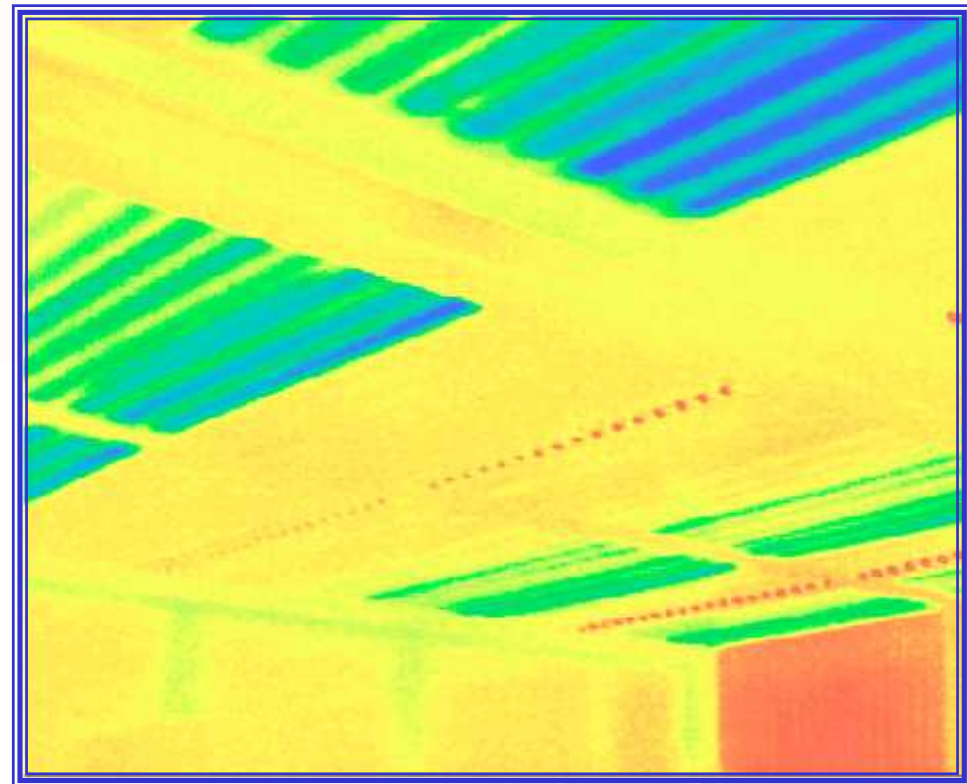
- Na 4 minuten



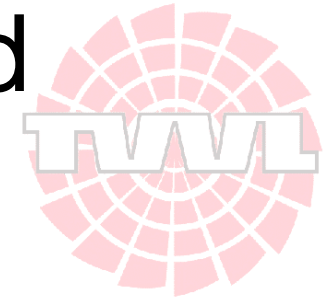
Voorbeeld uitkoelen koelplafond (III)



