

Gezond binnenklimaat

Vochtproblemen in de woning

marcus.peeters@odisee.be

ir. Marcus Peeters

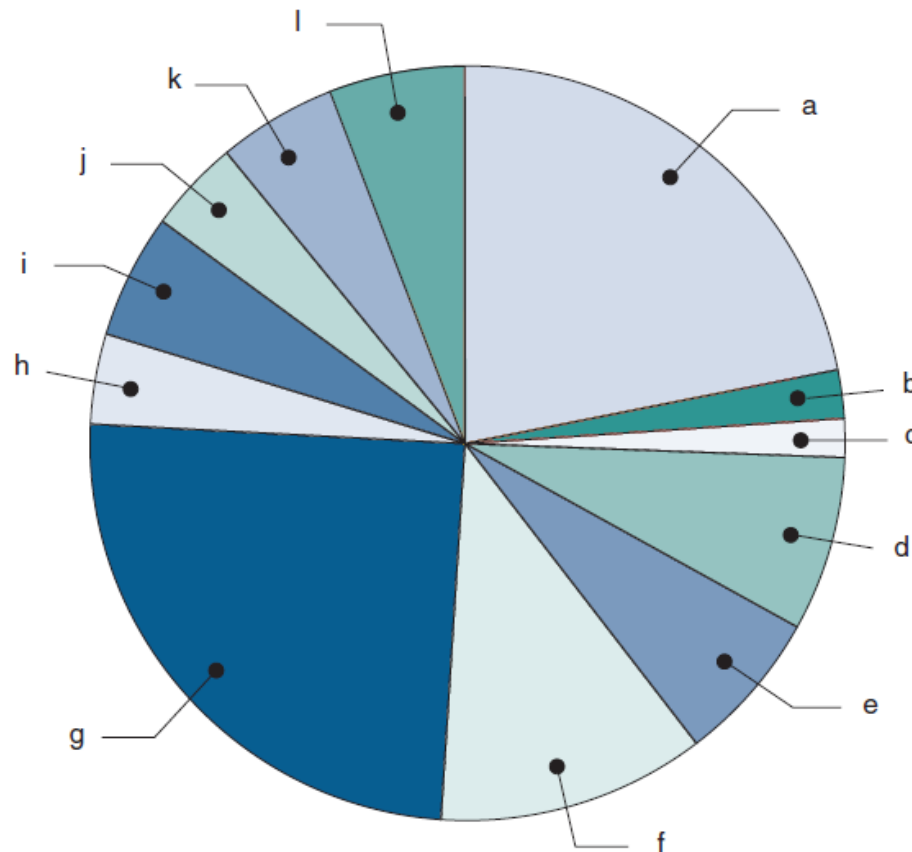
Lector / onderzoeker Odisee Campus Aalst

Opleidingen: graduaat Bouw, pBa Bouw en pBa Vastgoed

Coördinator onderzoekskern DuBiT - Duurzaam Bouw je in Team

Vocht een belangrijk probleem

Afb. 1 Tussenkomen van het departement 'Technisch advies en consultancy'.



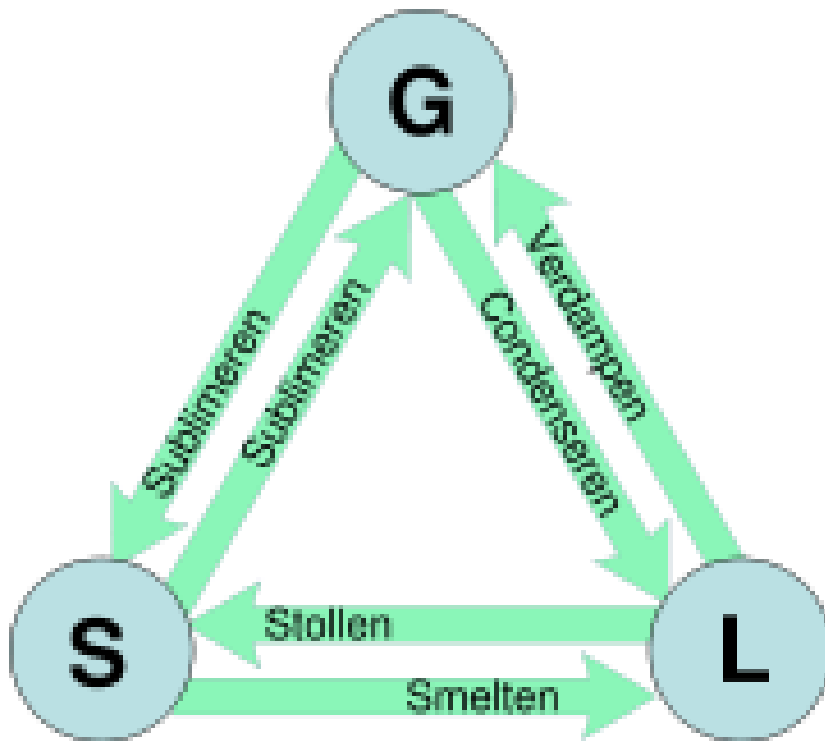
- a : Vocht (22 %)
- b : Thermische isolatie (2 %)
- c : Akoestiek (1 %)
- d : Uitzicht (8 %)
- e : Mechanische karakteristieken en vorst (6 %)
- f : Chemische en biologische aantasting (12 %)
- g : Vervorming / scheurvorming / loskomen (25 %)
- h : Werking van installaties en corrosie (4 %)
- i : Toleranties (5 %)
- j : Dimensionering (4 %)
- k : Regelgeving (5 %)
- l : Andere (6 %)

WTCB jaarverslag 2008

Vochtproblemen in de woning

1. **vocht in de bouw – vochtschade**
2. vochttransport in bouwelementen
3. vochtproblemen en mogelijke oplossingen
4. meten van vocht

Verschillende vormen van vocht



H_2O = water?

G = gas = waterdamp

L = liquid = vloeibaar = water

S = solid = vast = ijs

Oorsprong van vocht in de bouw

- **bouwvocht**
- **opzuigen van grondvocht (capillariteit)**
- **hygroscopische vocht in materialen / aanwezigheid hygroscopische zouten**
- **oppervlaktecondensatie, inwendige condensatie, omgekeerde condensatie**
- **regendoorslag en infiltratie**
- **toevallige oorzaken (poetswater, lekken, overlopend bad, ...)**

Oorsprong van vocht in de bouw

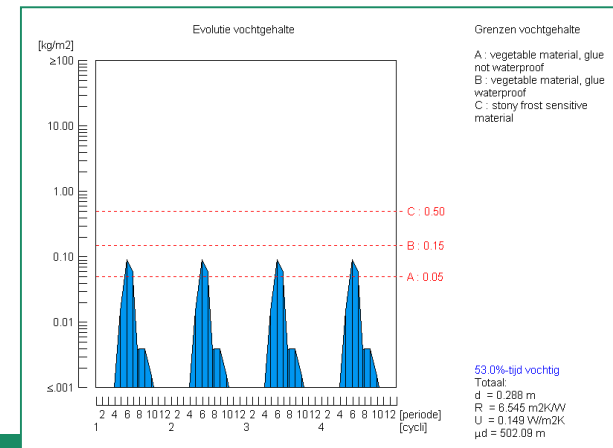
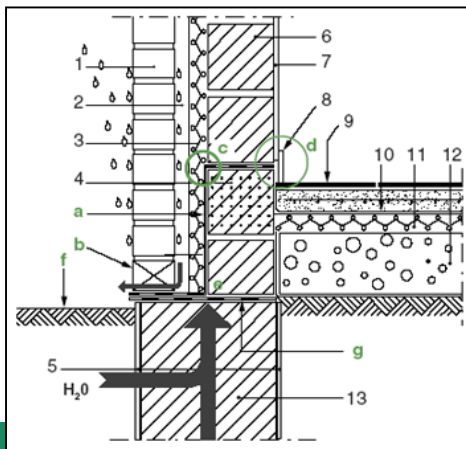


Bron: renofase.be / WTCB



Oorsprong van vocht in de bouw

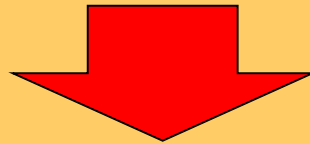
- Vochtschade ?
- vocht in constructie $\neq$ probleem
 - regendoorslag buitenspouwblad metselwerk
 - oppervlaktecondensatie op enkel glas met condensafvoer
 - kleine hoeveelheden inwendige condensatie in plat dak



Oorsprong van vocht in de bouw

- Vochtschade ?
- vocht in constructie $\neq$ probleem

vocht niet goed afvoeren / niet drogen



probleem

Voorbeelden: Schade – Oorzaak?

Voorbeelden uit Technische Voorlichting 252 – Vocht in Gebouwen – WTCB 2014



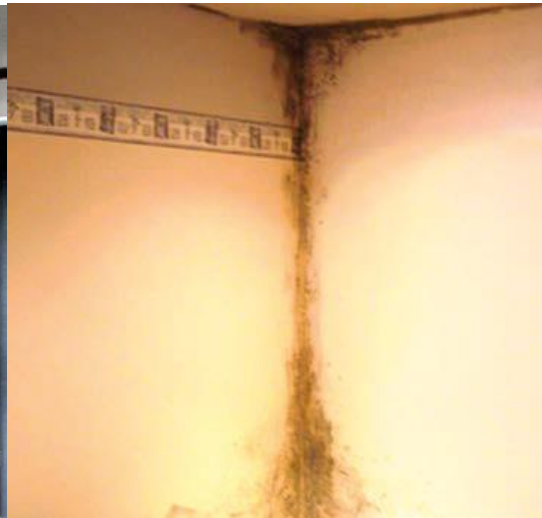
Voorbeelden: Schade – Oorzaak?

Voorbeelden uit Technische Voorlichting 252 – Vocht in Gebouwen – WTCB 2014

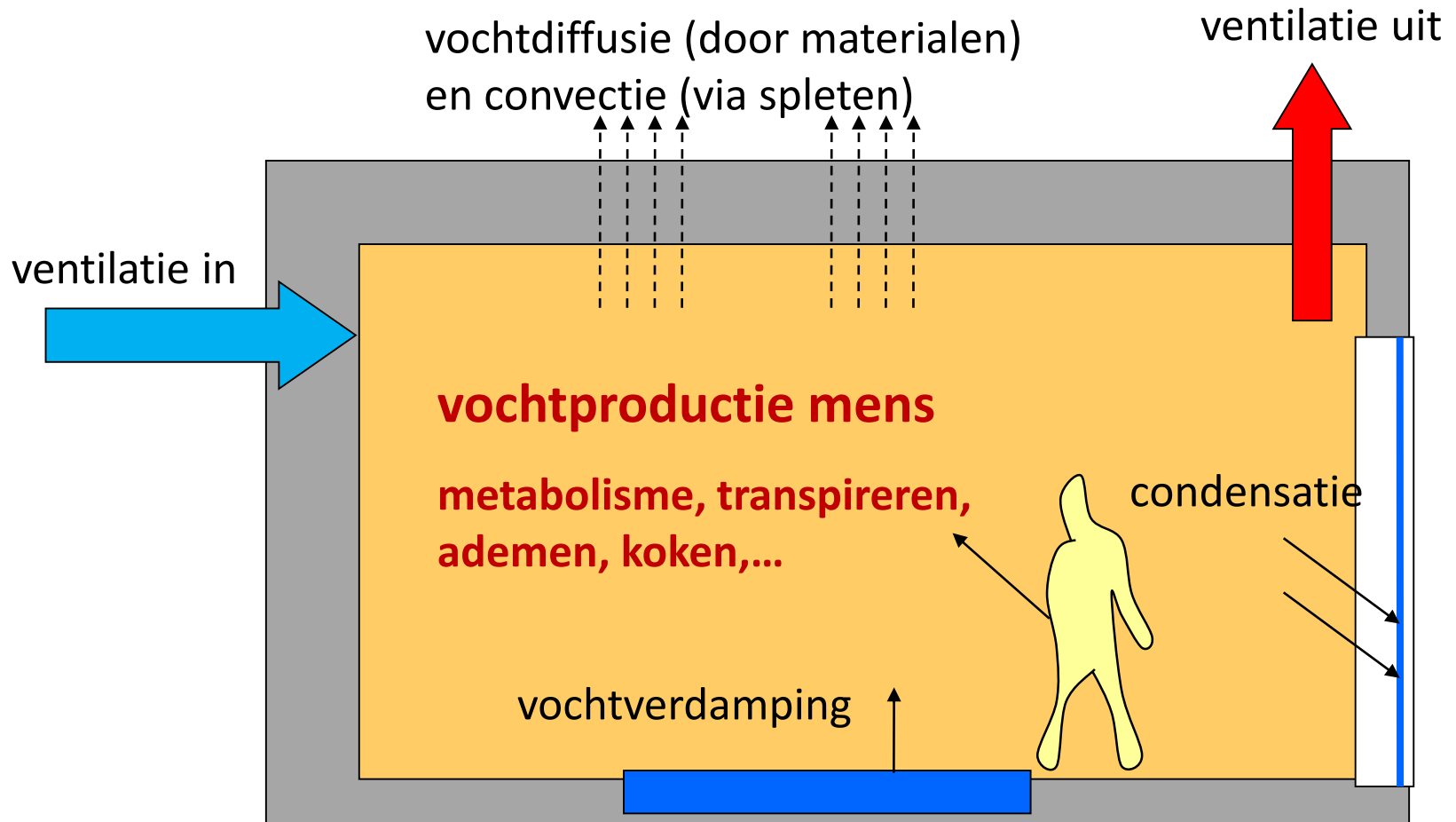


Voorbeelden: Schade – Oorzaak?

