



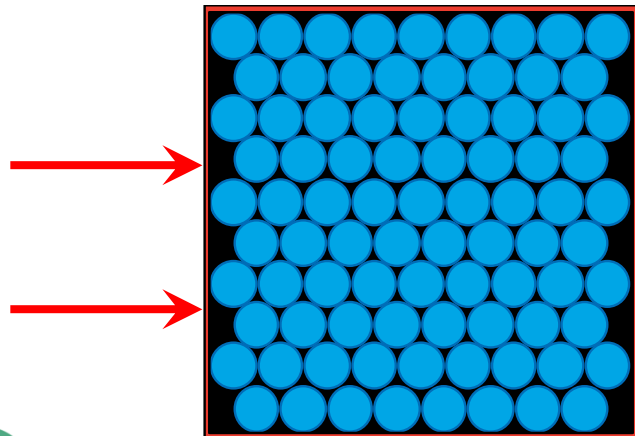
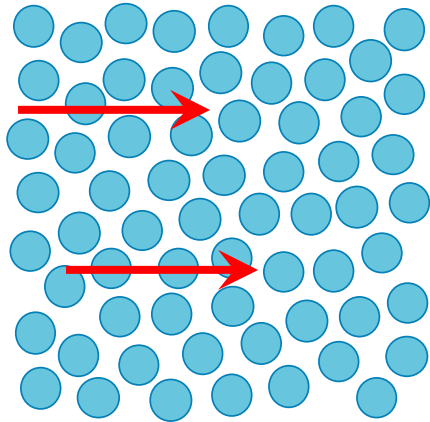
Zrakotesnost & gradbena fizika

gradbena fizika

PRO|f|ORM

Specialisti za lesno gradnjo

Princip toplotne izolacije

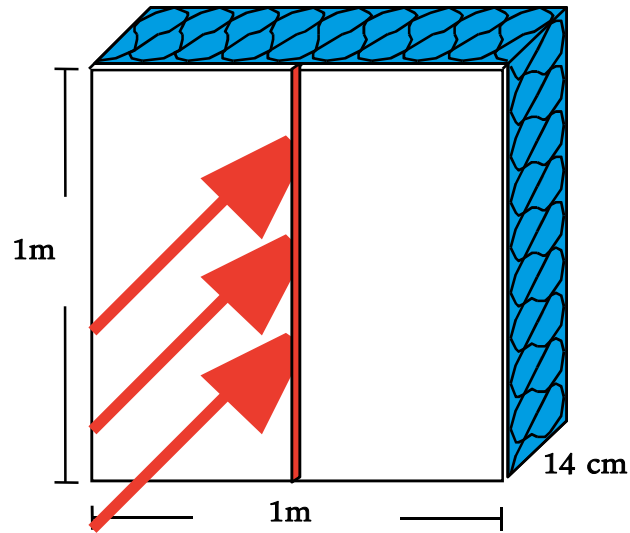


- Toplotna izolacija
=Zrak v prostoru / porah, vedno zaprt.
- Gibanje zraka
=Transport toplote

Samo zaradi gibanja zraka
ščitimo zračni ovoj!

P|R|O|f|O|R|M

Toplotne izgube



Primer:

Toplotno izolirane stene

Špranja širine 1mm v parni oviri.

Pogoji v okolju:

notranja temperatura +20°C

zunanja temperatura -10°C

Brez špranj: U-vred. = 0,3 W/m²k

Z 1mm špranjo: U-vred. = 1,44 W/m²k

Faktor poslabšanja 4,8

Meritve:

Institut für Bauphysik, Stuttgart

Quelle: DBZ 12/89, Seite 1639ffw



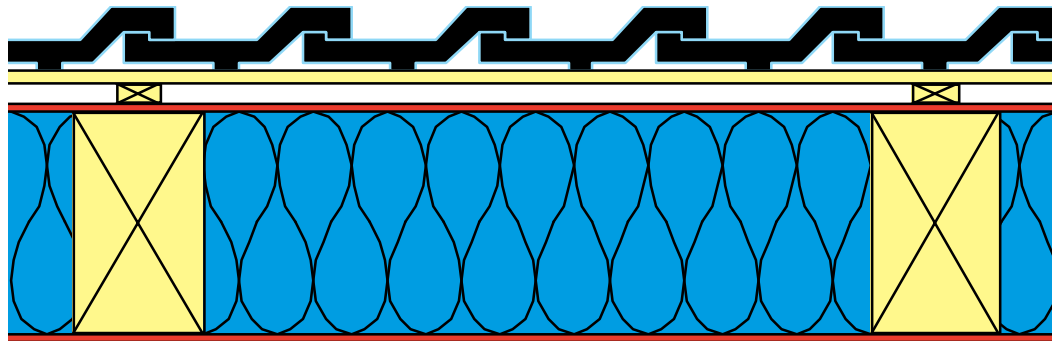
P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Princip toplotne izolacije

Idealna toplotna konstrukcija

- Zaščita toplotne izolacije
- Zrakotesna ravnina
- Toplotna izolacija



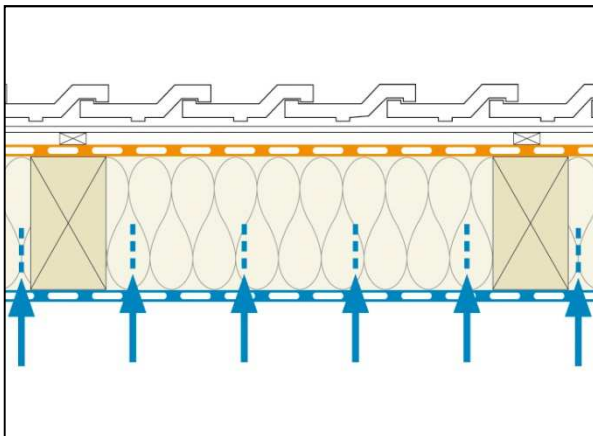
Toplotna izolacija je zgoraj in spodaj ovita