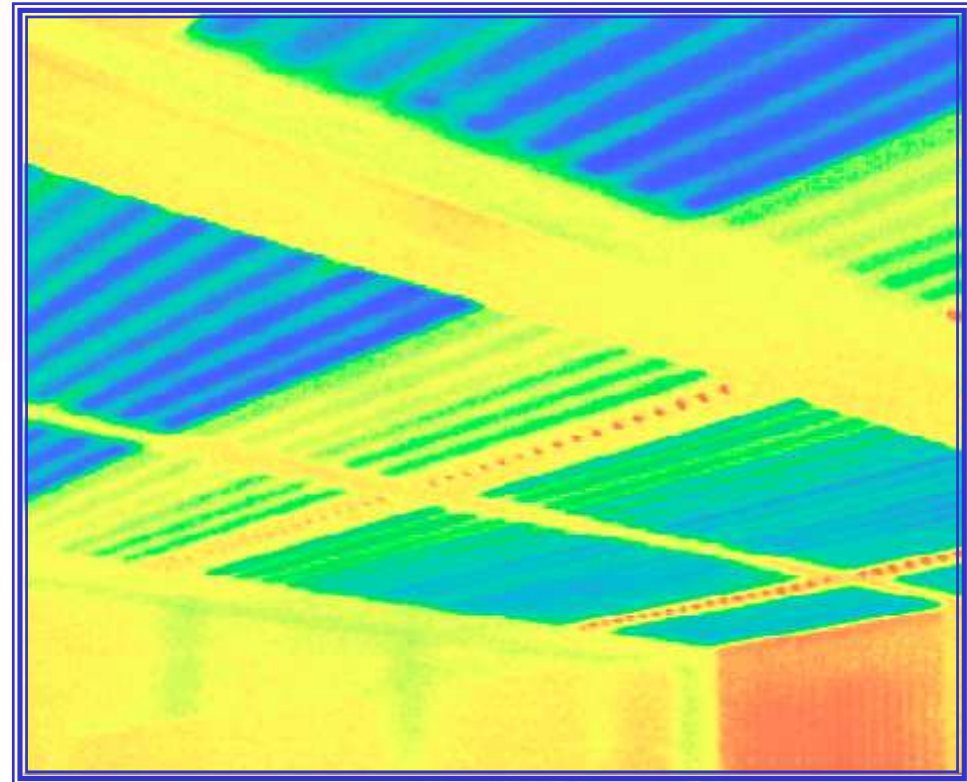
- Na 6 minuten



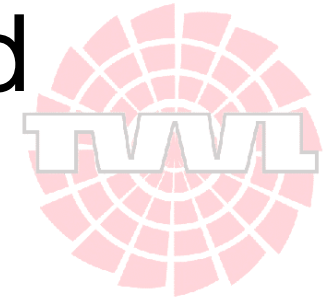
Voorbeeld uitkoelen koelplafond (IV)



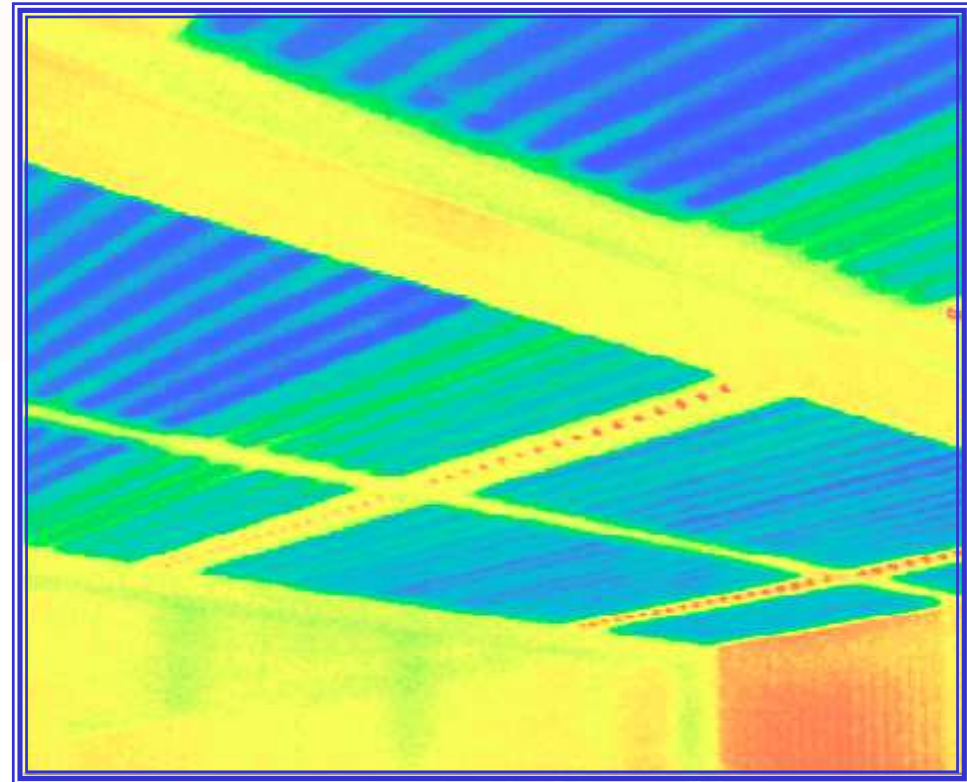
- Na 8 minuten



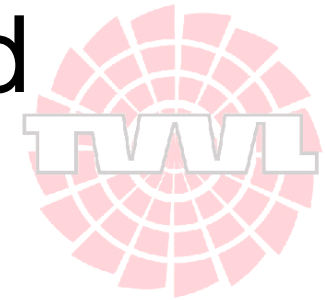
Voorbeeld uitkoelen koelplafond (V)