Voorbeelden uit Technische Voorlichting 252 – Vocht in Gebouwen – WTCB 2014

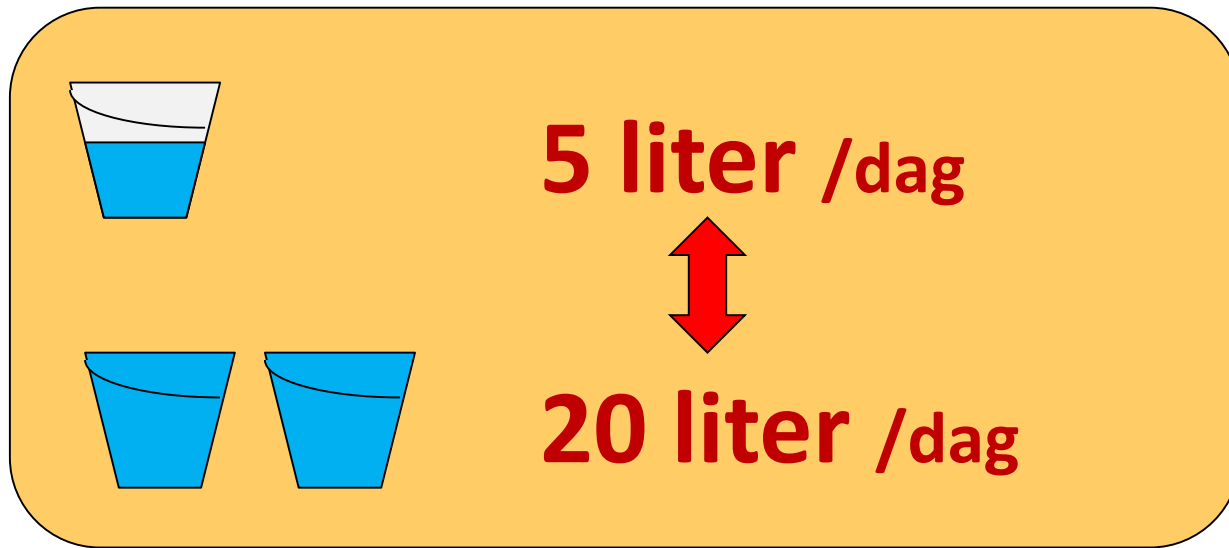


Vocht en binnenklimaat



Vocht en binnenklimaat

daggemiddelde waterdampproductie
binnenshuis in een gezinswoning



afhankelijke van gezins- en leefsituatie



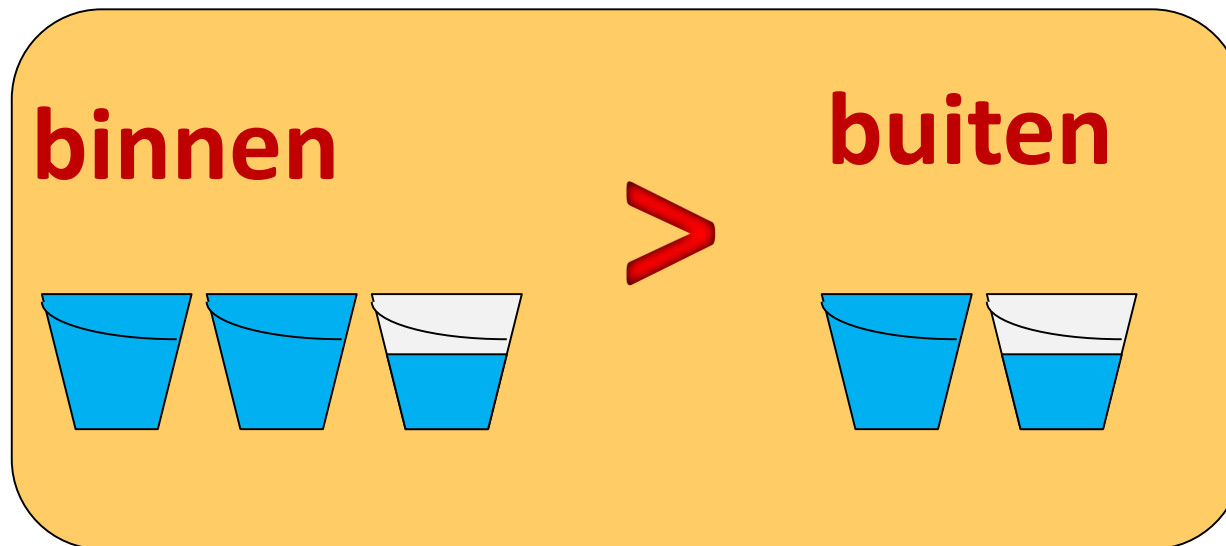


Bron: www.libelle.nl

designed door Freepik.com

Vocht en binnenklimaat

Jaargemiddelde hoeveelheid vocht in de lucht



Verskil binnen/buiten fluctueert over de seizoenen:

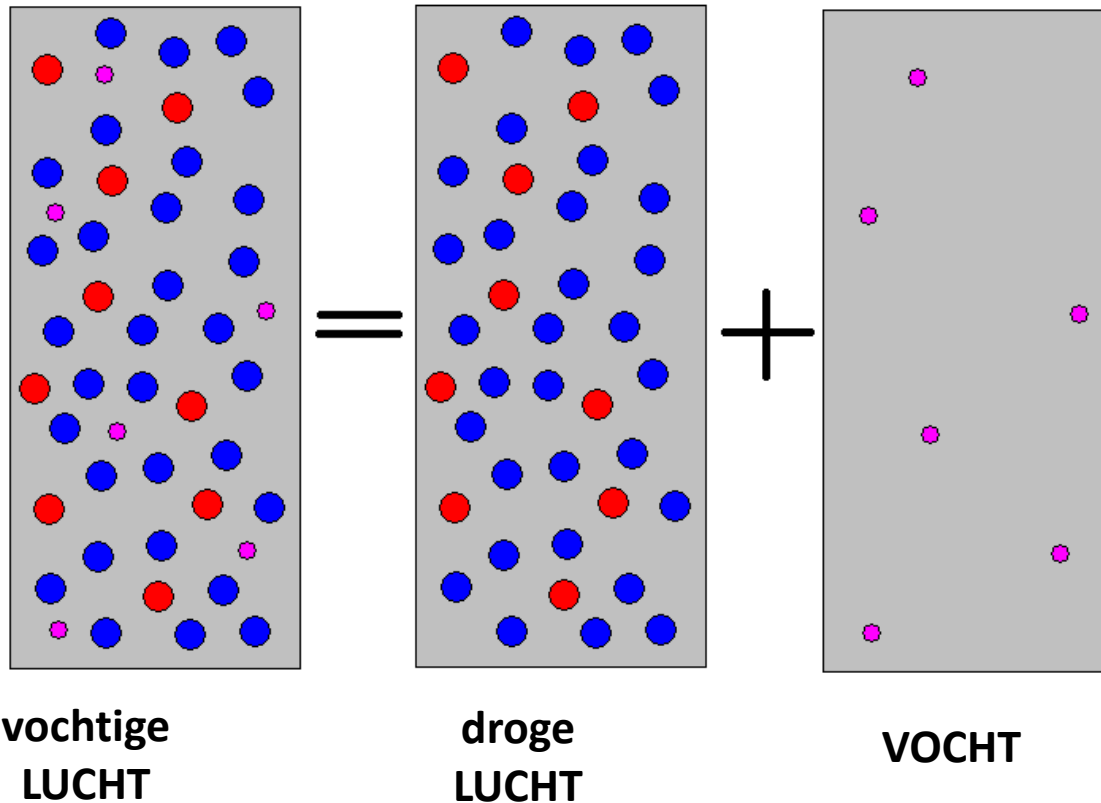
- Winter: groot verschil
- Zomer: klein verschil (soms zelfs buiten hoger dan binnen gedurende beperkte periode)

Vocht in de lucht – binnen en buiten



Vochtige lucht

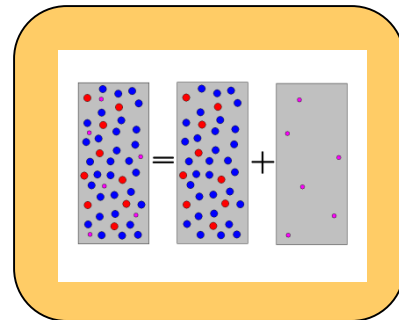
- O_2 ZUURSTOF
- N_2 STIKSTOF
- H_2O WATERDAMP (H_2O)_{gas}



druk in een gas
=
botsing van deeltjes

meer deeltjes
=
meer botsingen
=
hogere druk

Vocht in lucht



Luchtdruk =

som van 2 drukken: droge lucht + waterdamp

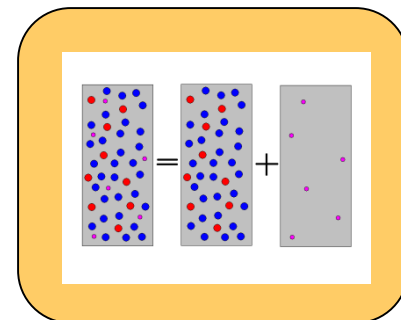
$$p_a = p_e + p$$

eenheid druk: Pa (Pascal) of (N/m²)



wet van Dalton: de totale druk in een gasmengsel is gelijk aan de som van de partiële drukken van de samenstellende gassen

Vocht in lucht



p_a = totale luchtdruk

- gemiddeld: 101 300 Pa = 1 atm (ca. 10^5 Pa = 1 bar)
- weerbericht gebruikt eenheid "hectopascal": 1013 hPa

p = partiële (water)dampdruk

= deel van de totale luchtdruk p_a

- Buiten - winter: 650 Pa - 1100 Pa
- Buiten - zomer: 1100 Pa - 1550 Pa
- Binnen: 1200 Pa - 1500 Pa

Absoluut hoeveelheid vocht

p = partiële (water)dampdruk (Pa)

= absolute hoeveelheid vocht in de lucht

ρ_d = waterdampconcentratie (kg / m³)

= massa waterdamp per volume-eenheid droge lucht

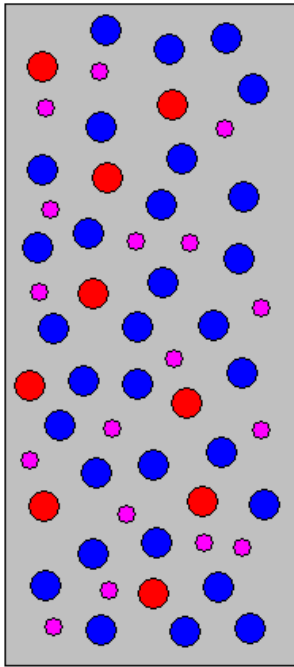
x = waterdampgehalte (g / kg)

= massa waterdamp per massa-eenheid droge lucht

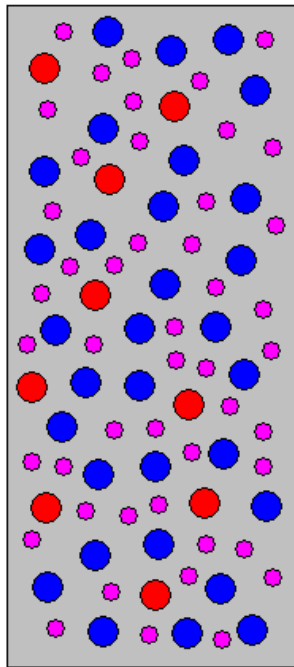
(lucht “weegt”: ca. 1,2 kg/m³ bij 20°C – ca. 1,3 kg/m³ bij 0°C)

Alle drie grootheden van absolute hoeveelheid vocht (dus ook formules tussen deze grootheden)

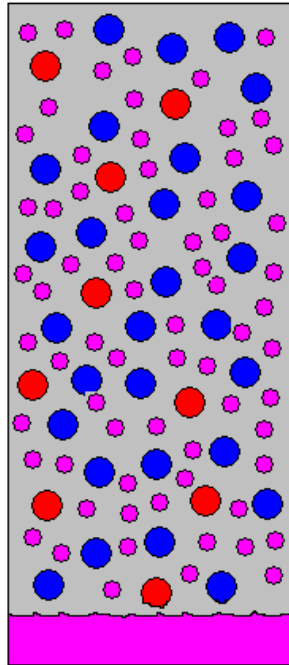
Vocht in lucht – meer vocht - ...



meer
waterdamp



meer
waterdamp



...

condensatie

=

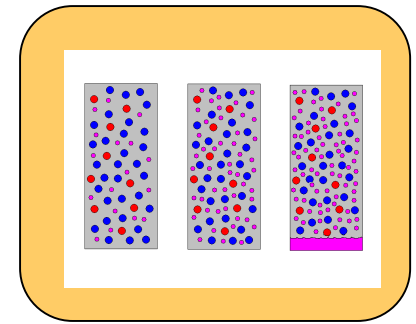
maximaal aantal
deeltjes $(\text{H}_2\text{O})_{\text{gas}}$ in
mengsel

=

maximale partiële druk
van $(\text{H}_2\text{O})_{\text{gas}}$

maximale partiële druk
= verzadiging = saturatie

Met vocht verzadigde lucht



Maximale hoeveelheid waterdamp in lucht

Afhankelijk van temperatuur (er kan meer vocht in warme lucht)

verzadiging = saturatie

maximale dampdruk

= p' of p_{sat} of p_s

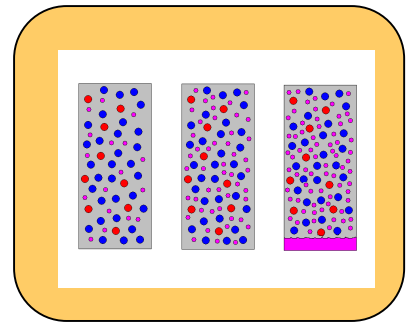
maximale waterdampconcentratie

= ρ_d' of $\rho_{d,\text{sat}}$ of $\rho_{d,s}$

maximaal waterdampgehalte

= x' of x_{sat} of x_s

Relatieve vochtigheid (RV)



**Relatieve (lucht)Vochtigheid = verhouding tussen:
werkelijk aanwezige hoeveelheid waterdamp in lucht**



maximale mogelijke hoeveelheid waterdamp in lucht (= verzadiging)

Uitgedrukt in % R.V. (of getal tussen 0 en 1)

$$\text{R.V.} = \frac{p}{p_{\text{sat}}} (\times 100)$$

$$\text{R.V.} = \frac{x}{x_{\text{sat}}} (\times 100)$$

$$\text{R.V.} = \frac{\rho_d}{\rho_{d,\text{sat}}} (\times 100)$$

– Diagram van Mollier

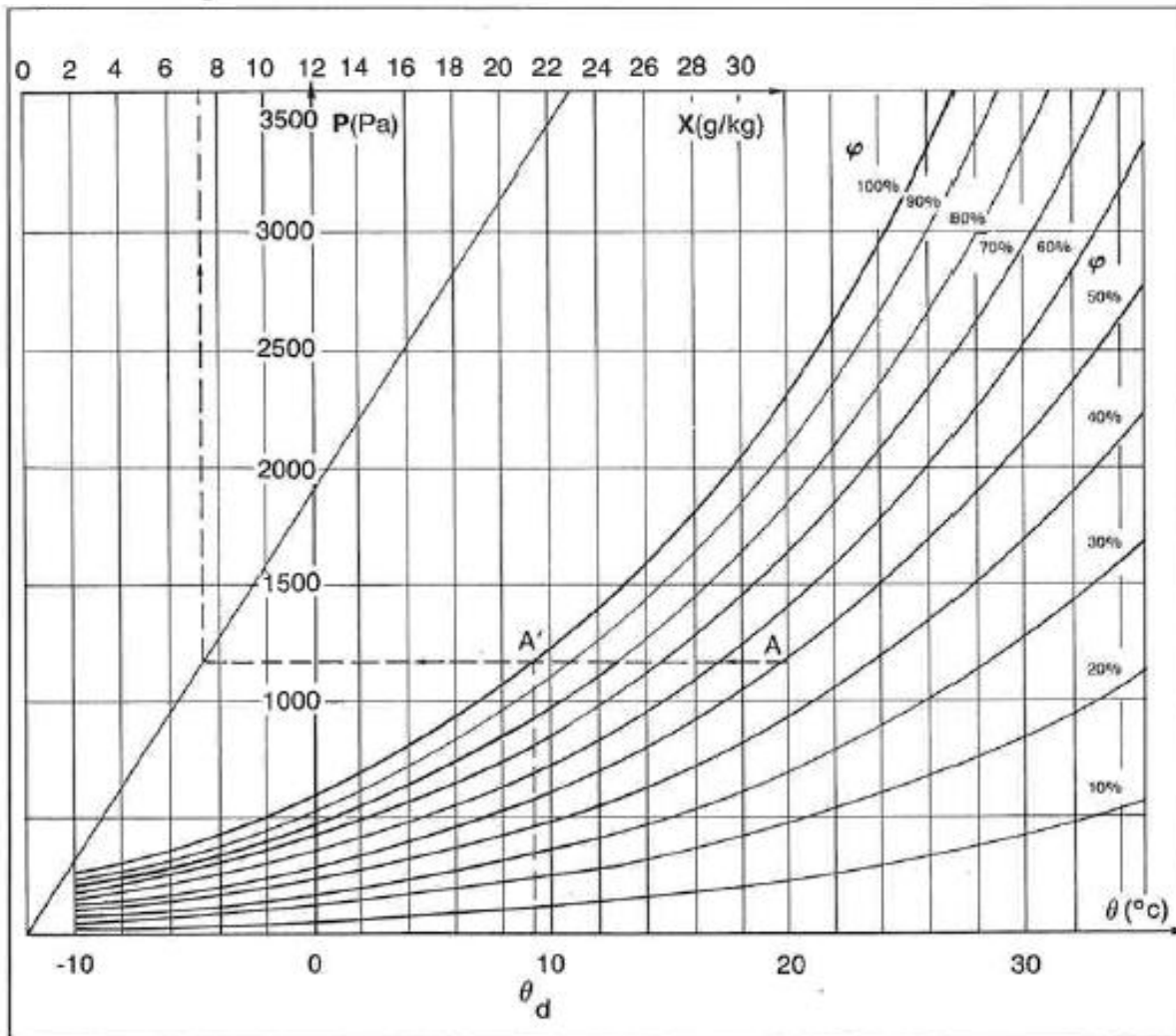


Diagram van MOLLIER:

Weergave van luchttoestand op basis van 4 parameters:

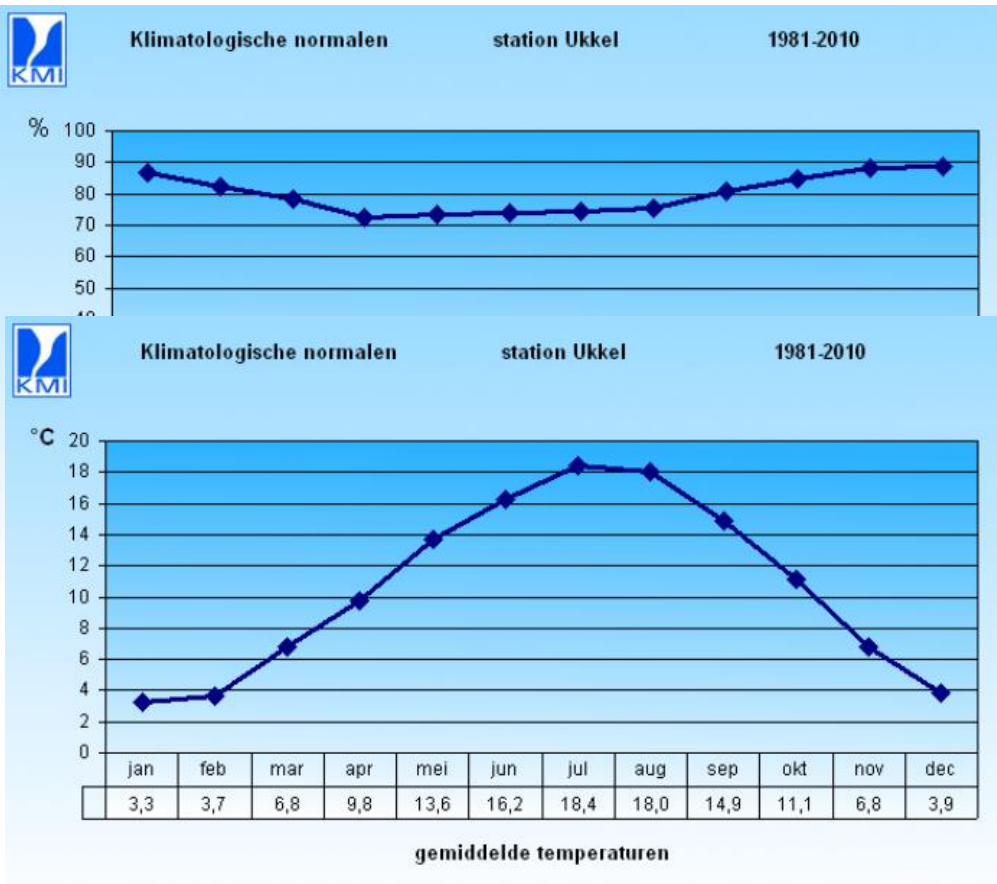
- Luchttemperatuur: θ (°C)
- Waterdampdruk: p (Pa)
- Waterdampgehalte: x (g/kg)
- Relatieve vochtigheid: ϕ (%)

DAUWPUNT

θ_d : temperatuur waarop verzadiging optreedt (= start condensatie)

Relatieve vochtigheid

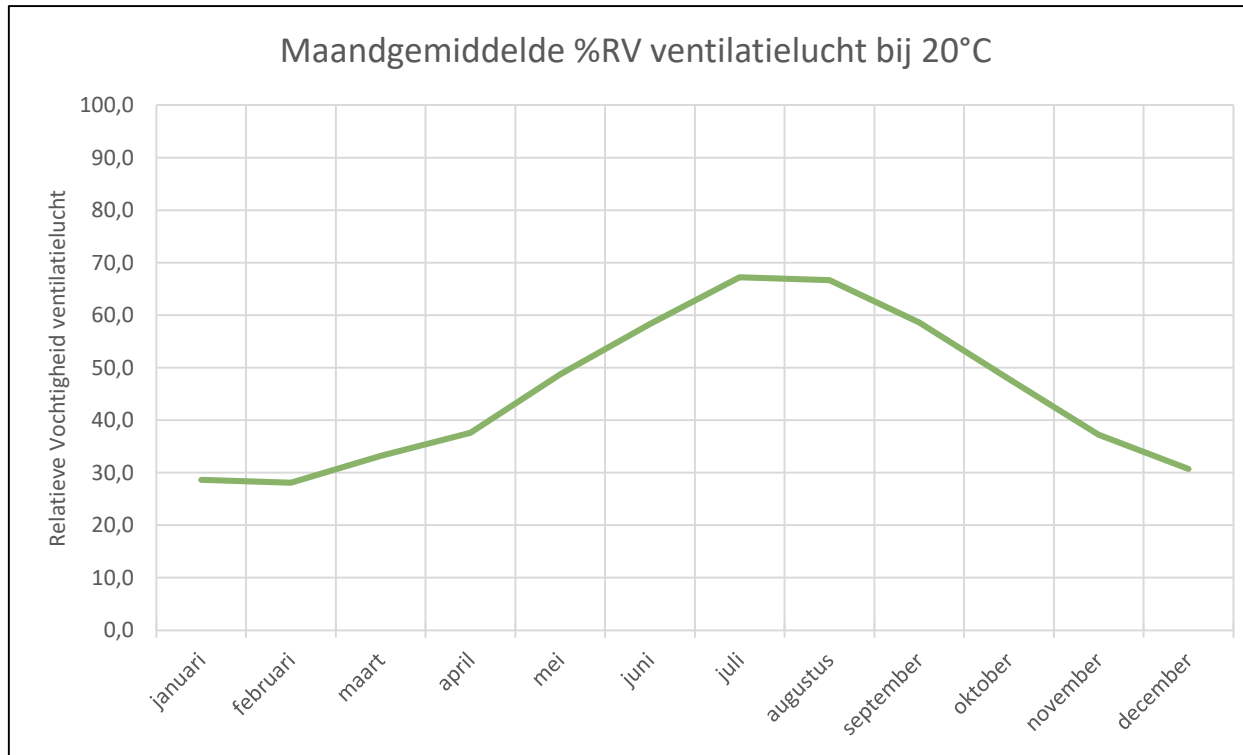
Buiten: KMI - Ukkel



Relatieve vochtigheid

Binnen: 30% à 70% = comfortabel

Ventileren met buitenlucht:



Conclusie

Ventileren met buitenlucht het hele jaar door



Winters voorbeeld:

Ventileren met:

- Buitenlucht: 0 °C, 100 % RV

Na opwarmen:

- Binnen: 20 °C, 26 % RV



Vochtproblemen in de woning

1. vocht in de bouw – vochtschade
2. **vochttransport in bouwelementen**
3. vochtproblemen en mogelijke oplossingen
4. meten van vocht

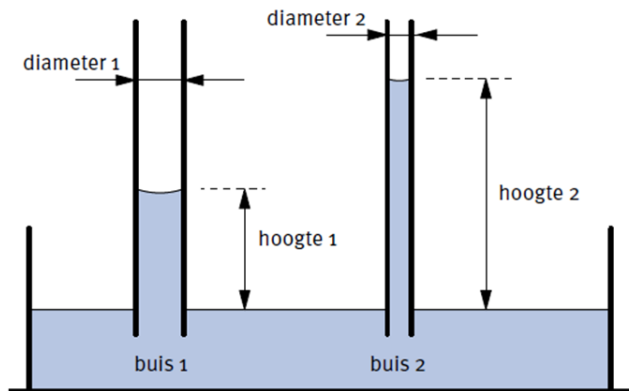
Vochttransport in bouwelementen

- **CAPILLARITEIT** : transport van vocht in een materiaal door de interactie van water en de poriënwallen van het POREUS materiaal
- **CONVECTIE** : luchtdrukknivellatie tussen 2 ruimten in contact; luchtstroming tussen 2 ruimten veroorzaakt door een verschil in luchtdrukken (wind, thermische trek, ventilatie, ...)
- **DAMPDIFFUSIE** : materiaalkenmerk waarbij damptransport wordt veroorzaakt als gevolg van de beweging van gasmoleculen veroorzaakt door concentratieschillen en dus ook verschillen in hun partiële druk

Vochttransport in bouwelementen

Capillair vochttransport:

- in *poreus materiaal* (gekenmerkt door holtes en kanaaltjes) tengevolge de interactie tussen het water en de poriënwallen – hoe nauwer de gang, hoe sterker de opzuigkracht



Afb. 22 Schematische voorstelling van de capillaire absorptie in fijne glazen buisjes (of 'haarbuisjes').



Bron: WTCB TV 252

Vochttransport in bouwelementen

Capillair vochttransport:

Niet hygroscopisch materiaal: materiaal die geen vocht opneemt door capillariteit

Kritisch vochtgehalte: vochtgehalte waaronder géén, en waarboven wél capillair watertransport mogelijk is;

Capillair vochtgehalte: max. vochtgehalte dat in een materiaal in contact met het wateroppervlak kan worden opgenomen

Vochttransport in bouwelementen

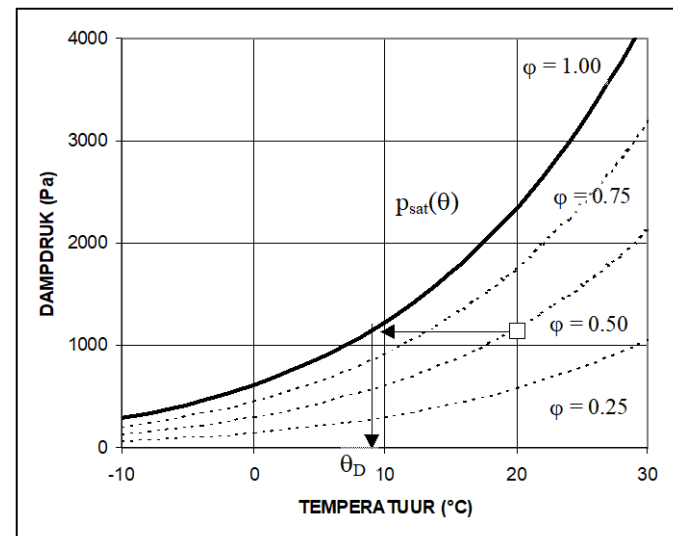
Convectie:

(lucht met een bepaalde R.V. en een bepaalde θ)

- afkoeling van de lucht tot onder dauwpunt ➔ CONDENSATIE
- lucht strijkt langsheen oppervlak met een oppervlakte temperatuur lager dan dauwpunt ➔ OPPERVLAKTECONDENSATIE

DAUWPUNT

θ_d : temperatuur waarop verzadiging optreedt
(= start condensatie)



Convectie in gebouw: hoe ontstaat dat?

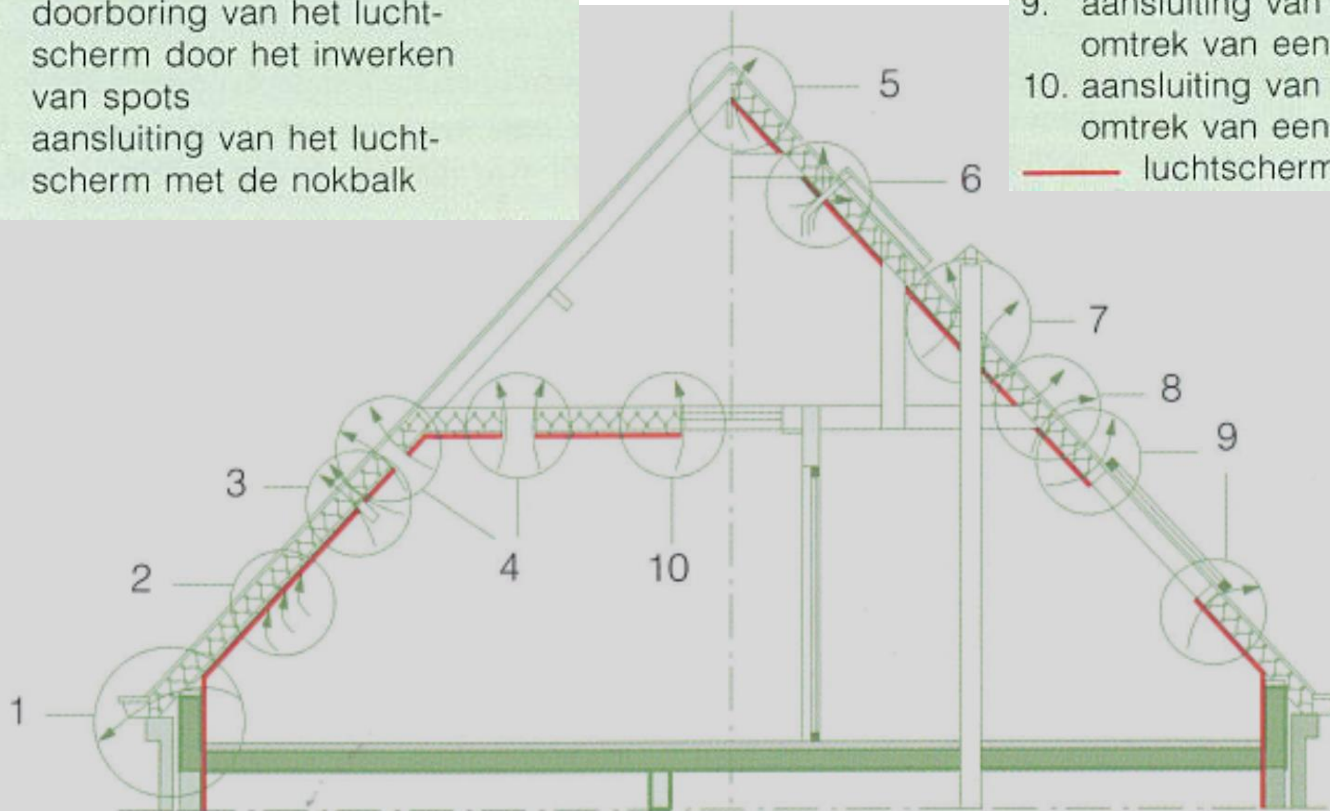
- convectieve luchtstromen als gevolg van luchtdrukverschillen aan weerszijden van de wand
- veroorzaakt door spleten en lekken
- luchtdrukverschillen tengevolge van:
 - windinvloeden
 - de thermische trek, afh. verschil T° binnen-/buiten
 - over-/onderdruk in de ruimten, bijvoorbeeld door mechanische ventilatie (dampkap, ventilatoren ventilatiesysteem, ...)

convectieve stromingen zijn moeilijk beheersbaar en onberekenbaar

Convectie door (warme) luchtlekken

1. aansluiting van het luchtscherp met de dakvoet
2. aansluiting van het dak-schild met de puntgevel
3. aansluiting van het lucht-scherp met de gordingen
4. doorboring van het lucht-scherp door het inwerken van spots
5. aansluiting van het lucht-scherp met de nokbalk