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlage



Predviden vnos vlage

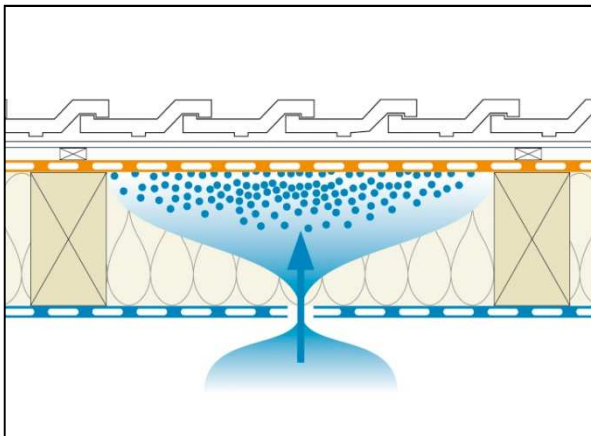
difuzija



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlage



Nepredviden vnos vlage

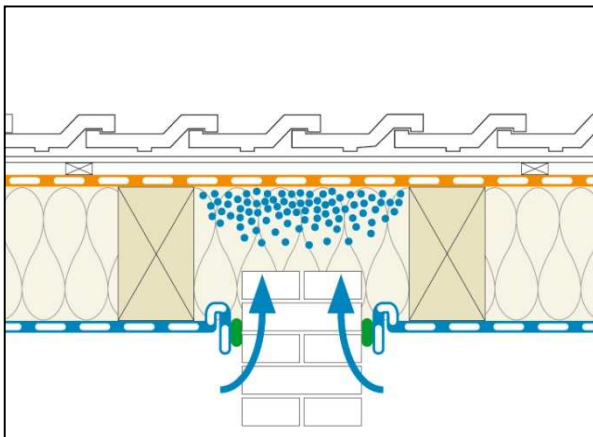
1. konvekcija



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlage



Nepredviden vnos vlage

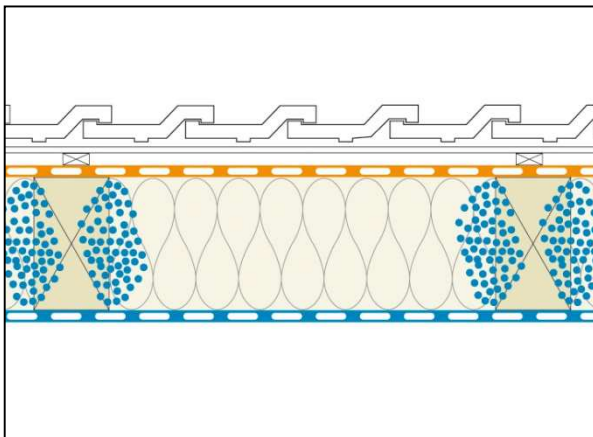
2. Stranska difuzija



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlge



Nepredviden vnos vlage

3. Vlažni gradbeni materiali



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Razlogi nastale škode zaradi vlage



Gradbena škoda – nočna mora vseh udeležencev:

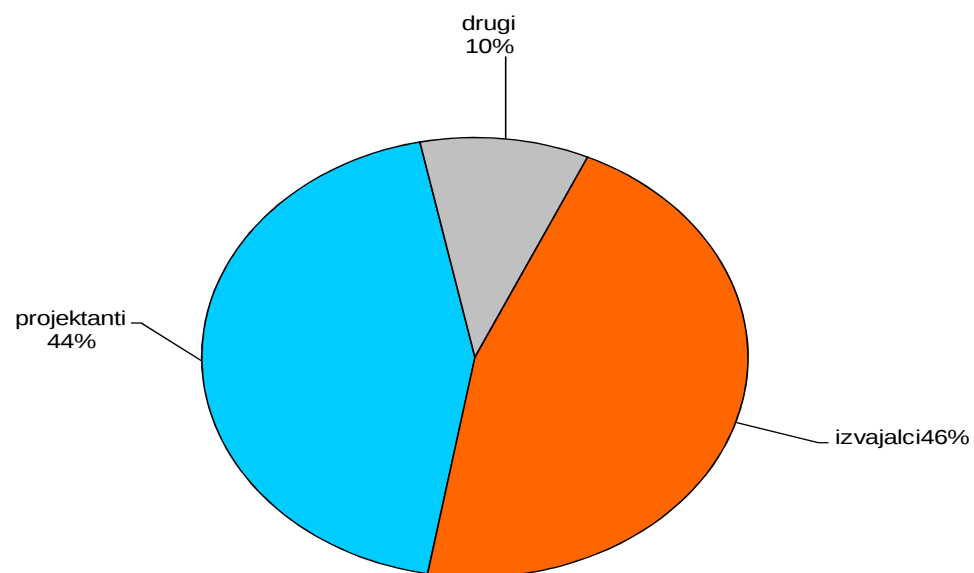
načrtovalec, arhitekt
obrník
dobavitelj
... in na koncu investitor



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Razlogi za škodo na objektih



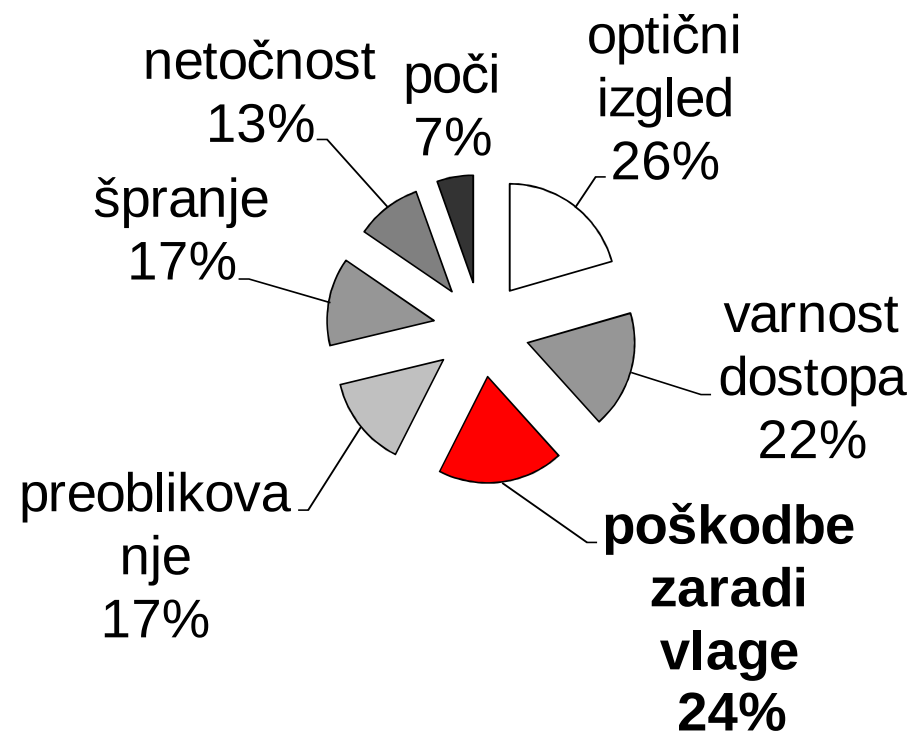
vir: Qualitätsmanagement im
Bauwesen, VDI-Verlag 1996

