



Beépített hőszigetelések tartósságának hatása a kapcsolt higrotermikus és mechanikai tulajdonságokra

Nagy Balázs

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki Kar, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék



„AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA ÚNKP-17-3 KÓDSZÁMÚ
ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”

Célkitűzések és kutatási terv

Beépített állapotban lévő hőszigetelések higrotermikus (kapcsolt hő- és nedvességtranszport) és mechanikai tulajdonságainak együttes vizsgálata, eredmények kiértékelése. Elsősorban ásványgyapot hőszigetelések vizsgálata, beépítéstől és öregedéstől függő korrekciók meghatározása. Numerikus szimulációk a kapcsolt jelenségek modellezésére.

Kutatás részei:

- Helyszíni vizsgálatok adatainak feldolgozása és elemzése (hőmérséklet és nedvességtartalom konverziós tényezők meghatározása, ásványgyapot)
- Laboratóriumi vizsgálatok (öregedés vizsgálata: ásványgyapot, EPS, XPS):
 - Hővezetési tényező
 - Szorpciós izotermák
 - Páztázó elektronmikroszkóp
 - Derivatográfia
- Numerikus szimulációk

Vállalások:

Legalább 1 db nemzetközi konferencia részvétel, 2 db hazai és 1 db nemzetközi folyóiratcikk, tanulmányút (Imperial College London)

Helyszíni vizsgálatok bemutatása

Ásványgyapottal hőszigetelt családi házak vizsgálata, épületszerkezetekbe beépített hő- és nedvességtartalom mérő szenzorokkal.