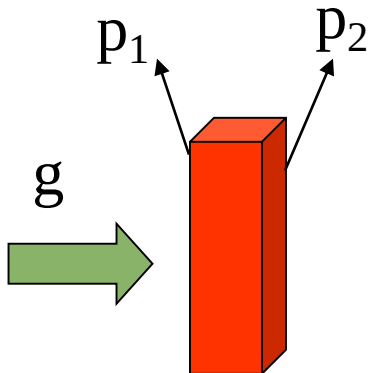
6. doorboring van het luchtscherp door leidingen van zonnepanelen
 7. doorboring van het luchtscherp door rookafvoer- of ventilatiekokers
 8. doorboring van het luchtscherp door een hanenbalk of andere houten elementen
 9. aansluiting van het luchtscherp met de omtrek van een dakvenster
 10. aansluiting van het luchtscherp met de omtrek van een vlieringluik
- luchtscherp



Vochttransport in bouwelementen

DAMPDIFFUSIE :

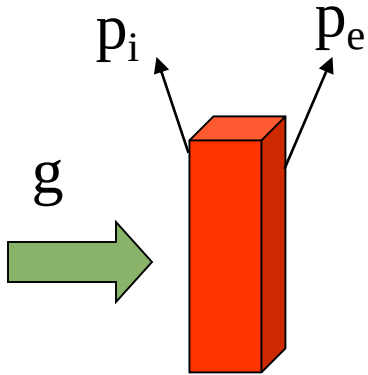
materiaalkenmerk waarbij waterdamptransport wordt veroorzaakt als gevolg van de beweging van gasmoleculen veroorzaakt door concentratieschillen en dus ook verschillen in hun partiële druk



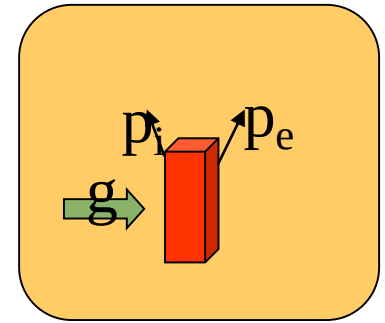
g = diffusieflux/massadebiet materiaal per oppervlakteeenheid ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

p = partiele waterdampdruk ruimte (kg/m^3 of Pa)

Dampdiffusie



$$g = \frac{p_i - p_e}{\mu d N} \text{ (kg / m}^2 \cdot \text{s)}$$



g = diffusieflux (kg/m².s)
 p = partiële waterdampdruk (Pa)

μ = dampdiffusieweerstandgetal

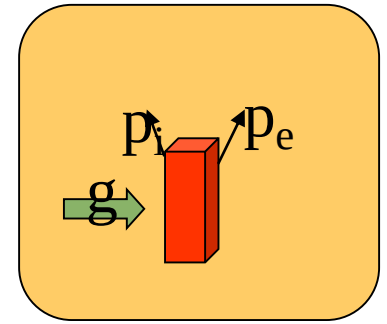
d = dikte (in m)

N = soortelijke dampweerstand van lucht (waarde = $5,4 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$)

(wij veronderstellen N constant voor onze toepassingen)

Dampdiffusie

μ = dampdiffusieweerstandgetal



- dimensieloos getal
- hoeveel maal de weerstand tegen waterdampdiffusie van een bepaald materiaal groter is dan de weerstand tegen diffusie van een stilstaande luchtlaag (van dezelfde dikte)
- μ voor lucht = 1 (definitie)
- μ voor een materiaal = constante onafhankelijk van de dikte

Dampdiffusie

Overzicht enkele μ - richtwaarden (cfr. ISO 10456)

•Lucht	1	•butyl	200 000
•Beton	100	•PE-folie	100 000
•Cellenbeton (droog)	10	•Bitumen	50 000
•Mortels (droog)	10	•PVC	20 000
•Pleisterlagen (droog)	10	•TPO	20 000
•Baksteen (droog)	30	•EPDM	16 000 *
•Timmerhout (droog)	50	•MW	2
•Houtvezelplaat (droog)	50	•EPB-perliet	5
•Multiplex ($\rho > 500\text{kg/m}^3$)	200	•PU, Pf, EPS	60
•Metalen, glas	∞	•XPS	150
		•Cellenglas	∞

*: waarde uit ISO 10456 aangepast

Dampdiffusie

Overzicht enkele μd - & $(\mu d)_{eq}$ richtwaarden (dunne materialen) of mogelijke lucht/dampschermen

μd -waarden - materialen

•PVC – TPO (1,5mm)	30 m
•PE-folie (0,15 mm)	50 m
•PE-folie (0,25 mm)	100 m
•Bitumen (3 mm)	150 m
•Bitumen (4 mm)	200 m
•Steeldeck	∞

$(\mu d)_{eq}$ -waarden - materiaallagen

•PVC – TPO (≤ 2 mm)	5 m
•PE-folie $\leq 0,2$ mm	5 m
•PE-folie $> 0,2$ mm	25 m
•Bitumen-V3/P3 (3 mm)	25 à 50 m
•Bitumen (4 mm)	120 à 150 m
•steeldeck ($\mu d = \infty$!!)	0,7 à 1 m

Vochtproblemen in de woning

1. vocht in de bouw – vochtschade
2. vochttransport in bouwelementen
- 3. vochtproblemen en mogelijke oplossingen**
4. meten van vocht

Oorsprong van vocht in de bouw

- **bouwvocht**
- **opzuigen van grondvocht (capillariteit)**
- **hygroscopische vocht in materialen / aanwezigheid hygroscopische zouten**
- **oppervlaktecondensatie, inwendige condensatie, omgekeerde condensatie**
- **regendoorslag en infiltratie**
- **toevallige oorzaken (poetswater, lekken, overlopend bad, ...)**

Bouwvocht



Bron: bouwdroger.be



Bron: Echo



Bron:
Wienerberger

Bouwvocht

- Opslag en transport
- Aanmaakwater (beton, mortel, chape, pleister, ...)
- Neerslag vooraleer wind- en regendicht

Massiefbouw = 5000 liter

Voor een gemiddelde massiefbouwwoning: 5000 à 7000 liter water “in” het gebouw.

Bouwvocht

Beter voorkomen:

- vermijden bevochten door neerslag
 - metselwerk: 's avonds afdekken tijdens werken
 - hellingsbeton plat dak: geen schuimbeton gebruiken
- gelijmd metselwerk i.p.v. traditionele mortel
- aanmaakwater = deels binding, deels om vlot te verwerken: niet meer dan nodig toevoegen

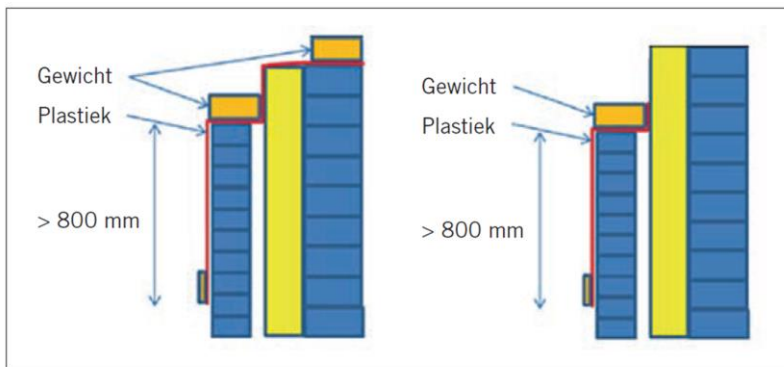


Fig.2: voorbeeld van afdekken van buitenspouwbladen

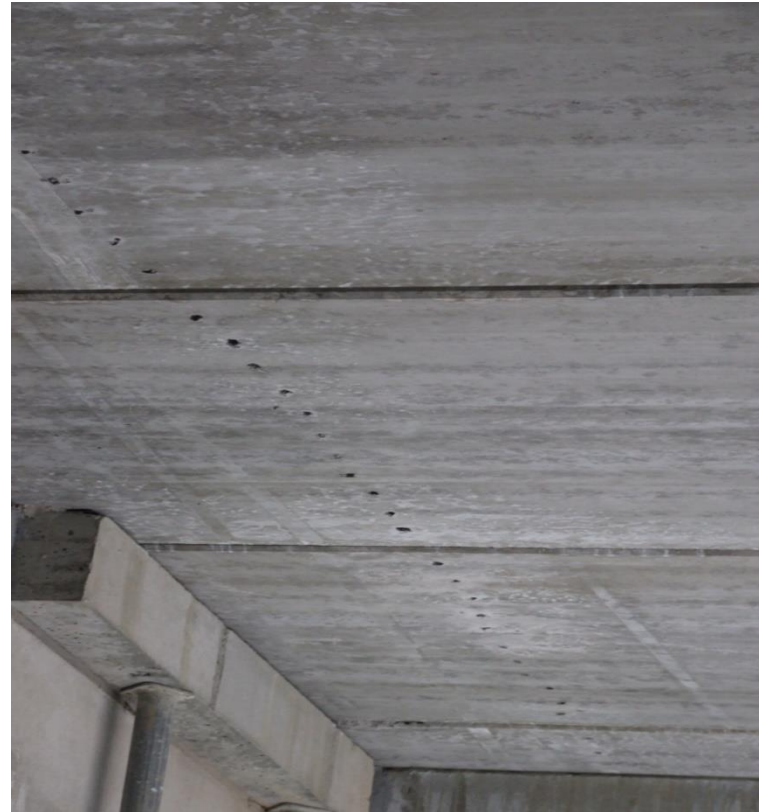


Wienerberger
Dryfix

Bouwvocht

Remediëring

- Perforeren holle welfsels



Droging:

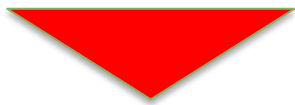
- Tijdens de bouw, zo snel mogelijk wind- en regendicht
- Bouwdrogers
- Extra verwarmen + ventileren (6 tot 24 maanden)

Opstijgend grondvocht = capillariteit

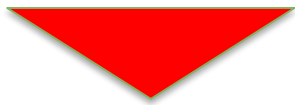
Porositeit baksteen

5 à 25 %

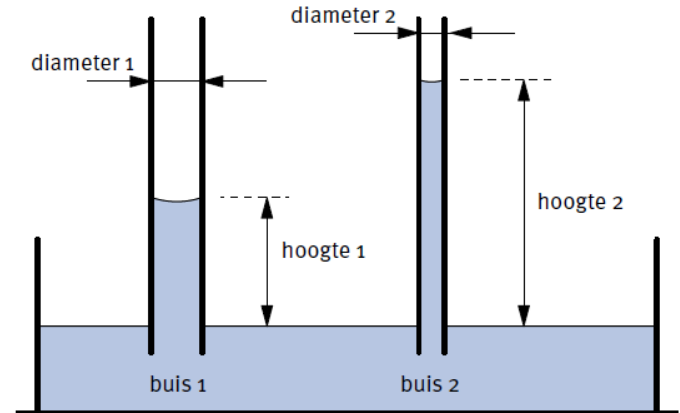
Pompeffect



Zoutconcentratie



Droogsnelheid



Afb. 22 Schematische voorstelling van de capillaire absorptie in fijne glazen buisjes (of 'haarbuisjes').



Opstijgend grondvocht

nieuw



oud



Opstijgend vocht - WTCB jaarverslag 2005

Opstijgend grondvocht

Vermijden opstijgend grondvocht

Echte vochtkering = waterdicht en soepel

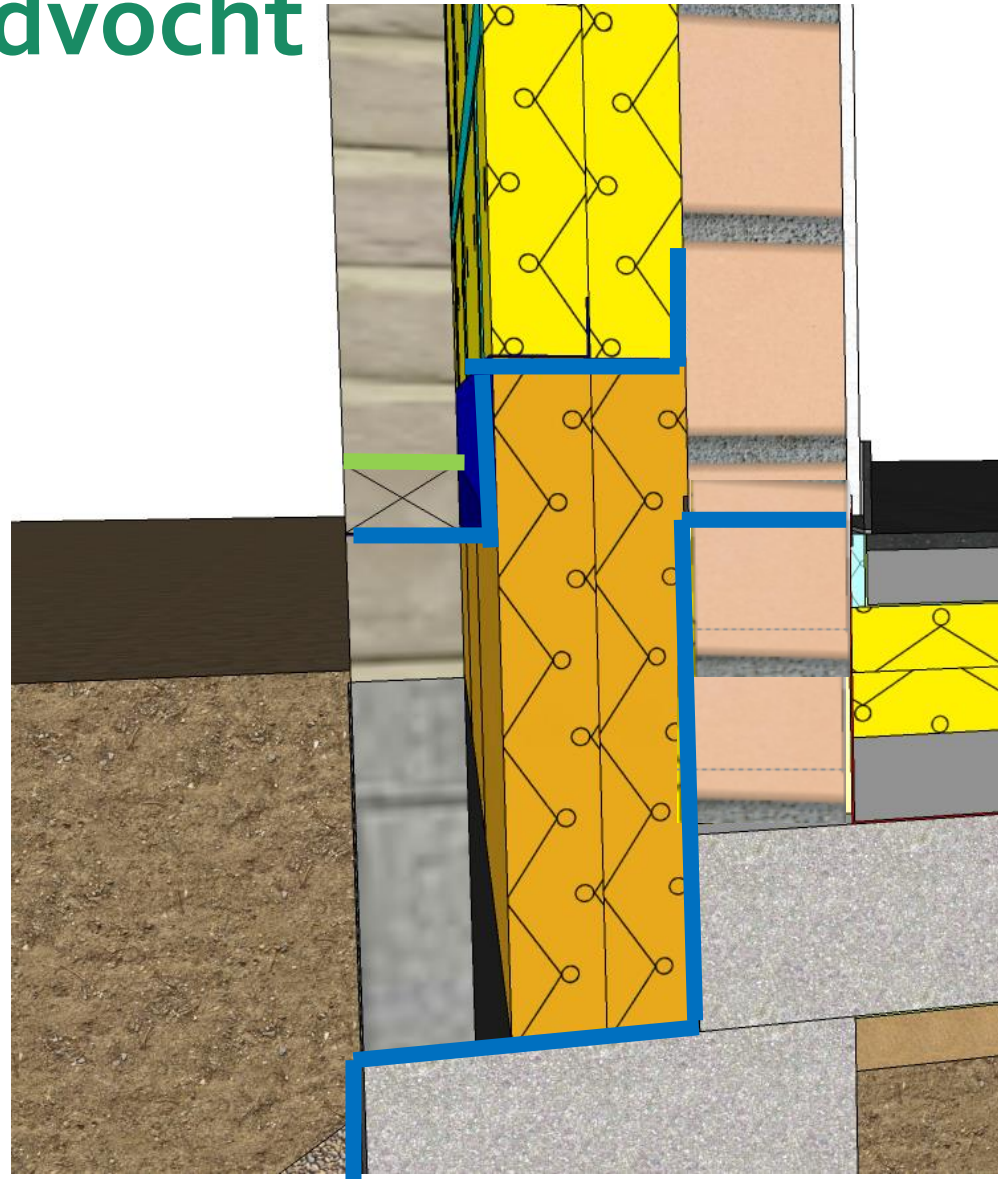
- Vlak
- Naden en overlappen

Materialen afdichting:

- EPDM
- Bitumen

Materialen isolatie

- XPS
- Cellenglas

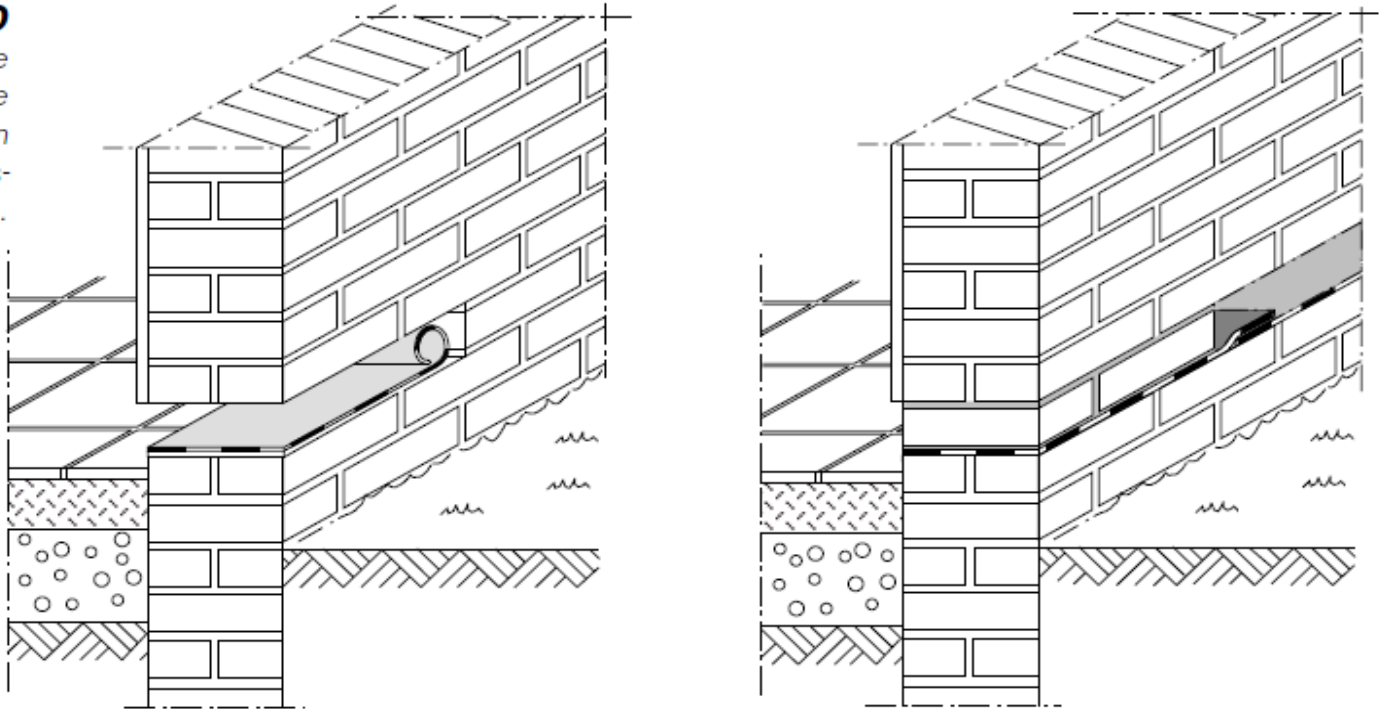


Opstijgend grondvocht

Remediëring – onderkappen

Afb. 20

Fasen van de manuele plaatsing van een dichtingsmembraan.



Varianten: kan ook met inslijpen voeg en inbrengen half-stijve platen of inbrengen stijve platen met trilvizels.

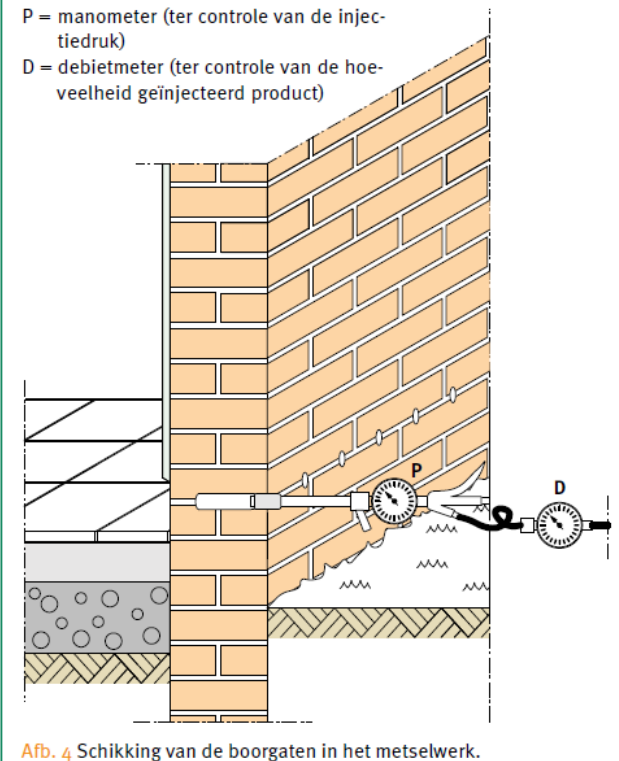
Opstijgend grondvocht

Remediëring – injecteren

- gaten boren in voeg metselwerk op horizontale lijn
- onderlinge afstand 10 à 12 cm
- diameter boorgat afhankelijk van product



Zie voor
gecertificeerde
producten:
www.butgb.be



Afb. 4 Schikking van de boorgaten in het metselwerk.

Keuzetabel oplossingen opstijgend vocht TV 252 – WTCB 2014

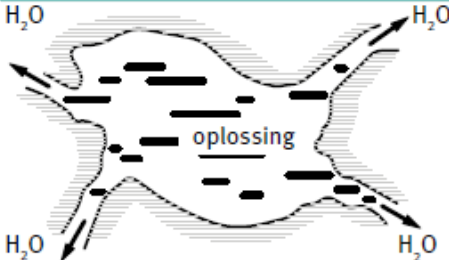
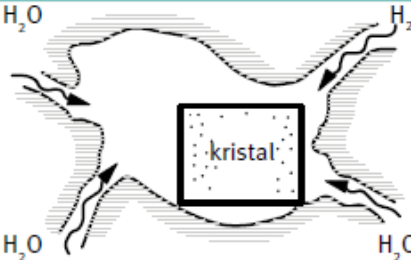
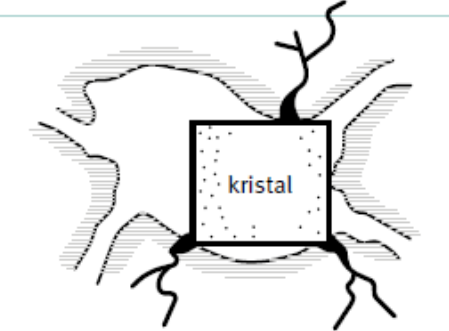
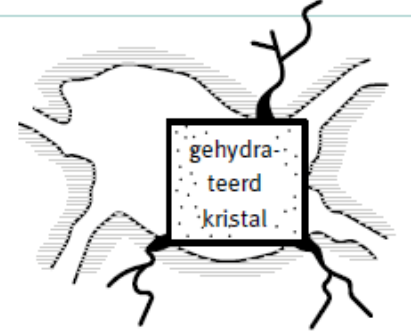
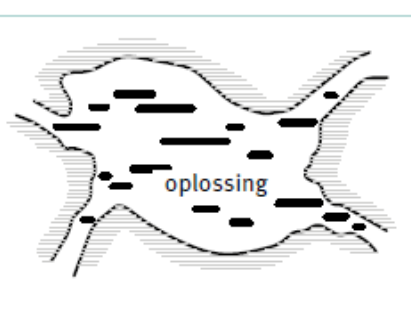
Tabel 11 Overzicht van de interventietechnieken tegen opstijgend vocht.

Interventietechniek	Werkingsprincipe	Doeltreffendheid van de droging	Opmerkingen
Plaatsing van een fysiek vochtscherm	Fysisch blokkeren van het opstijgende vocht	Uitstekend	• Moeilijk toepasbaar in dikke muren, muren met stabiliteitsgebreken, muren uit breuksteen ... • Arbeidsintensieve methode die veel hinder veroorzaakt in bewoonde gebouwen
Injectie van poriënvullende producten	Fysisch blokkeren van het opstijgende vocht	Matig	• Migratiemoeilijkheden van de producten in de vochtige materialen • Schadelijke bijwerkingen of onvoldoende prestaties • Methode die steeds minder gebruikt wordt
Injectie van vochtwerende producten	Fysicochemisch blokkeren van het opstijgende vocht	Uitstekend, in het geval van een doordachte productkeuze	• Uitstekende doeltreffendheid voor producten op basis van siliconen, die momenteel het meest gebruikt worden in België • De keuze van een product moet voornamelijk gebaseerd zijn op de technische goedkeuringen en de proefverslagen van het WTCB • Als de kwaliteit van de binnenlucht van primordiaal belang is, moet men eerder opteren voor een vloeibaar watergedragen product of een product in gel- of crèmevorm • Een goede ventilatie is altijd onmisbaar
Waterdichte afwerking	Blokkeren van de verdamping en van de migratie van zouten naar het oppervlak van het metselwerk	Slecht	• Het opstijgende vocht wordt niet geblokkeerd en de verdampingsmogelijkheden verminderen, waardoor het vochtgehalte in het metselwerk toeneemt of verplaatst wordt • Alleen te gebruiken als er een voorafgaande behandeling voor het blokkeren van het opstijgende vocht voorzien is
Saneerpleister	Opslag van zouten en behoud van het verdampingsvermogen	Licht negatief tot verwaarloosbaar	• Het opstijgende vocht wordt niet geblokkeerd maar de verdampingsmogelijkheden blijven behouden, waardoor er een kleiner risico bestaat op de toename of de verplaatsing van vocht in het metselwerk • Alleen te gebruiken of samen met een behandeling voor het blokkeren van opstijgend vocht
Behandeling die de verdamping bevordert	Verbetering van de verdamping	Wisselvallig	• Het opstijgende vocht wordt niet geblokkeerd • Kan koudebruggen en een zoutconcentratie rond de verdampingsopeningen veroorzaken
Elektro-osmose	Invloed op de elektrische potentialen	Wisselvallig	• Wisselvallige resultaten • Techniek die haast niet meer gebruikt wordt in België
Elektromagnetisch systeem	Interferentie tussen elektro-magnetische velden	Niet aangetoond	• Zeer beperkte praktijkervaring

Hygroscopie en zouten

Bron: WTCB: TV 252

Tabel 2 Schematische voorstelling van verschijnselen die gerelateerd zijn aan de aanwezigheid van oplosbare zouten in poreuze materialen.

Fenomenen gerelateerd aan oplosbare zouten	Kristallisatie	Hydratatie	Hygroscopiciteit
Vóór			
Na			
Beschrijving	Verdamping van een zoutoplossing binnenin de poriën en beschadigingen ten gevolge van kristallisatiekrachten	Wijziging van de hydratatie-toestand (en van het volume) van een zout na een oplossingsfase en beschadigingen ten gevolge van de kristallisatiekrachten	Hygroscopische vochtabsorptie door een zout en bevochtiging van het poreuze materiaal zonder een bron van vloeibaar water

Zouten? Waar komen ze vandaan?

Zouten in materialen afkomstig van:

- Zand, klei, granulaten, ... gewonnen uit de zee (of sediment uit vroegere zee): beton, mortel, gebakken klei, ...
- Dooizouten dringen in materiaal door opspattend water
- Urine en mest: oude stallen, dier / mens
- Zeelucht: tot enkel km's landinwaarts
- Pompeffect opstijgend vocht / droging, dus afkomstig van het grondwater (langzaam proces: historische gebouw)

Vooraf: nitraat-, chloride- en sulfaat-zouten (wateroplosbaar)

Zouten ?



WTCB TV 252

Afb. 27 Onthechting en verpoedering van de binnenafwerking aan de muurvoet ten gevolge van de werking van nitraten



Afb. 41 Indicatiestrookjes waarmee men de aanwezigheid van zouten (nitraten en chloriden) kan vaststellen.

Hygroscopische zouten

Remediëring



Vooraf:

- eerst vochtstroom stoppen (oplosbare zouten!)

Buitenkant

- regen spoelt zouten weg, regelmatig droogborstelen
- versnellen door droogborstelen, afspoelen, drogen, borstelen, ...

Hygroscopische zouten

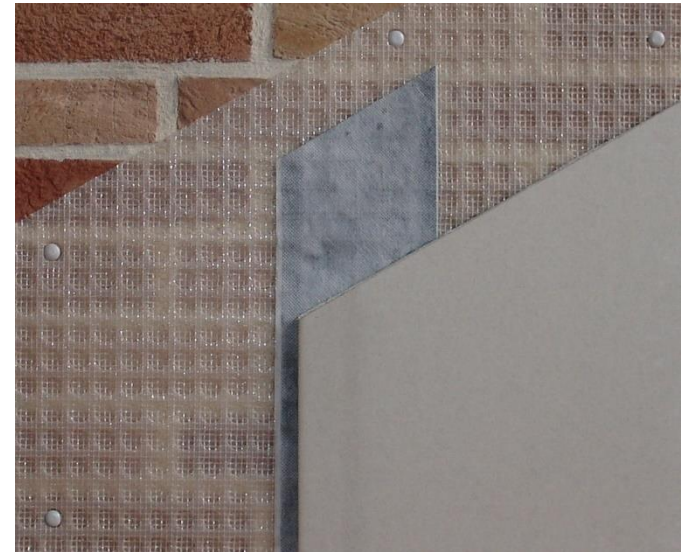
Remediëring

Vooraf:

- eerst vochtstroom stoppen

Binnenkant

- Bestaande afwerking verwijderen
 - na droogborstelen, opnieuw afwerken met (saneer)pleister
 - indien nog (te veel) zouten aanwezig: ontdubbelingstechniek, bijvoorbeeld speciale noppenfolie en nadien te bepleisteren
- speciale technieken: extractie-kompressen, elektrische potentiaal, ...



Oppervlaktecondensatie



Risico op oppervlaktecondensatie inschatten

Het condensatiegevaar binnen kan nagegaan worden door de kennis van het binnenklimaat en de oppervlaktetemperatuur.