P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Bauschadensursachen

Razlogi za nastalo škodo



vir: Lernen aus Schäden im
Holzbau, IRB-Verlag 2000

P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Škoda zaradi vlage



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

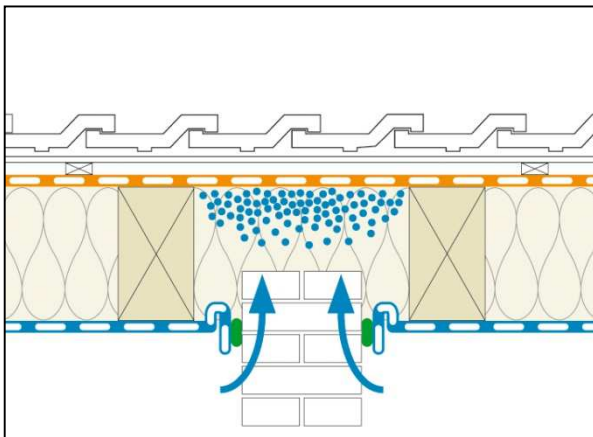
Škoda zaradi vlage



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlage



Nepredvideno navlaževanje

2. Bočna difuzija



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Posledice vlage v gradbenem materialu

Vlaga lesa v nivoju strehe:

Primer: špirovci 8/18, ($e = 70 \text{ cm}$)

Pri sušenju lesa za:

1% bo **100** g/m² vode prešlo v izolacijo

10% bo **1000** g/m² vode prešlo v izolacijo

20% bo **2000** g/m² vode prešlo v izolacijo

Masa lesa 500 kg/m³ predstavlja ca. 10 kg/m²

d.h. 1 % sušenje = 100 g/m²

Vlaga v gradbenem lesu

Vsa vlaga gre najprej v izolacijo



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Gradbena škoda zaradi vlage



Abb.: Poškodbe vlage na podstrešju



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

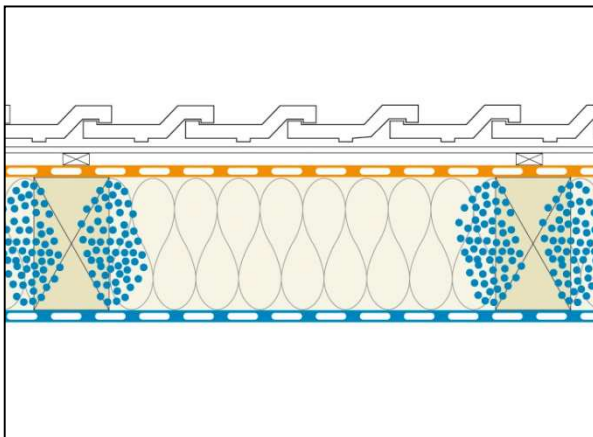
Gradbena škoda zaradi vlage



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlage



Nepredvideno navlaževanje

3. Vlažen gradbeni material



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

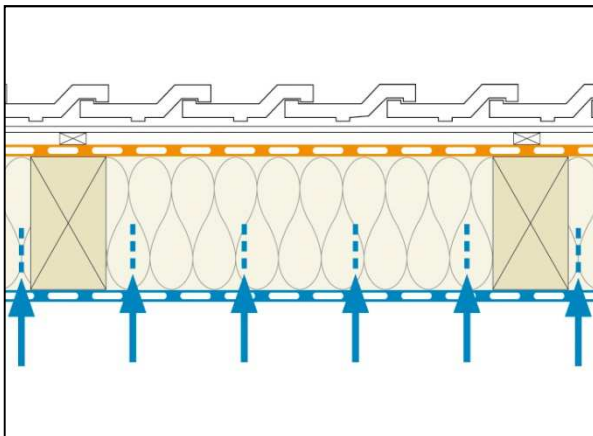
Gradbena škoda zaradi vlage



P|R>O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlage



Predvideno navlaževanje
difuzija



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Gradbena škoda zaradi vlage



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

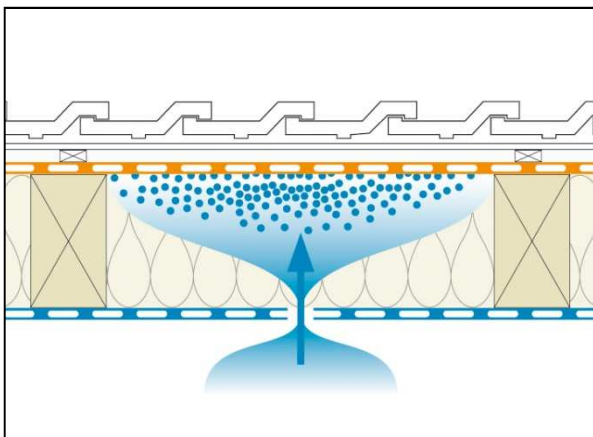
Gradbena škoda zaradi vlage



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Transport vlage



Nepredvideno navlaževanje

1. konvekcija



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

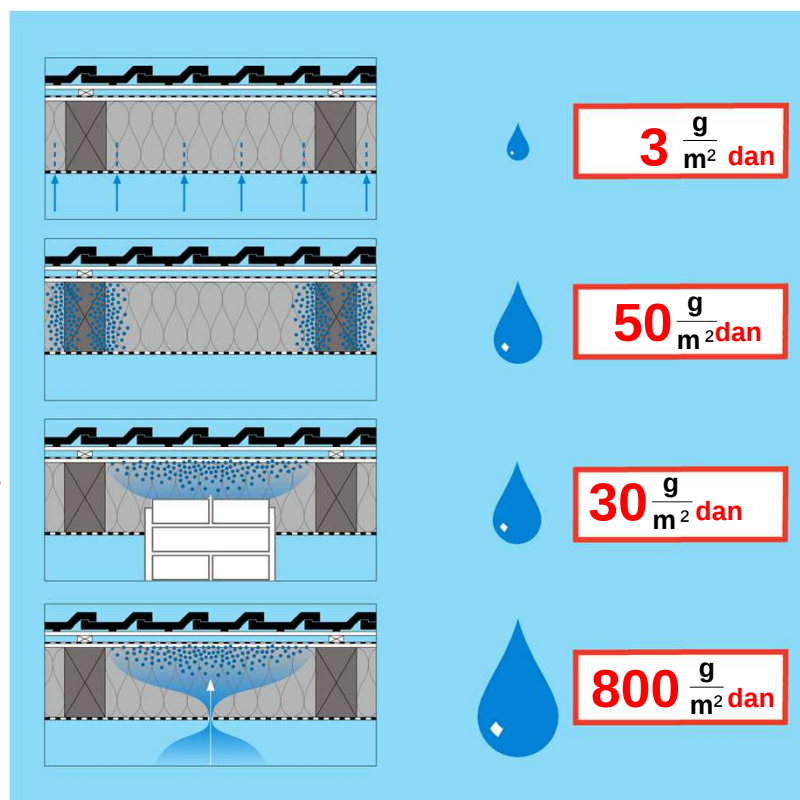
Posledica slabe zrakotesnosti

difuzija

potencial
izsuševanja

bočna difuzija

konvekcija
1mm špranja



**Obremenitev zaradi
vlage pozimi**

Zaključek:

Absolutna zaščita pred
navlaževanjem ni mogoča!