Hőszigetelt

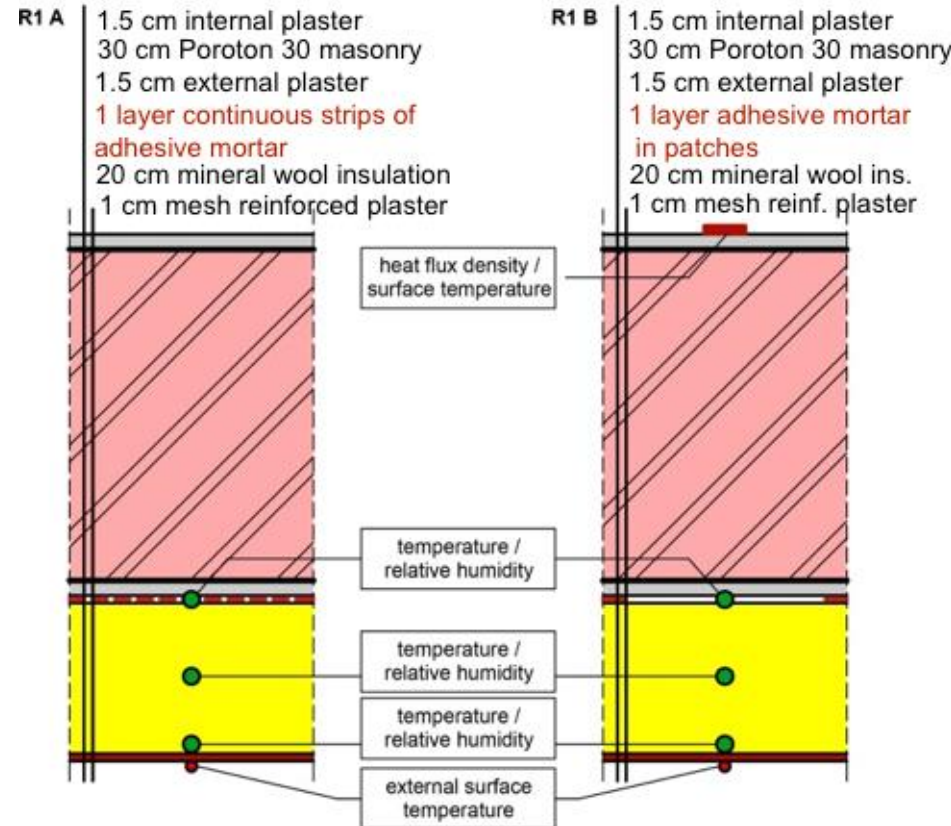
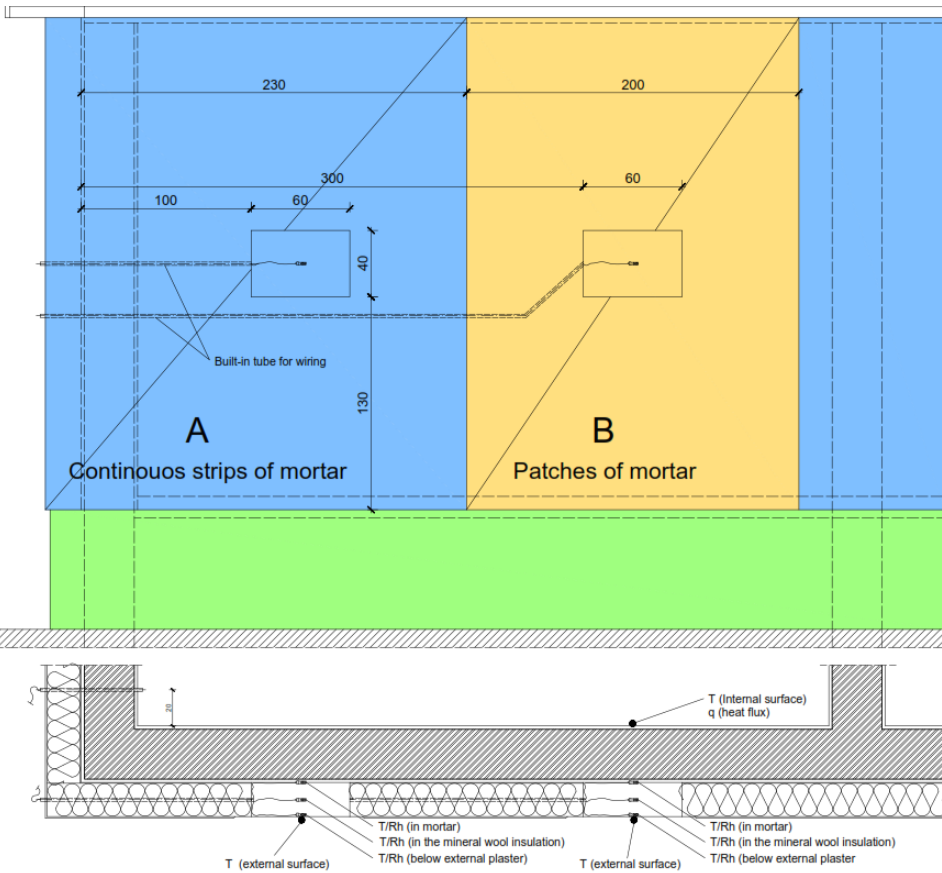
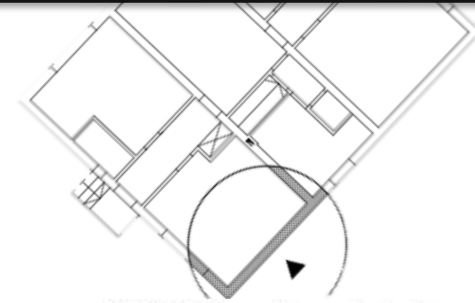