Oppervlaktecondensatie:

$$t_{oi} < t_d$$

t_{oi} : binnen-oppervlaktetemperatuur

t_d : dauwpunt binnenklimaat





Risico op oppervlaktecondensatie inschatten

Het gevaar voor oppervlaktecondensatie kan berekend worden op basis van de temperatuurfactor τ (of f)

$$\tau_{\min} = f_{\min} = \frac{t_{oi\min} - t_e}{t_i - t_e} \geq \frac{t_d - t_e}{t_i - t_e}$$

$t_{oi\min}$: minimale binnen-oppervlaktetemperatuur
 t_d : dauwpunt horende bij binnenklimaat

Risico op oppervlaktecondensatie inschatten

Dus de temperatuurfactor τ (of f) kan berekend worden door meten van 3 temperaturen:

$$\tau_{\min} = f_{\min} = \frac{t_{oimin} - t_e}{t_i - t_e}$$



t_{oimin} : minimale binnen-oppervlaktetemperatuur
 t_i : binnentemperatuur
 t_e : buitentemperatuur

Eisen temperatuurfactor

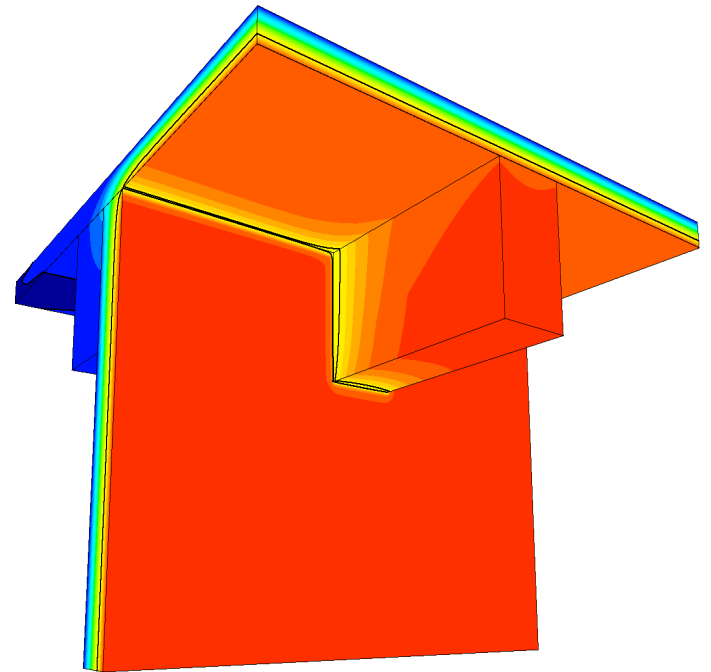
Eis ter voorkoming van oppervlaktecondensatie en te grote warmteverliezen

$$f_{\min} = \tau_{\min} \geq 0,70$$

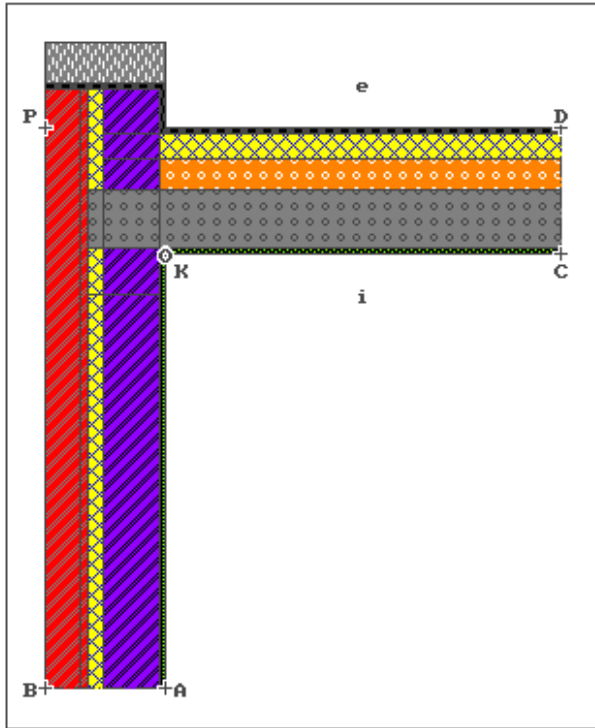
Eis ter voorkoming van elk risico van schimmelvorming

$$f_{\min} = \tau_{\min} \geq 0,80$$

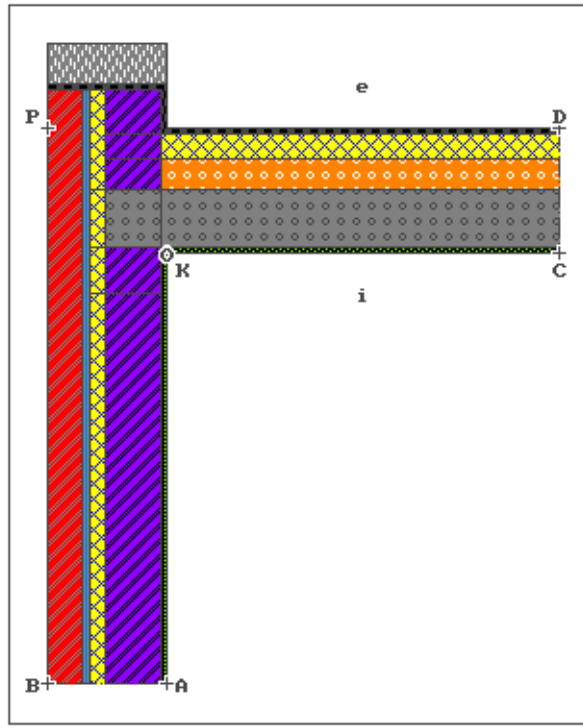
Rekenpakketten (cf Kobru)



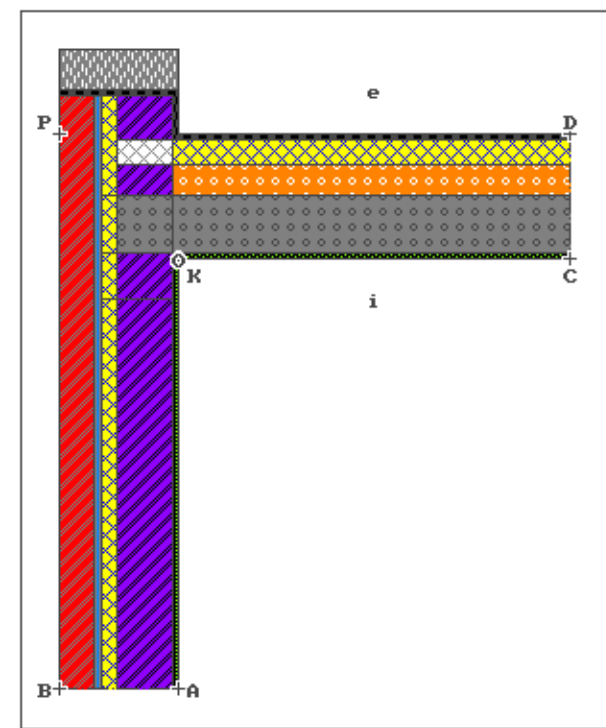
Temperatuurfactor



$\Psi = 0.4 \text{ W/mK}$
Onderbreking
spouwisolatie door beton

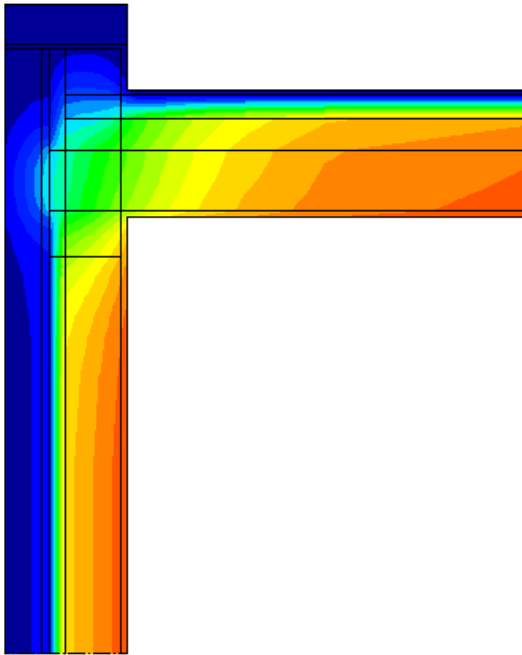


$\Psi = 0.0 \text{ W/mK}$
Onderbreking isolatie
door snelbouw



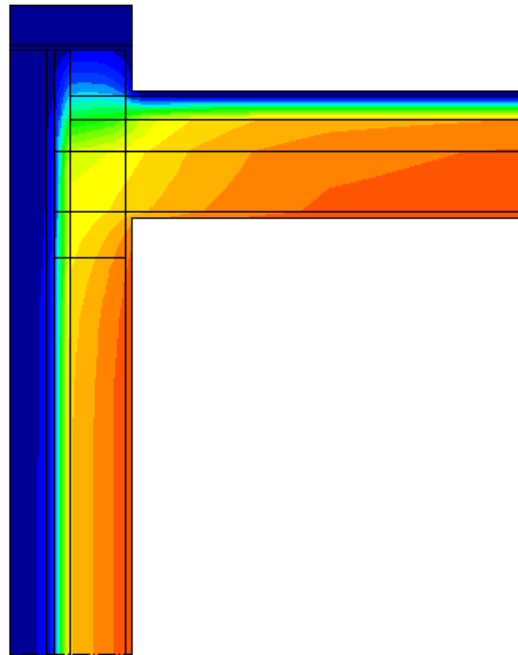
$\Psi = -0.1 \text{ W/mK}$
Thermische snede
(cellenbeton, cellenglas)

Temperatuurfactor



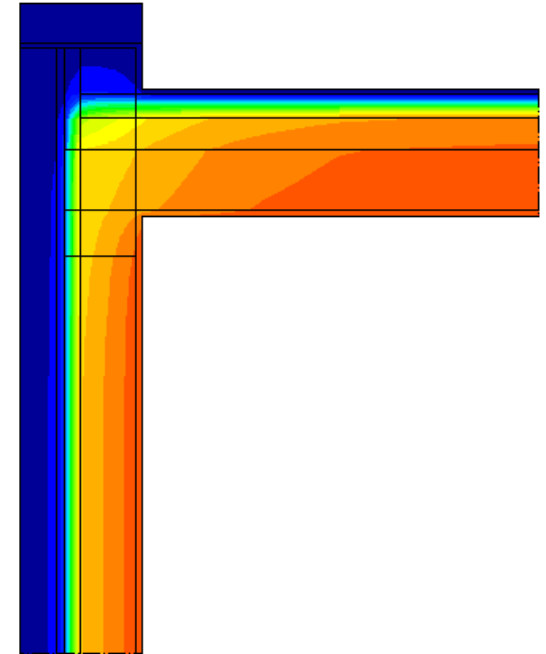
$$f = 0.62$$

onderbreking
spouwisolatie door beton



$$f = 0.77$$

onderbreking isolatie
door snelbouw



$$f = 0.81$$

thermische snede
(cellenglas, cellenbeton)

Voorbeeld 1

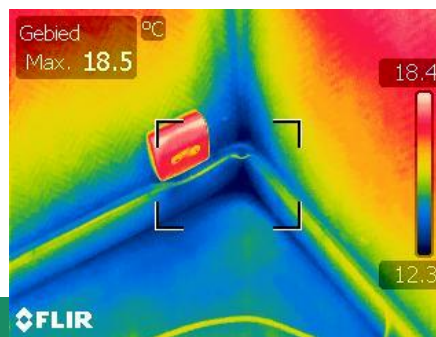
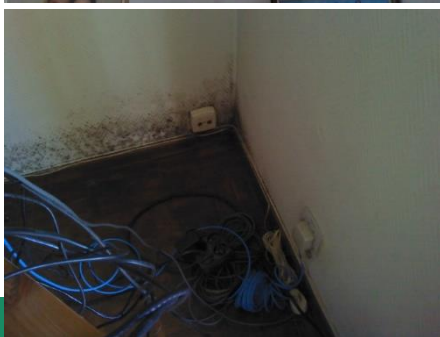
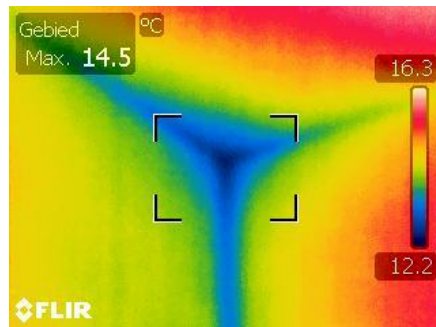
Voorbeeld: isoleren en problemen

Renovatie:

- Isolatie linkergevel
- Isolatie dak
- Nieuwe vensters
 - 3-voudig glas
 - 1x ventilatierooster in raam voorgevel per appartement

Problemen:

- Schimmelvorming
 - op niet-geïsoleerde muren
 - op meerdere verdiepingen





Voorbeeld 1

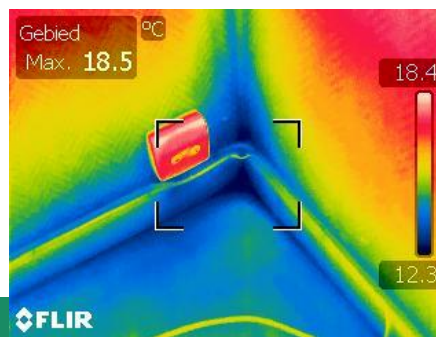
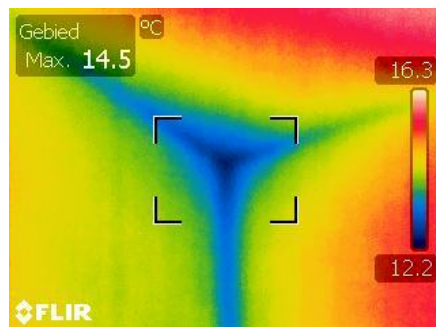
Voorbeeld: isoleren en problemen

Oorzaak:

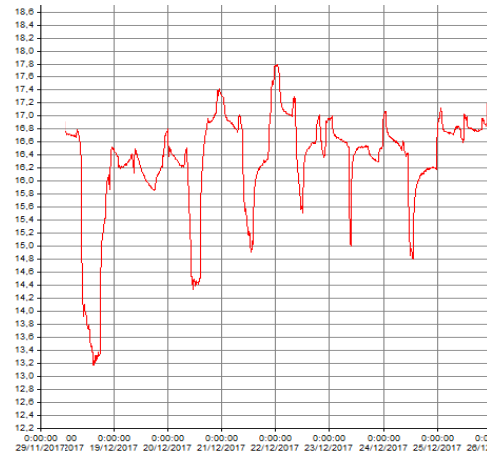
- Onvoldoende ventilatie (geen doorstroming)
- Rechtergevel niet geïsoleerd (geen akkoord buur)

Advies:

- Doorstroming verzekeren ventilatieopeningen achtergevel + doorstroom
- Binnenisolatie (minimale dikte)