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Možnosti za gradbene poškodbe

Predpostavka možnosti gradbenih poškodb pri načrtovanju:

Pri načrtovanju preveč inovativni in tolerantni do oblik in uporabe materialov. Izsušitev ni vedno omogočena.

Vedno: Omogočiti izsuševanje na vse smeri.

Osnove

- Zunaj čimbolj odprto
- Znotraj inteligentno, kolikor se le da:
- pozimi tesniti
- poleti izsušiti



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Možnosti za gradbene poškodbe

Praksa na gradbišču ni praksa v laboratoriju!!!

Z netočnostjo in nepredvidenimi dogodki je potrebno računati in planirati, to pomeni tudi z nepredvidenim navlaževanjem.

Osnove

- Zunaj čimbolj odprto-
- Znotraj inteligentno kolikor se le da:
- pozimi tesniti
- poleti izsušiti



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Možnosti za gradbene poškodbe



Absolutna zaščita pred vlago ni mogoča

Rešitev:

Visok izsušitven potencial

Idealno:

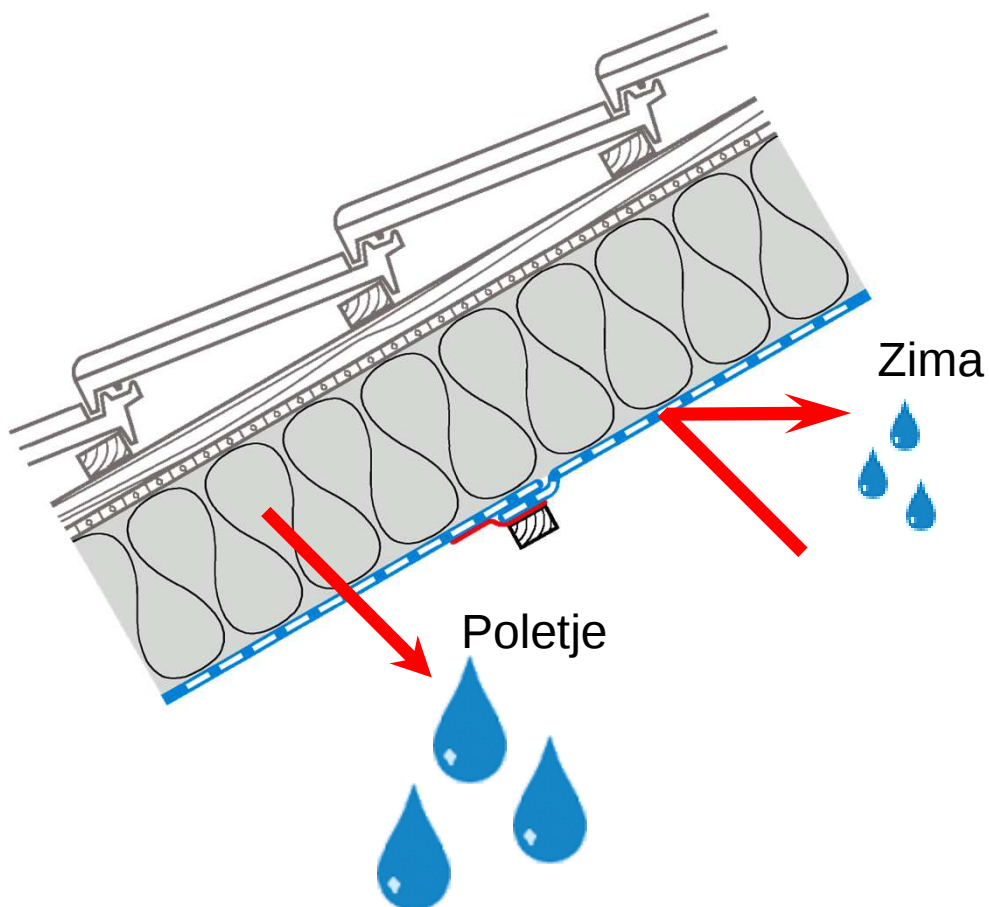
Vlažnostno spremenljiva parna ovira



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Učinkovitost s parnim uporom