Kontrol



Szenzorok elhelyezése a homlokzati falon

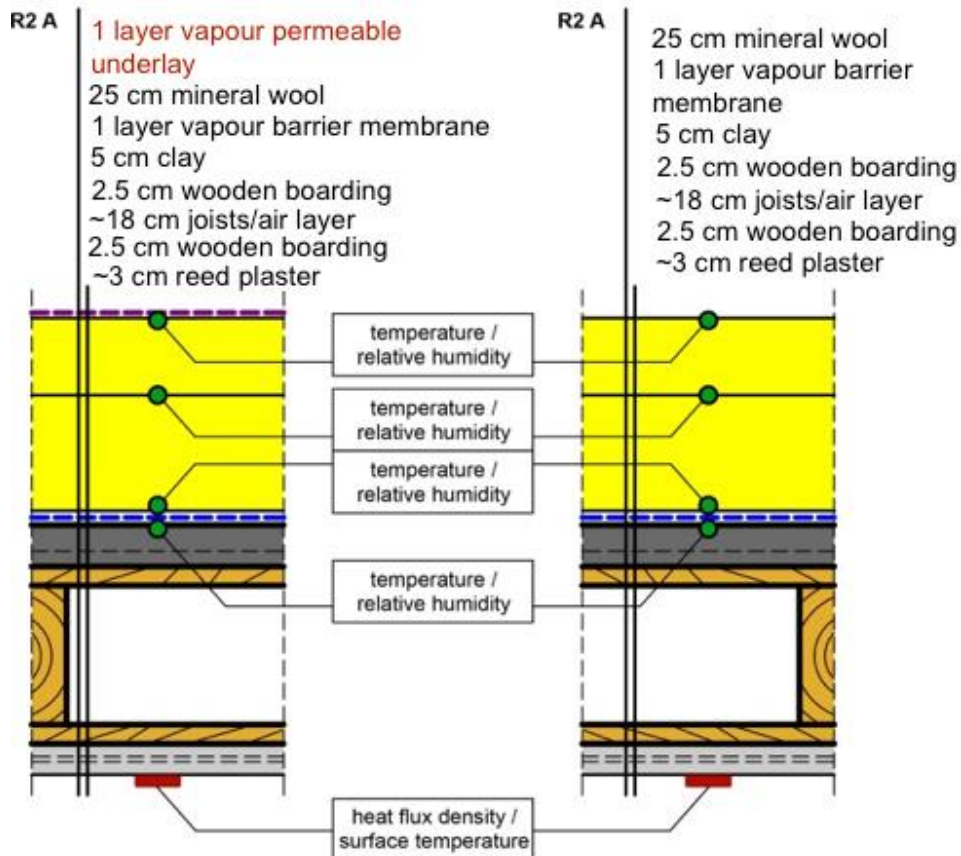
Délkeleti falon, kétféle hőszigetelési kialakítással