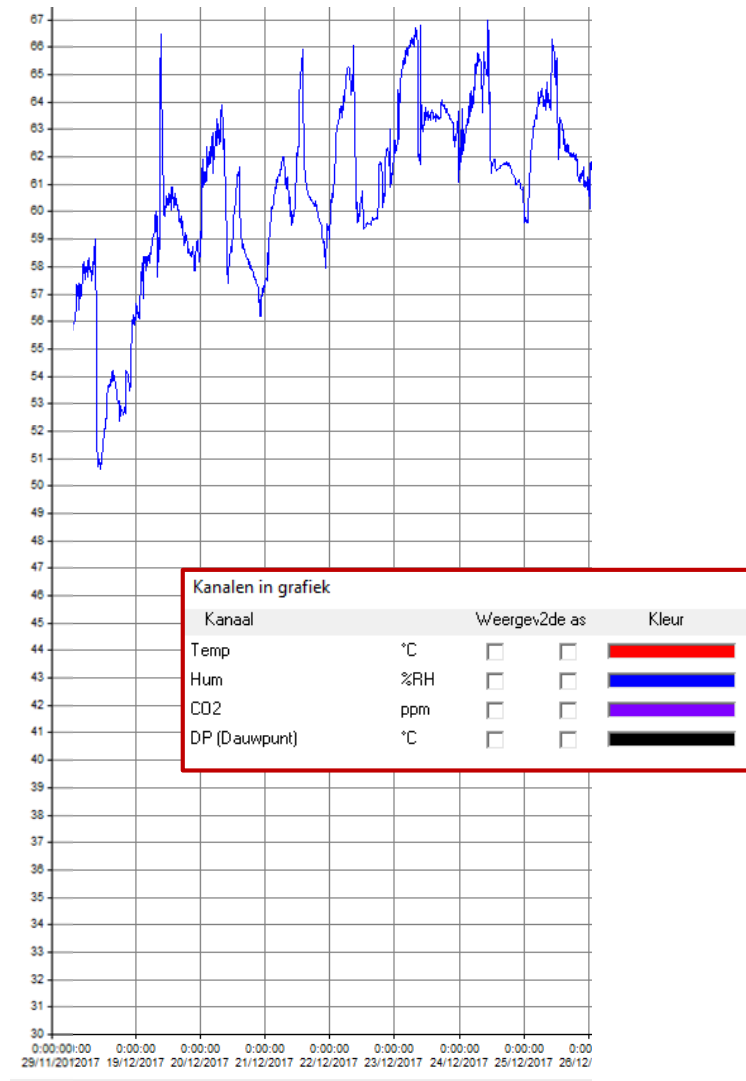


Voorbeeld 2

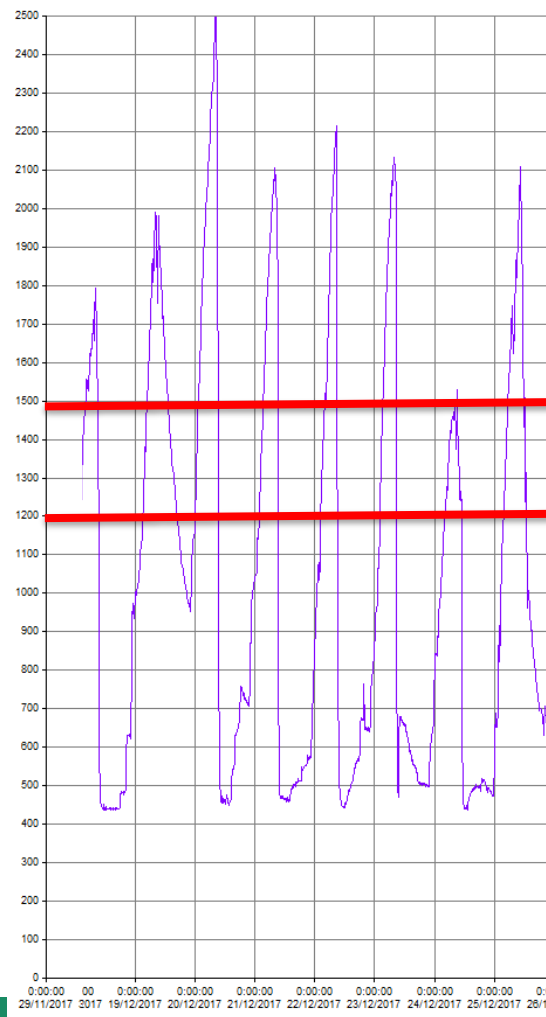
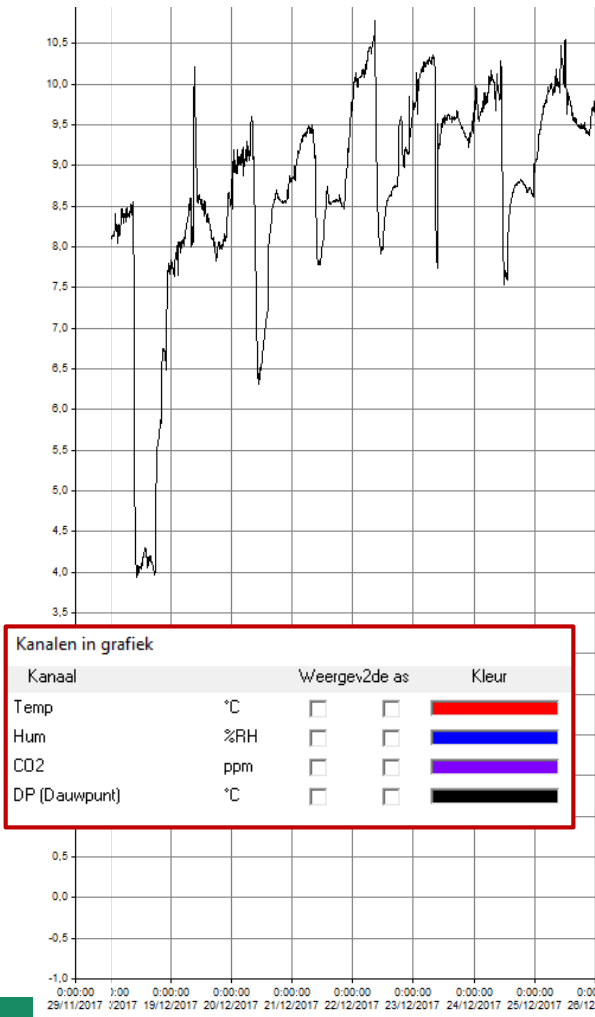


Probleem in slaapkamer

- Gerenoveerde woning:
 - Dak geïsoleerd
 - Nieuwe vensters: PVC-ramen met HR-glas
- Slaapkamer één kind ca. 10 jaar
- In de winter schimmel op pleister rond raam
- Dagelijks intensief verlucht = raam open
- Vraag: geraken problemen opgelost indien we mechanische ventilatie aanbrengen (C⁺ of D⁺⁺wtw)? Of is het beter de muur te isoleren?



Voorbeeld 2



Analyse meetcampagne 4 weken:

- Relatief lage luchttemperatuur
- Ongezond hoge CO₂-pieken
 - 1200 ppm
 - 1500 ppm

Advies:

- Gemiddelde luchttemperatuur verhogen (= verwarmen)
- Ventileren

Oppervlaktecondensatie

Remediëring

Verhogen oppervlaktetemperatuur binnen op koudebrug

- Isoleren koudebrug (binnen / buiten)
- Verhogen binnentemperatuur (= verwarmen)

Verlagen luchtvochtigheid binnen

- Ventileren
- Productie vocht binnenhuis verminderen
- Ontvochtigen binnenlucht (indien niets anders kan)

Gebruik diagram van Mollier voor verklaring!

Condensatie

Oppervlaktecondensatie

- Op oppervlak met oppervlaktetemperatuur lager dan dauwpunt.

Inwendige condensatie

- Dauwpunt wordt bereikt in constructie (winter)

Omgekeerde condensatie

- Hoge luchtvochtigheid buiten, lage temperatuur binnen (zomer)

Aandachtspunten kort

Inwendige condensatie

- Verlagen absoluut vochtgehalte binnen (ventileren, ...)
- Verhogen binnentemperatuur (verwarmen)
- Aangepast lucht/dampscherm aan de warme binnenzijde
- Indien mogelijk: dampopener van warm naar kouder (van binnen naar buiten)

Omgekeerde condensatie

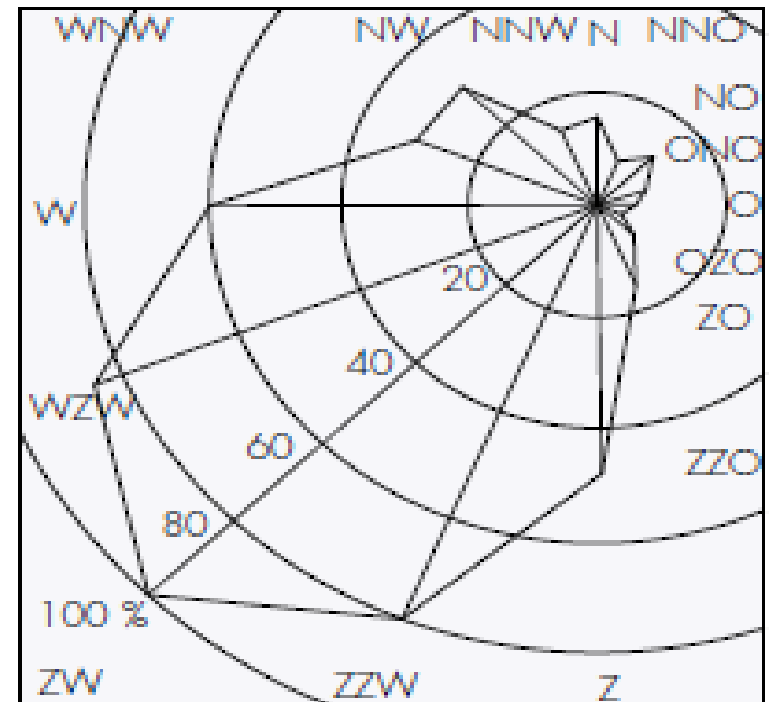
- Bij “lichte” constructies, bijvoorbeeld houtskeletbouw
- Wordt versterkt door actieve koeling (airco = lucht kouder en droger)
- Aangepast verhouding tussen dampdichtheid buiten- en binnenzijde

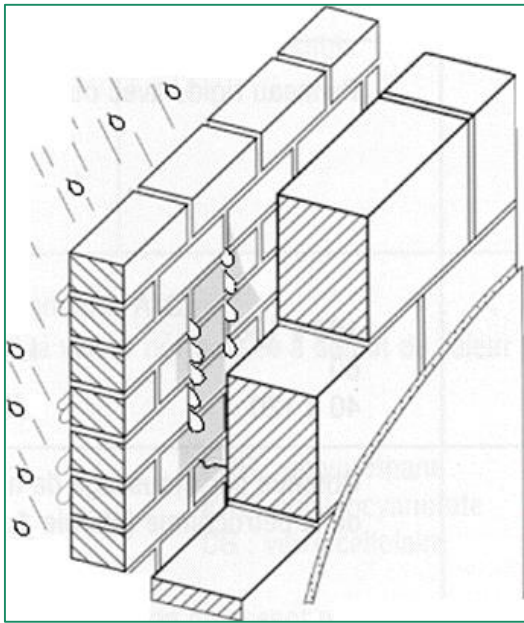
Regendoorslag en infiltratie



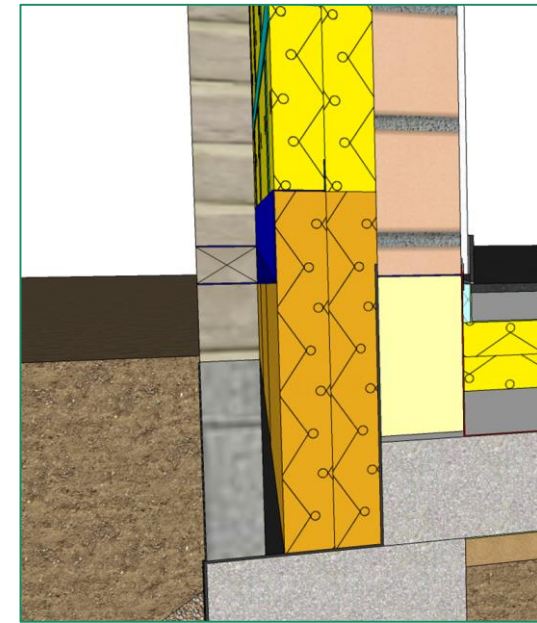
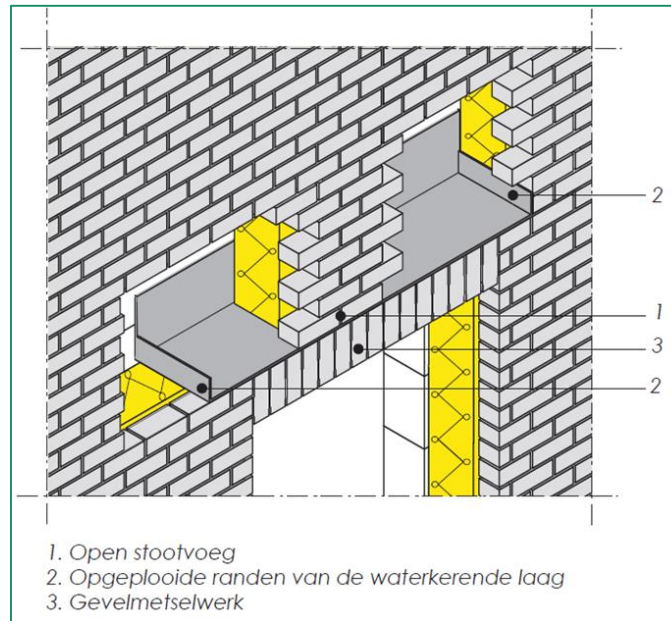
Regendoorslag door slagregen:
Probleemoriëntatie: van Zuid tot West

Afb. 10 Gemiddelde slagregenintensiteit vermenigvuldigd met de gemiddelde duur tijdens een jaar.

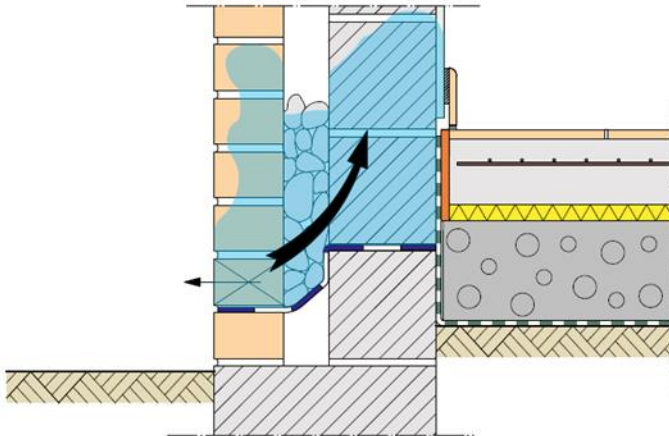




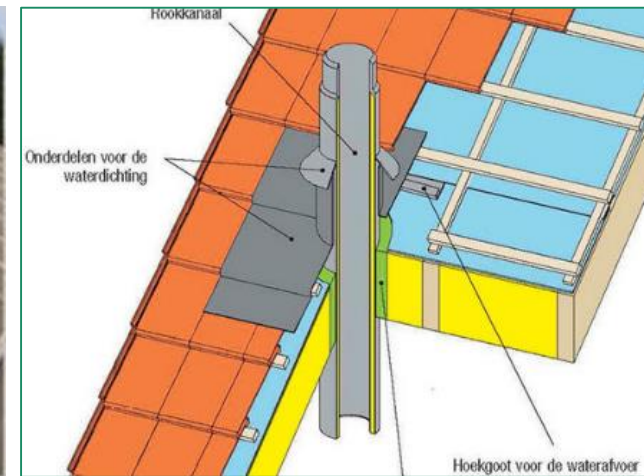
Figuur: Informatieblad Butgb



Bron: TV 252 – WTCB 2014



Afb. 28 Luchtspouw die opgevuld is met mortelresten waardoor de afvoer van het water verhinderd wordt; dit probleem kan zich voordoen in alle, al dan niet thermisch geïsoleerde, spouwen.