**Visok potencial za
nepoškodovanost z
vlažnostnospremenljivi
mi parnimi ovirami**

pozimi:
Ščiti pred navlaževanjem

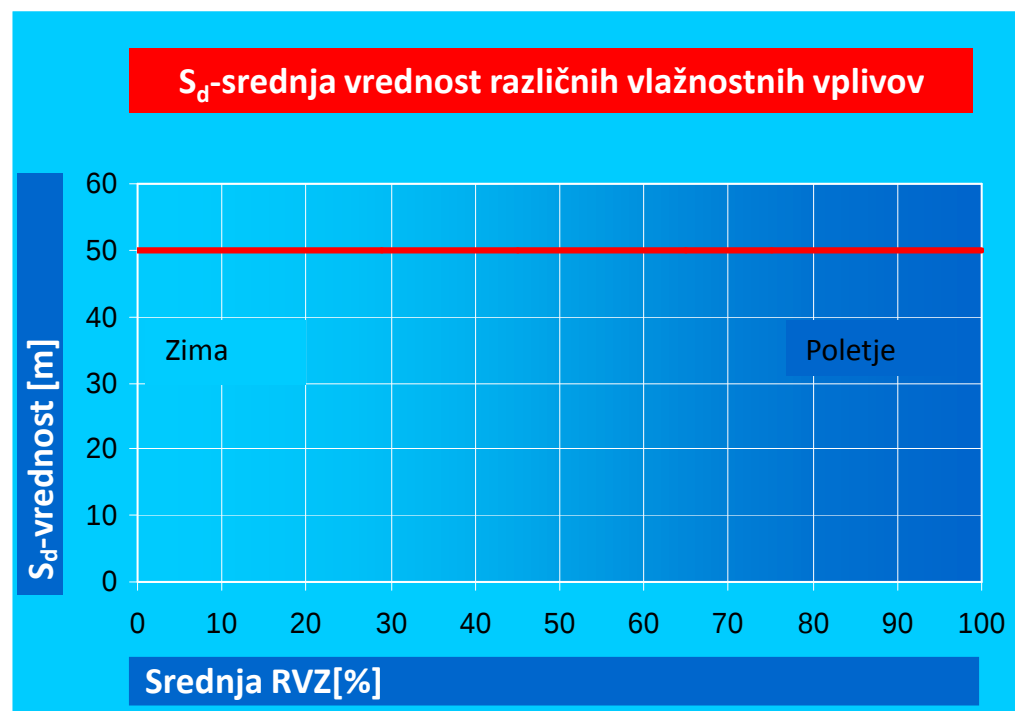
poleti:
Visok izsušitveni potencial



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Konstantna parna ovira



Parna zapora

z. B.: PE-Folie $s_d=50\text{m}$

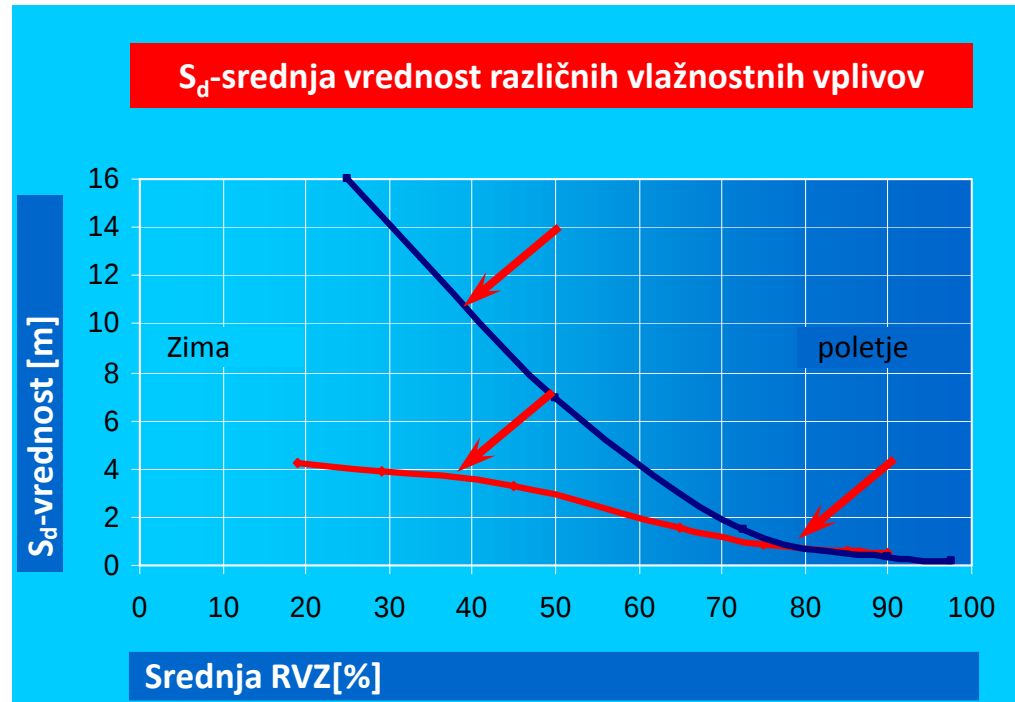
Brez izsušitvenega potenciala pri konstrukciji zaradi nepredvidenega navlaževanja



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Vlažnostno spremenljiv upor



Intello und DB+

V suhi klimi difuzijsko
zaprta

INTELLO > 10m

DB+ > 4m

V vlažni klimi difuzijsko
odprta

INTELLO < 0,25m

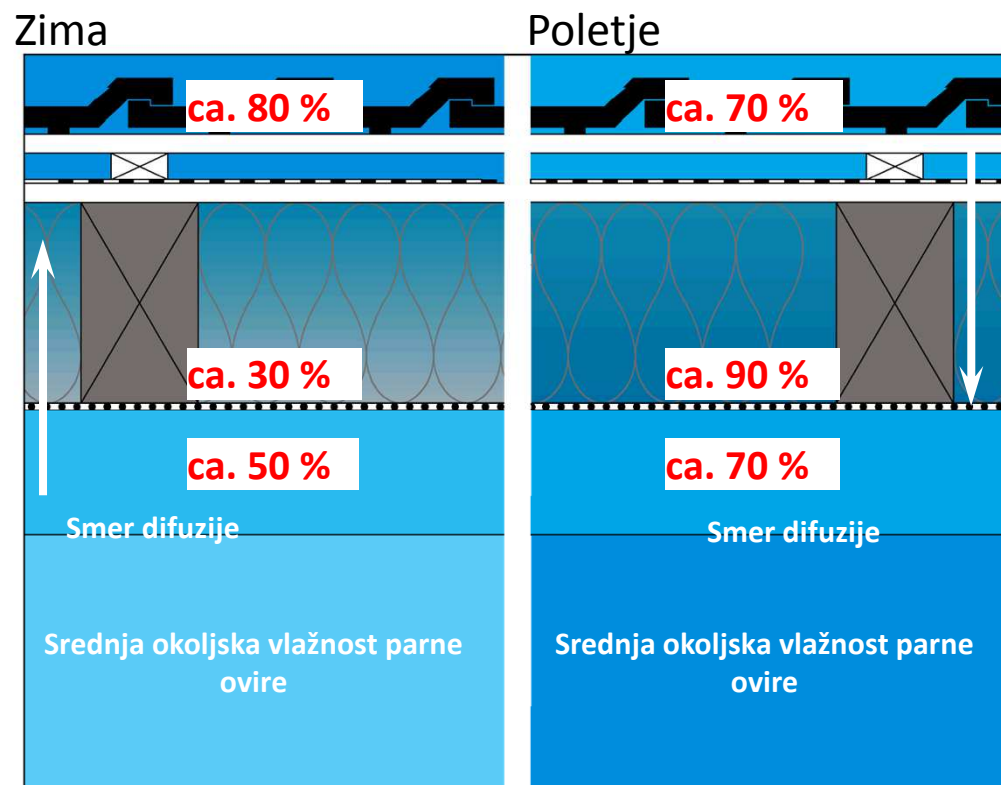
DB+ < 0,6m



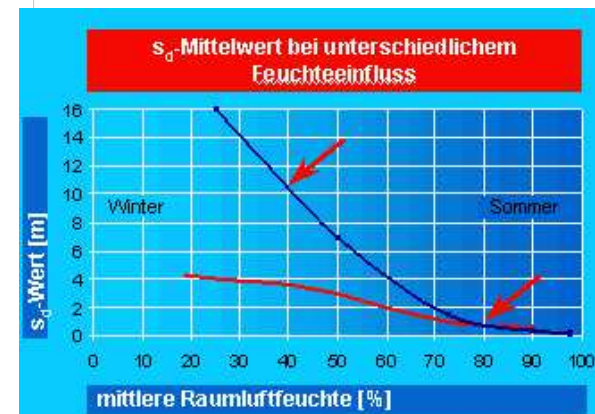
P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Vlažnostno spremenljiva parna ovira