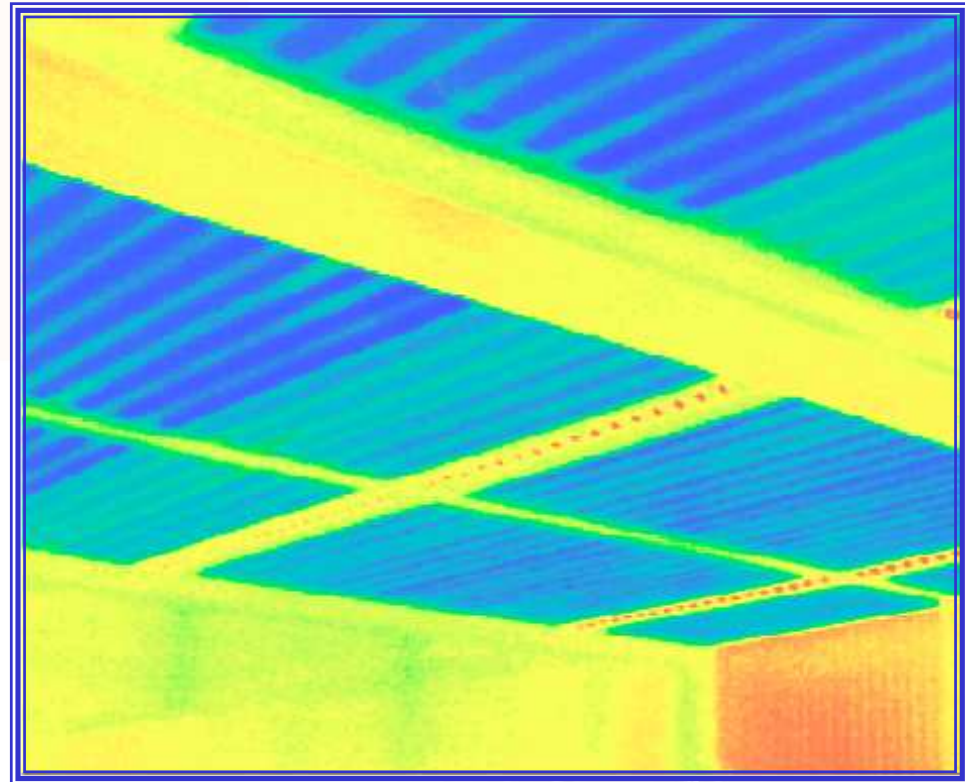
- Na 10 minuten



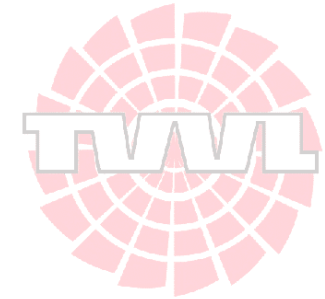
Voorbeeld uitkoelen koelplafond (VI)



- Na 12 minuten



Comfort grootheden



- ❑ Lucht - en stralingtemperatuur
- ❑ **Stralingsasymmetrie**
- ❑ Operatieve temperatuur
- ❑ Luchtsnelheid en Draught Rating
- ❑ PMV en PPD
- ❑ **Oppervlaktetemperatuur**
- ❑ Relatieve Vochtigheid