Infiltratie - gevels

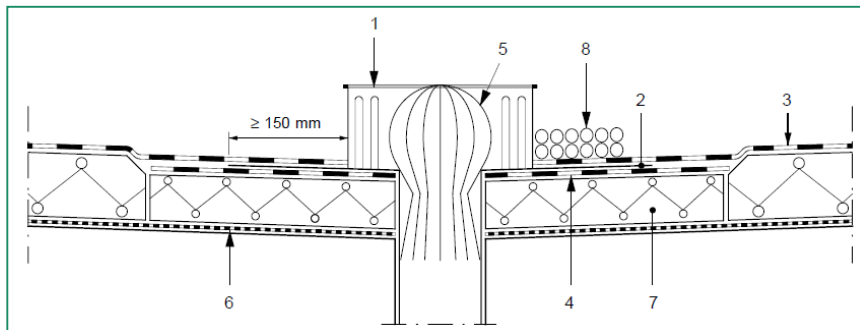


Vochtkering enkel in buitenspouwblad, geen overbrugging spouw

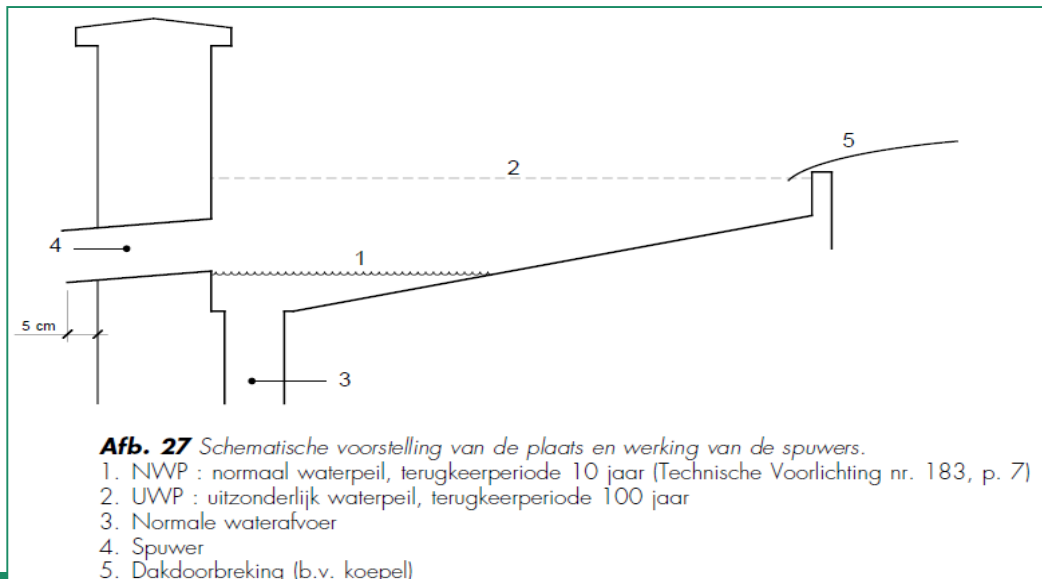
Buitenomgeving "boven" vochtkering



Infiltratie - daken



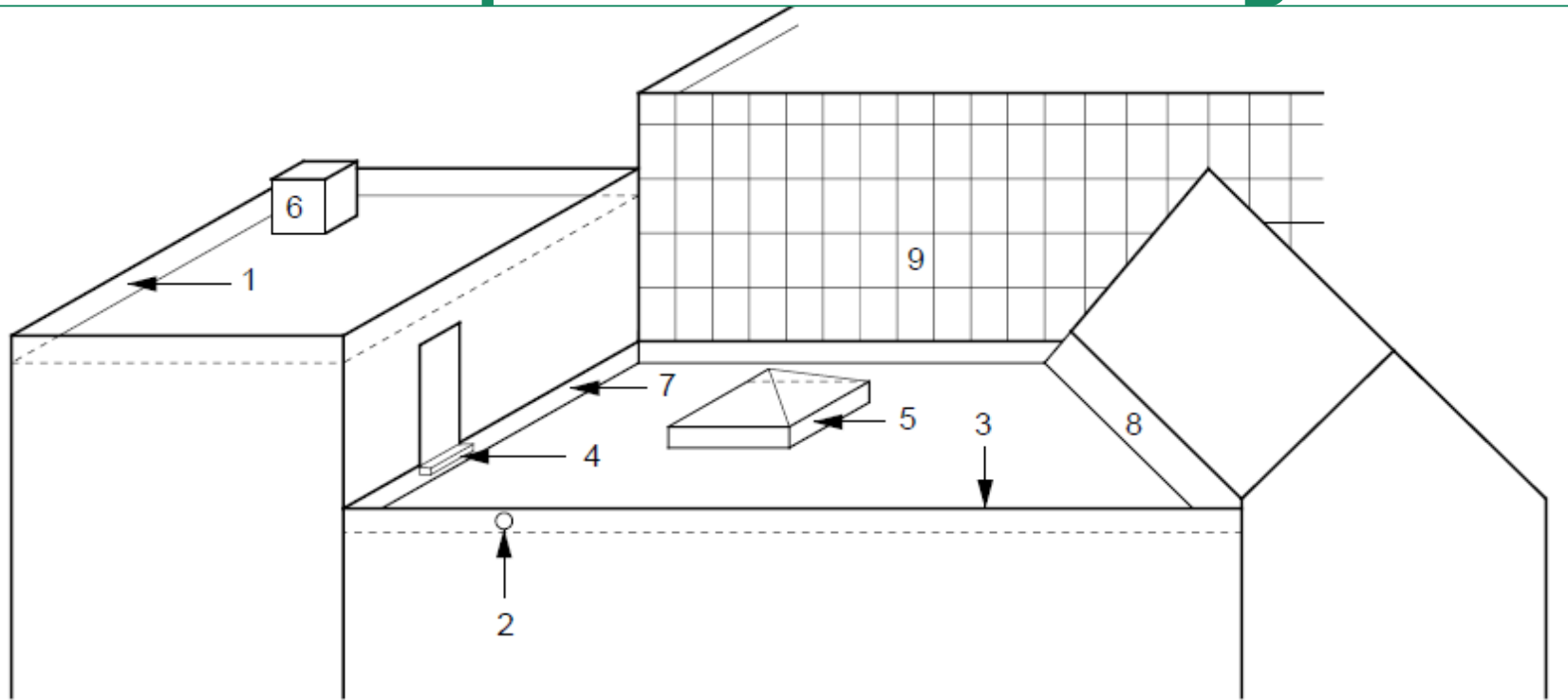
Verstopte dakkolk = infiltratiegevaar en instortingsgevaar



Overlopen aan randen

Remedie: spuwers of overlopen plaatsen

Aandachtspunten aansluitingen



Afb. 29 Opstanden.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Dakrand (§ 6.3) | 6. Schouw (§ 8.5) |
| 2. Spuwer (§ 4.3) | 7. Spouwmuur (§ 5.4.1) |
| 3. Afwerking van de dakrand (§ 6.4) | 8. Aansluiting met een hellend dak (§ 5.4.3) |
| 4. Dorpel (§ 5.4.2) | 9. Gevelbekleding (§ 5.4.6) |
| 5. Koepel (§ 5.4.4) | |

Vochtproblemen in de woning

1. vocht in de bouw – vochtschade
2. vochttransport in bouwelementen
3. vochtproblemen en mogelijke oplossingen
4. **meten van vocht**

Meten vocht in lucht



Verschillende vocht- en temperatuurmeters - WTCB jaarverslag 2008

Meten vocht in materialen



Dataloggers

Langdurige meetcampagnes:

(weken, maanden, permanent)

- **% RV**

(Relatieve luchtvochtigheid)

- **Temperatuur °C**

Soms ook:

- **CO₂ ppm in de lucht**

(ppm = parts per million)



Meting waterabsorptie metselwerk



Kasterpijpje

+ chrono

- Start = 0 ml
- 5 minuten = x ml
- 10 minuten = y ml

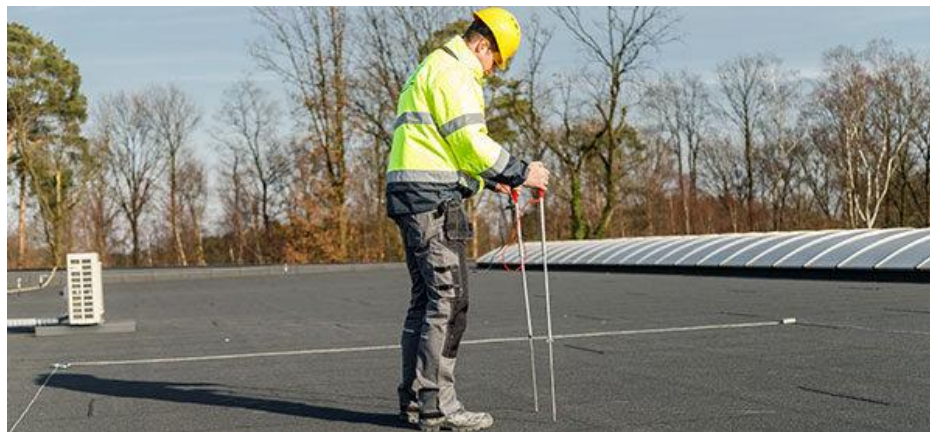
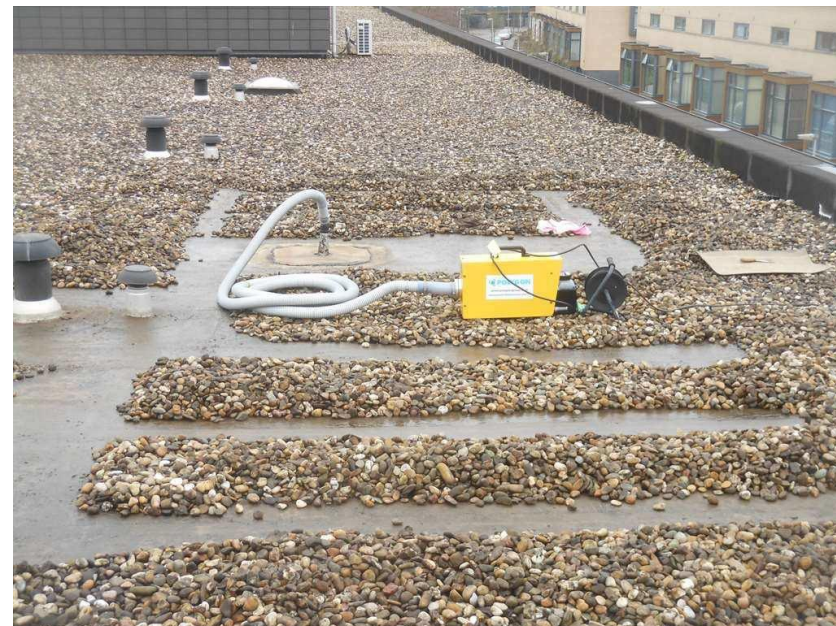
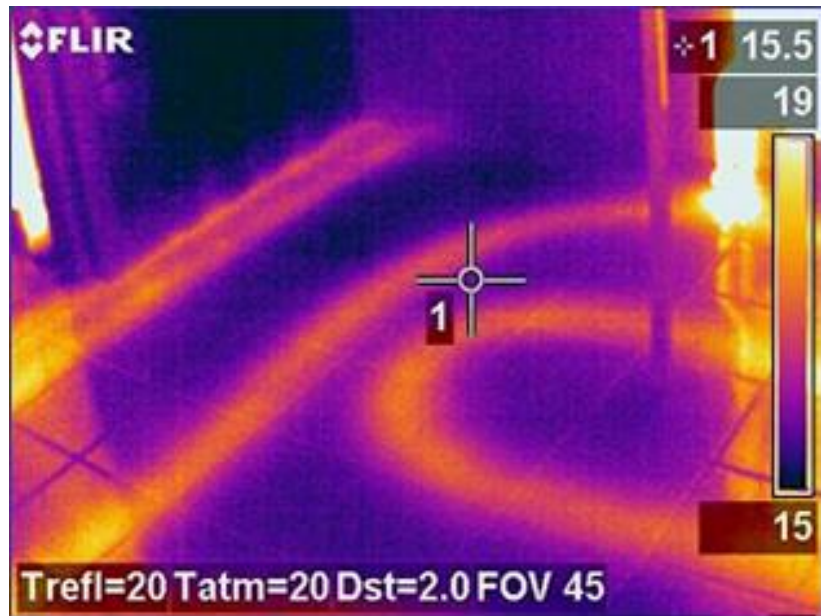


Lekdetectie

- 1. Warmtebeeldcamera**
- 2. Rookmachine**
- 3. Kleurstoffen – fluo – fluo onder UV-licht**
- 4. Magnetisch veld**

Volgende slide: van links naar rechts, van boven naar onder

Lekdetectie

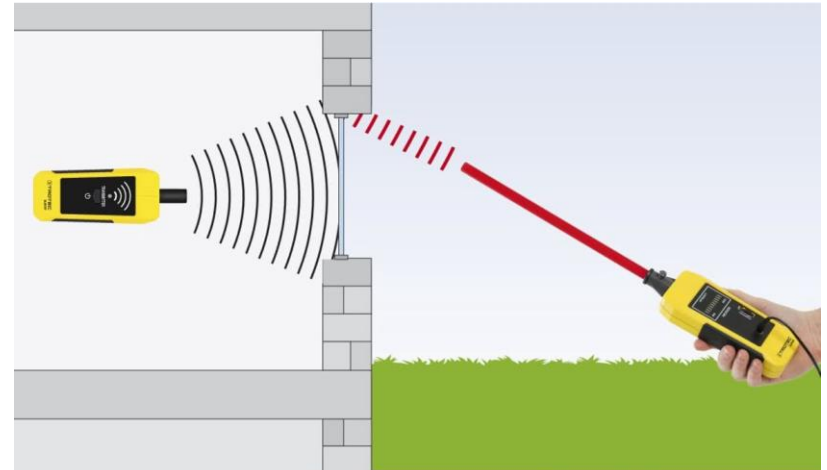


Lekdetectie

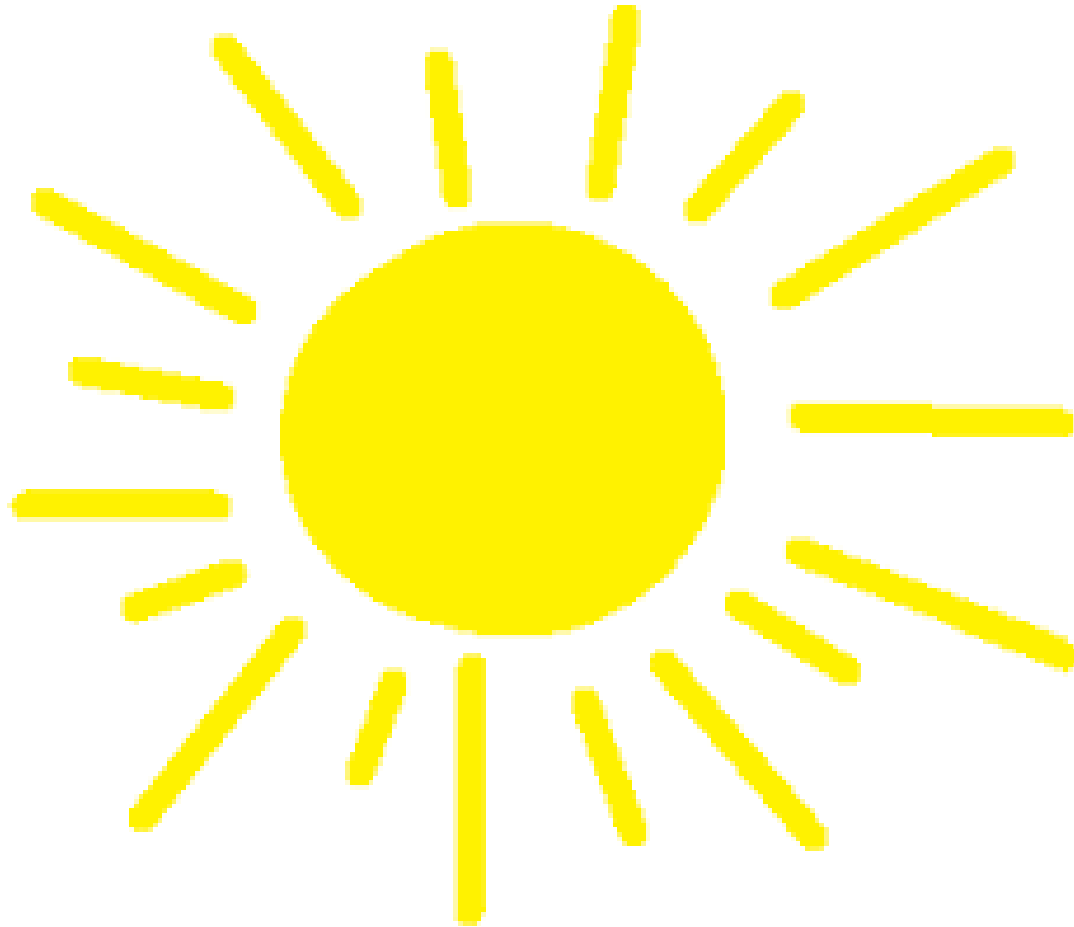
- 5. Traceergas
- 6. Ultrasoon bron en ontvanger
- 7. Akoestische correlator (vibrafoon), 2 of 3 zenders
- 8. Camera (endoscoop)

Volgende slide: van links naar rechts, van boven naar onder

Lekdetectie



Na regen ...



Dank voor jullie aandacht