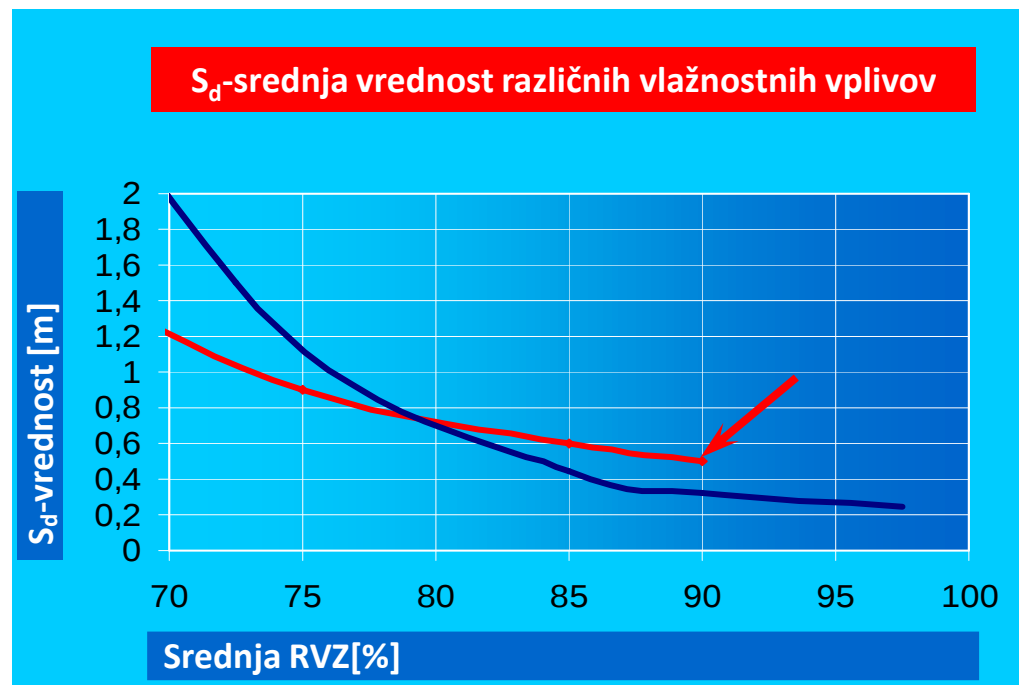
Cone RZV v konstrukcijskem prerezu



PROFORM

Specialisti za lesno gradnjo

Vlažnostno spremenljiv upor



Odločilno za zaščito konstrukcije

Povratni izsušitveni potencial poleti

DB+ <0,60m

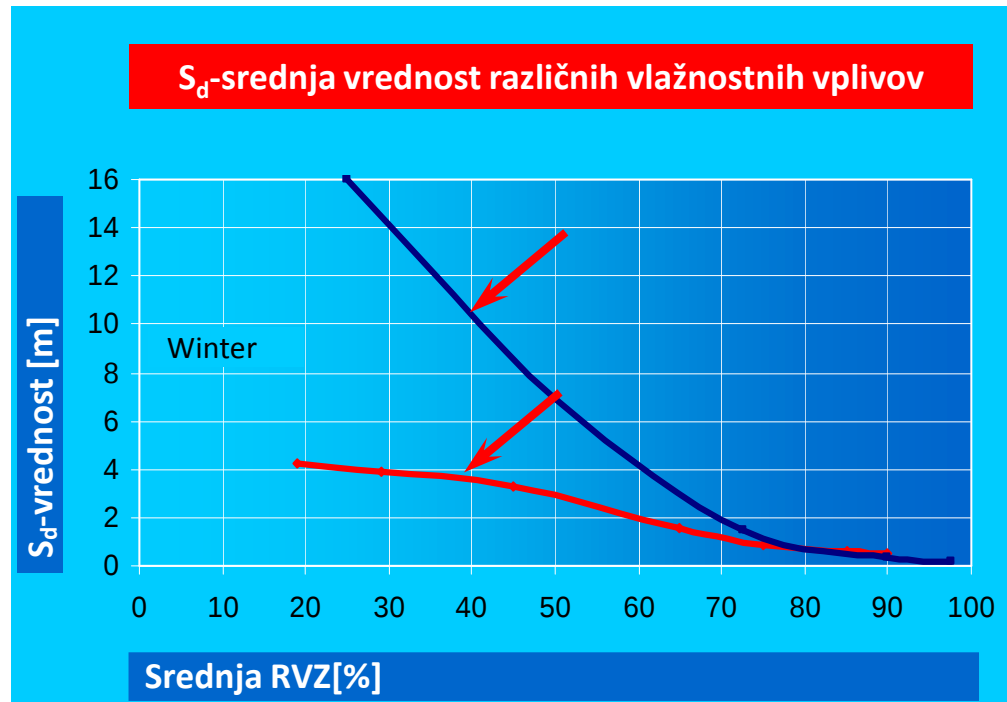
INTELLO <0,25m



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Vlažnostno spremenljiv upor



Odločilno za zaščito konstrukcije

Istočasno pozimi difuzijsko tesen

INTELLO >10m

DB+ > 4m

-> INTELLO=

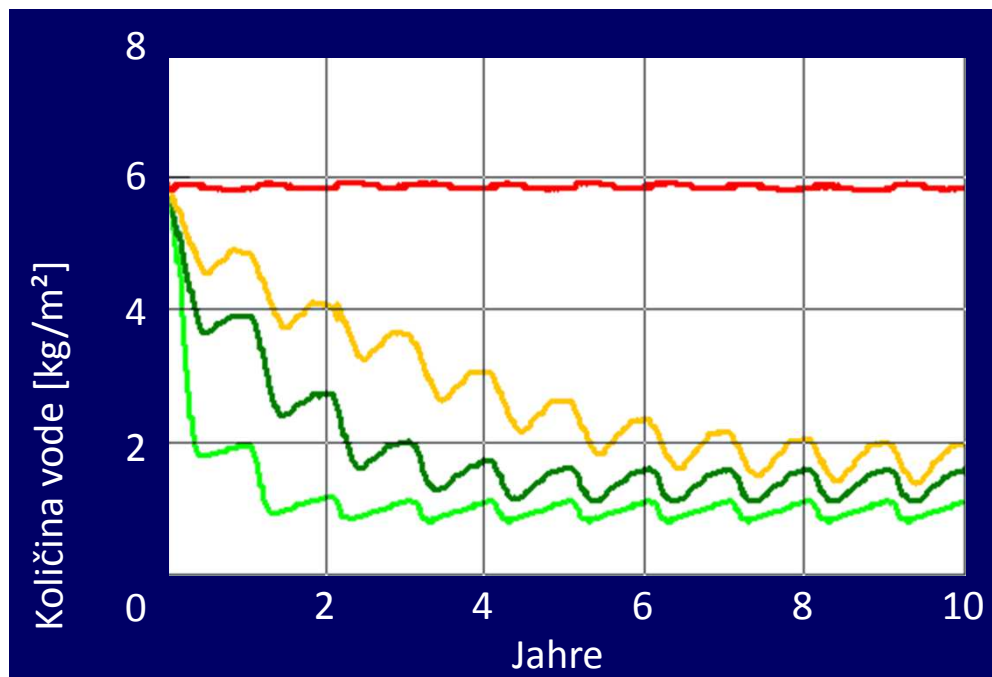
Svetovno najinteligentnejša parna ovira