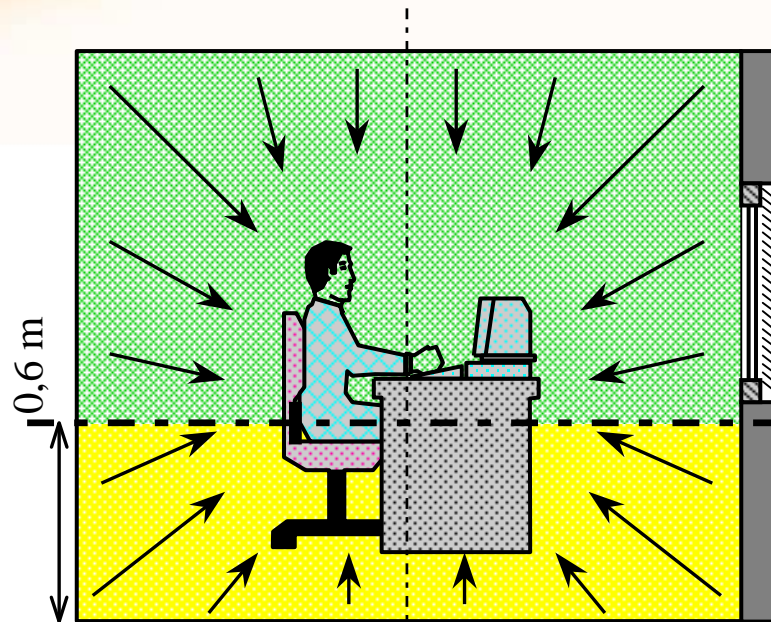
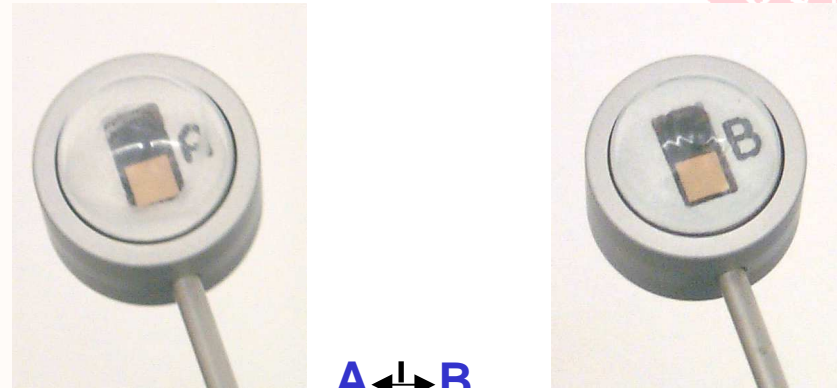
Comforteisen

NEN EN ISO 7730: 2005

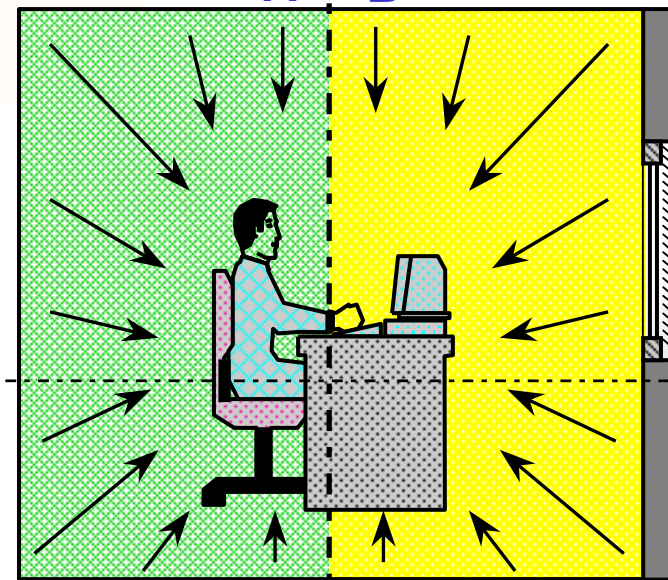


		A	B	C
PPD	%	< 6	< 10	< 15
PMV	-	-0,2 < PMV < +0,2	-0,5 < PMV < +0,5	-0,7 < PMV < +0,7
DR	%	< 10	< 20	< 30
vert. temp. gradiënt	°C	< 2	< 3	< 4
vloertemperatuur	°C	19 - 29	19 - 29	17 - 31
temp. asymmetrie				
- warm plafond	°C	< 5	< 5	< 7
- koele wand	°C	< 10	< 10	< 13
- koel plafond	°C	< 14	< 14	< 18
- warme wand	°C	< 23	< 23	< 35

Stralings(temperaatuur) asymmetrie $\Delta\theta_{pr}$

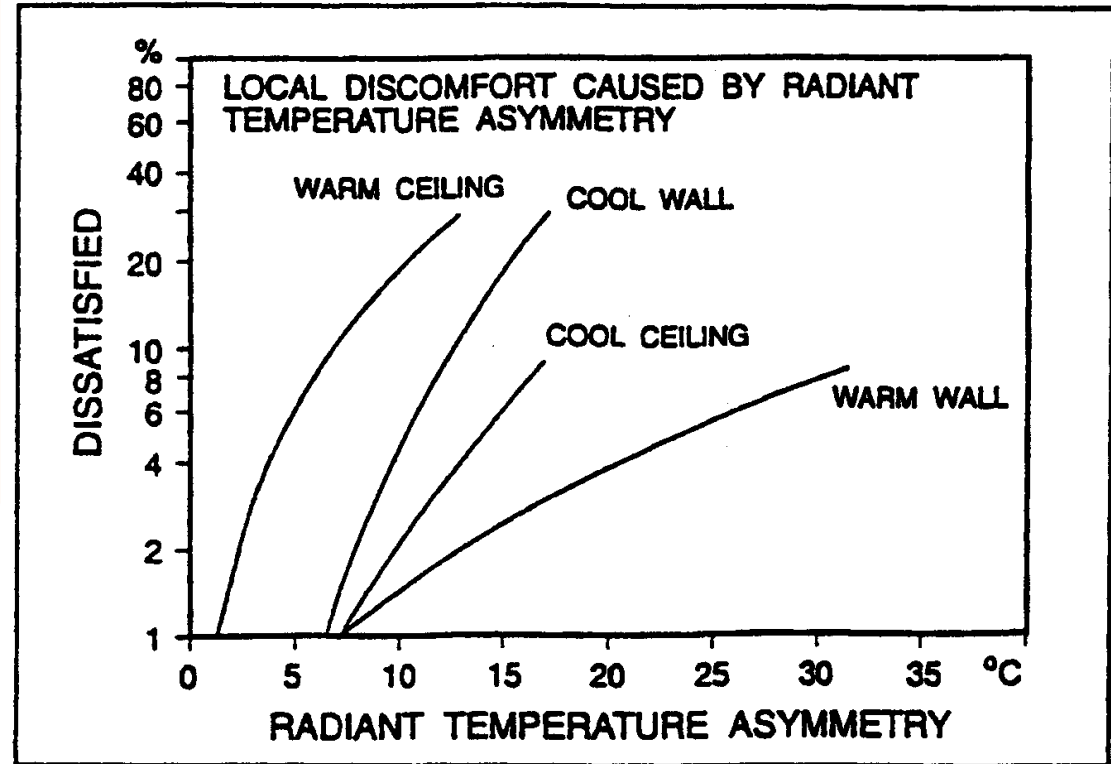


Stralingstemperatuur asymmetrie
t.o.v. het horizontale vlak



Stralingstemperatuur asymmetrie
t.o.v. het verticale vlak

Stralings(temperatuur) asymmetrie $\Delta\theta_{pr}$



Categorie	Stralingstemperatuur asymmetrie [°C]			
	Warm plafond	Koele wand	Koel plafond	Warme wand
A	< 5	< 10	< 14	< 23
B	< 5	< 10	< 14	< 23
C	< 7	< 13	< 18	< 35

Oppervlaktetemperatuur



□ Vloeren:

- NEN EN ISO 7730, klasse A of B: 19 – 29 °C
- GIW/ISSO-publicatie:
 - Verblijfsruimten: 29 °C
 - Badkamer en hal: 31 °C