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Izračun možnosti nastanka poškodb na zgradbah



Holzkirchen
dvokapnica 680 m

Potencial za
nastanek škode:

Intello climate
pro clima DB+

= 4000 g/m² leto

= 2100 g/m² leto

s_d - 2,3 m konst. =

500 g/m² leto

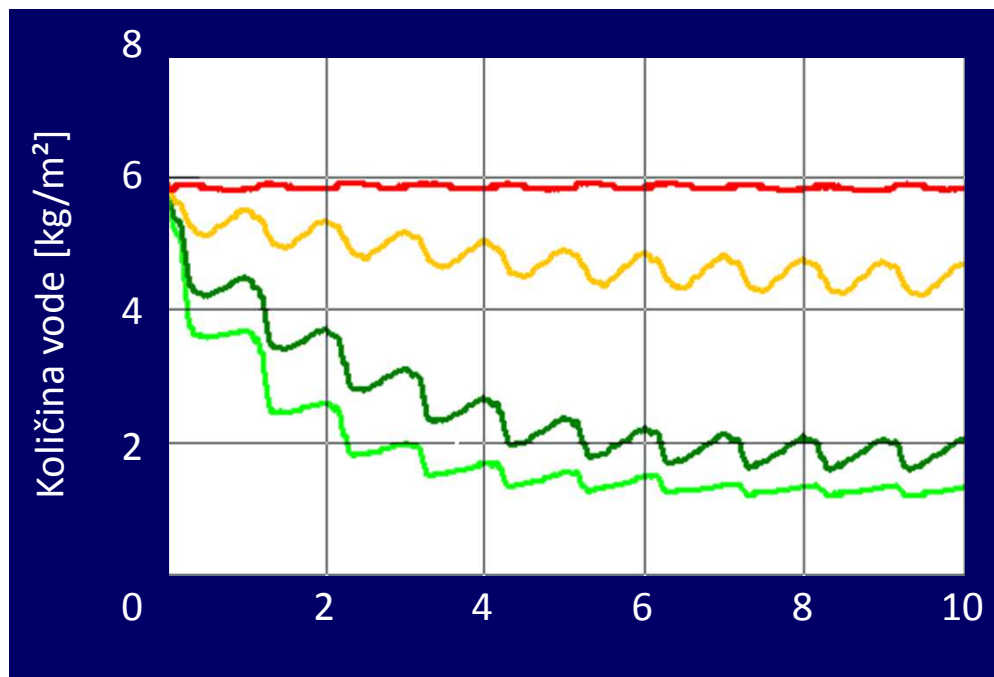
s_d - 50 m konst.

< 10 g/m² leto

P|R|O|f|O|R|M



Izračun možnosti nastanka poškodb na zgradbah



Holzkirchen
Ravna streha 680 m

Potencial za
nastanek škode:

Intello climate
pro clima DB+

= 2100 g/m² leto

= 1300 g/m² leto

s_d - 2,3 m konst. =

prevlažno

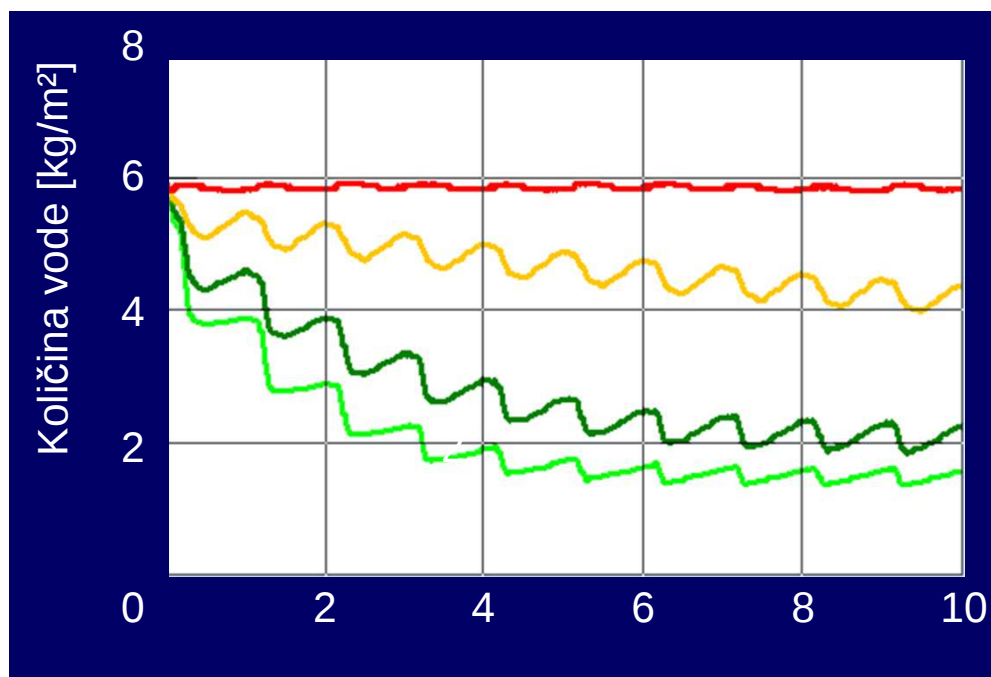
s_d - 50 m konst.