□ Wanden:

- NEN EN ISO 7730: geen specifieke eisen
- GIW/ISSO-publicatie:
 - Verblijfsruimten: 32 °C
 - Badkamer en hal: 32 °C

Relatieve luchtvochtigheid



- Relatieve luchtvochtigheid:
 - actuele hoeveelheid vocht in de lucht
 - gerelateerd aan de maximale hoeveelheid vocht in de lucht [%]
- de hoeveelheid vocht die lucht kan bevatten is afhankelijk van de temperatuur
- dauwpunt: temperatuur waarbij de in lucht aanwezige waterdamp condenseert [°C]



Condensatie

- Oppervlaktecondensatie: condensvorming op een materiaal t.g.v. oppervlaktetemperatuur $<$ dauwpunt
- Inwendige condensatie: condensvorming in een materiaal doordat de temperatuur in de constructie $<$ dauwpunt
- Langdurig $RV > 80 \%$ nabij oppervlak materiaal: risico op schimmelvorming

Risico's en maatregelen



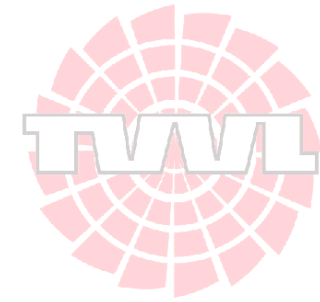
□ Risico's:

- Schimmelvorming
- 'Lekkage'
- Materiaalschade

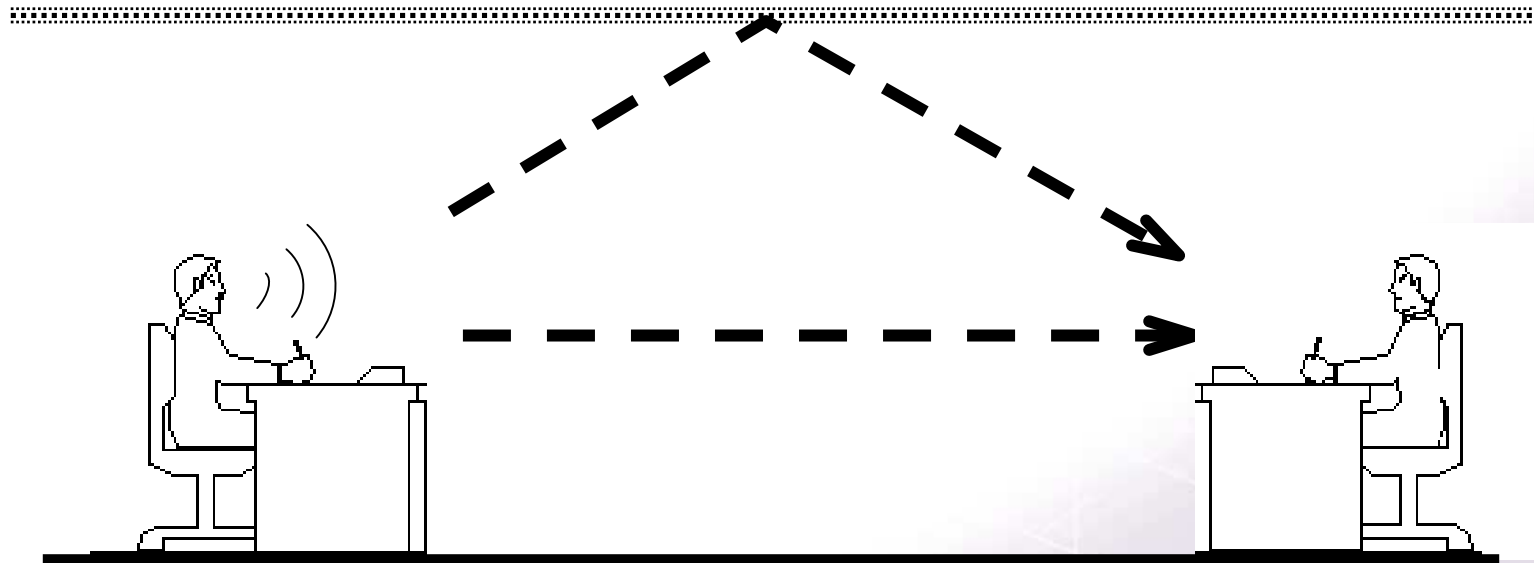
□ Maatregelen:

- Condensatieregeling: verhogen aanvoertemperatuur
= verlagen koelvermogen
- Geen tapijt op koelvloeren
- Voorkomen afscherming koelwanden

Ruimteakoestiek



- Nagalmtijd
- Reflecties



Ruimteakoestiek teamruimten



- wat kan er mis gaan:
 - te hoge geluidsniveaus (concentratieproblemen, hoofdpijn)
 - verstaan wat anderen zeggen
 - gevoel dat een ander kan verstaan wat je zelf zegt
- akoestische privacy (speech privacy)
 - spraakonderstaanbaarheid
 - geen informatie-dragende geluiden
 - concentratie

Akoestische maatregelen



- Verbeteren geluidafname
 - Geluidabsorptie plafond, vloer, wand
 - Geluidafschermingen/kasten absorberend
 - Baffles



Aandachtspunten BKA

Akoestische maatregelen



- ❑ Afscherming door plafondeilanden
- ❑ Resterende reflecties (richting)
- ❑ Afscherming straling door baffles: zichtlijnen



Vergelijking systemen

Warmteoverdracht



	Klimaat-plafonds	Vloer Verwarming / koeling	BKA	Wand Verwarming / koeling
Actief oppervlak	-	-	+	?
Belemmering	+	-	0	-
Symmetrie	+	+	-	+
Oppervlaktetemperatuur Verwarmen/koelen	+/+++	-/--	-/+	-/+
Overdrachtfunctie Verwarmen/koelen	-/+	+/-	0	0

Vergelijking systemen

Thermische traagheid/buffering



	Klimaat-plafonds	Vloer Verwarming / koeling	BKA	Wand Verwarming / koeling
Reactiesnelheid	+	-	--	?
Buffering	-	0/+	+	0/+
Reductie opwekkingsvermogen	-	0/+	++	0/+
Reactie condensrisico koelen	+	-	--	-
Noodzaak extra koeling/verwarming	+/+	-/+	0	0

Vergelijking systemen

Thermische behaaglijkheid



	Klimaat-plafonds	Vloer Verwarming / koeling	BKA	Wand Verwarming / koeling
Regelgedrag	+	0	-	?
Stralingbeperking door belemmering	+	-	-	-
Asymmetrie	--	-	+	+
Oppervlaktetemperatuur Verwarmen/koelen	-/+++	-/--	-/+	-/+
Flexibiliteit indeling	+	+	-	-

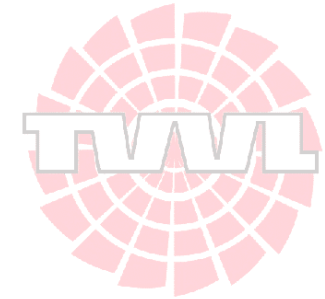
Vergelijking systemen

Ruimteakoestiek en afwerking



	Klimaat-plafonds	Vloer Verwarming / koeling	BKA	Wand Verwarming / koeling
Nagalmtijd	+	0	-	+
Reflectie	+	+	-	+
Contactgeluid	+	-	0	+
Montage ventilatie, verlichting en sprinklers	0/+	+	-	+
Flexibiliteit	++	+	0	-

Conclusies



□ Klimaatplafonds

- beperkt oppervlak, maar geen belemmeringen
- goede geluidabsorptie en groot temperatuurbereik

□ Vloerverwarming/koeling

- beperkt temperatuurbereik
- gering koelvermogen

□ BKA

- traag, waardoor beperking temperatuurbereik
- met name als basisvoorziening
- akoestische voorzieningen nodig die in grotere ruimten effectiviteit beperken!



Bedankt voor uw aandacht