< 10 g/m² leto

P|R|O|f|O|R|M



Izračun možnosti nastanka poškodb na zgradbah



Holzkirchen
Zelena streha 680 m

Potencial za
nastanek škode:

Intello climate
pro clima DB+

= 2000 g/m² leto

= 1000 g/m² leto

s_d - 2,3 m konst. =

prevlažno

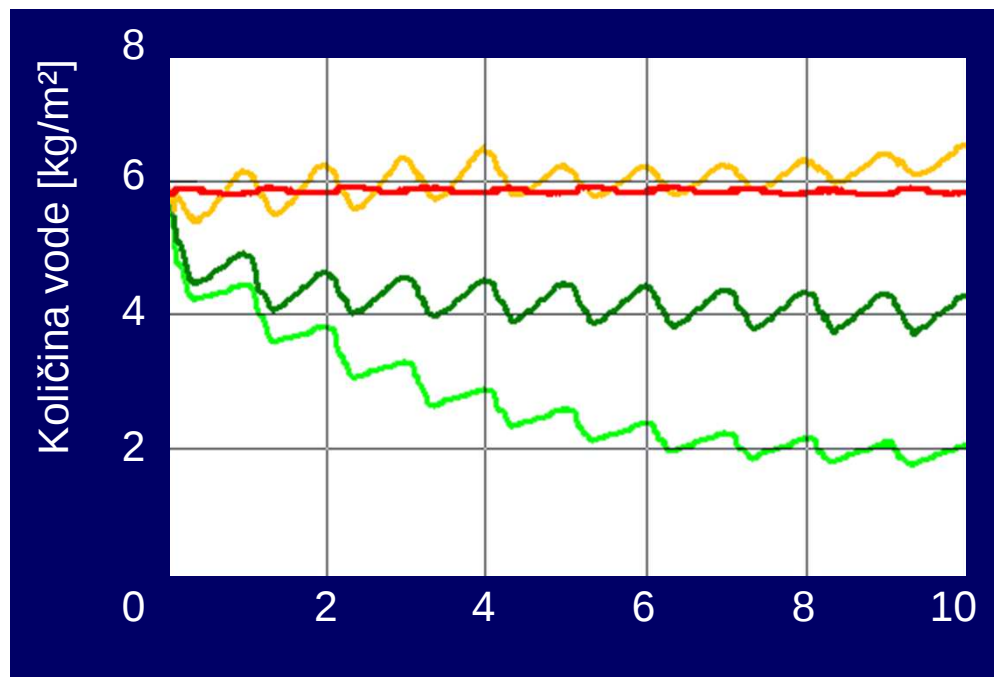
s_d - 50 m konst.

< 10 g/m² leto

P|R|O|f|O|R|M



Izračun možnosti nastanka poškodb na zgradbah



Davos
dvokapnica 1560 m

Potencial za
nastanek škode:

Intello climate
pro clima DB+

= 1500 g/m² leto
= leto

s_d - 2,3 m konst. =

navlaževanje

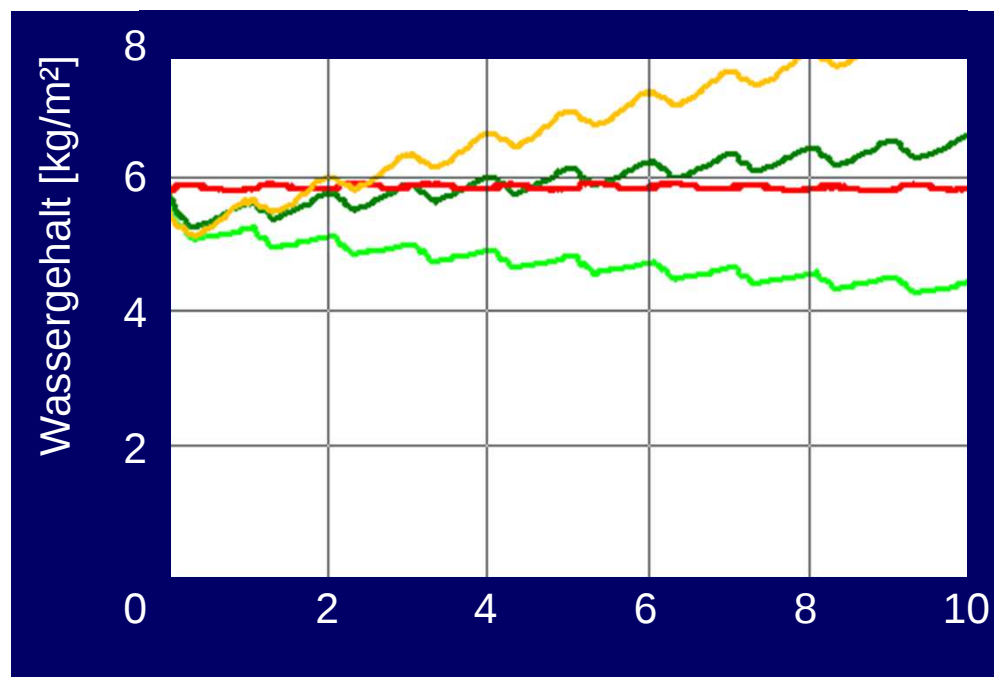
s_d - 50 m konst.

< 10 g/m² leto

P|R|O|f|O|R|M



Izračun možnosti nastanka poškodb na zgradbah



Davos
Zelna streha 1560 m

Potencial za
nastanek škode:

Intello climate
pro clima DB+

s_d - 2,3 m konst. =

s_d - 50 m konst.

= prevlažno

= navlaževanje vlage

= navlaževanje vlage

< 10 g/m² leto

P|R|O|f|O|R|M



Izračun možnosti nastanka poškodb na zgradbah

Povzetek

Rezerva za izsušitev > možnosti navlaževanja
= nenastanek poškodb na stavbah.

Z dovolj veliko rezervo ne nestanejo poškodbe!

Z vlažnostnospremenljivo parno oviro zavarujemo konstrukcijo pred poškodbami



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo

Vlažnostno spremenljive parne ovire

Niso primerna za prostore, z konstantno povišano vlago.:

- Bazeni
- Vrtnarije
- Toplice
- Gostinske kuhinje

Uporabno:

Različni drugi objekti



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo



P|R>O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo



P|R>O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo



P|R|O|f|O|R|M

Specialisti za lesno gradnjo