Szenzorok elhelyezése a homlokzati falon

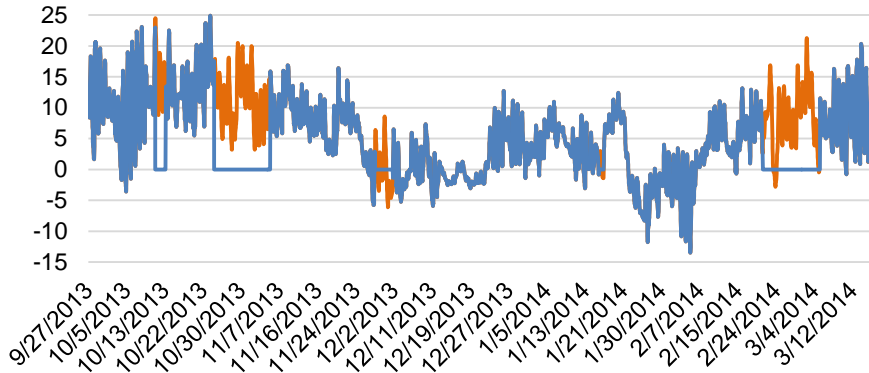


Szenzorok elhelyezése a padlásfödém hőszigetelésében



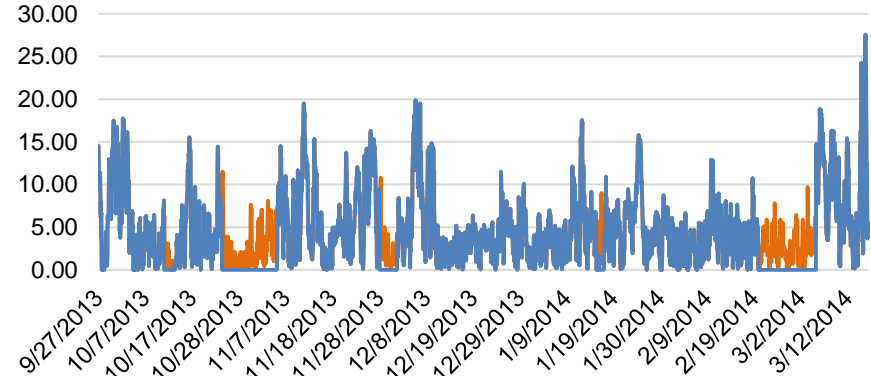
A rögzített adatok tisztítása és javítása

External temperature [°C]



— generated — measured data

Wind speed [m·s⁻¹]



— generated — measured data

Adatok feldolgozása

Hőátbocsátási tényező:

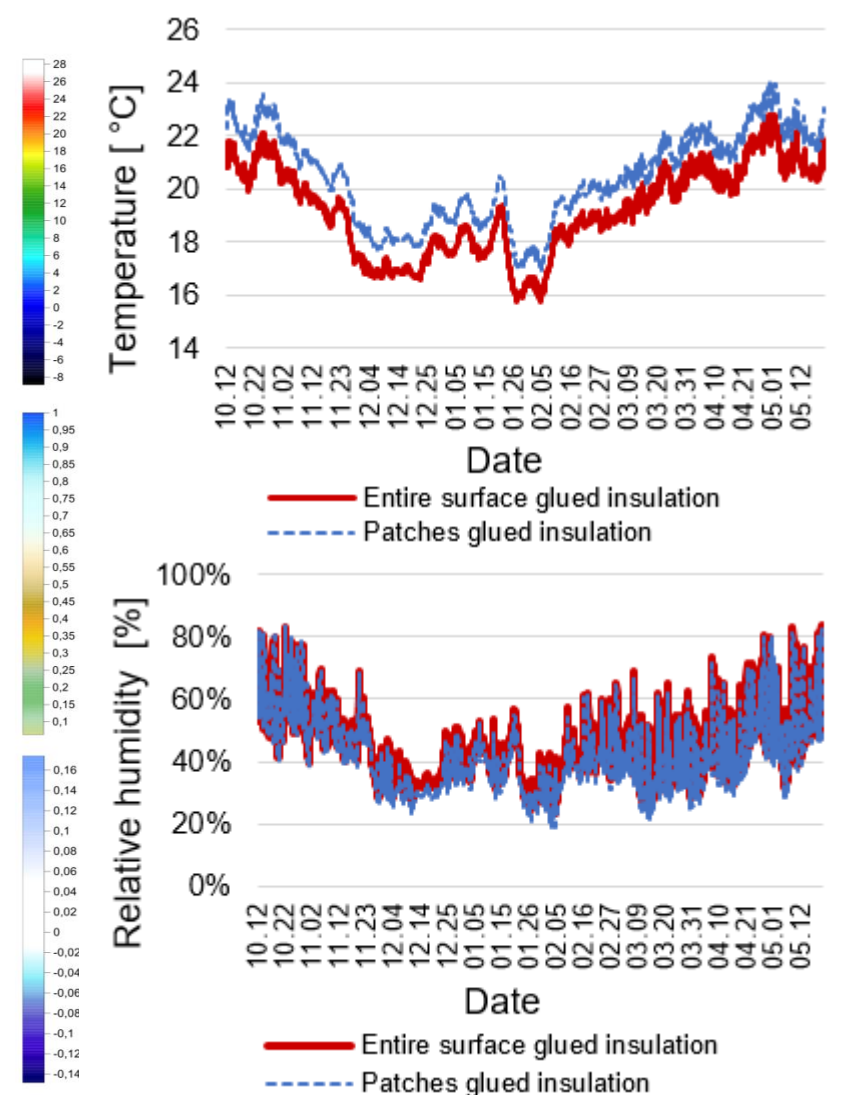
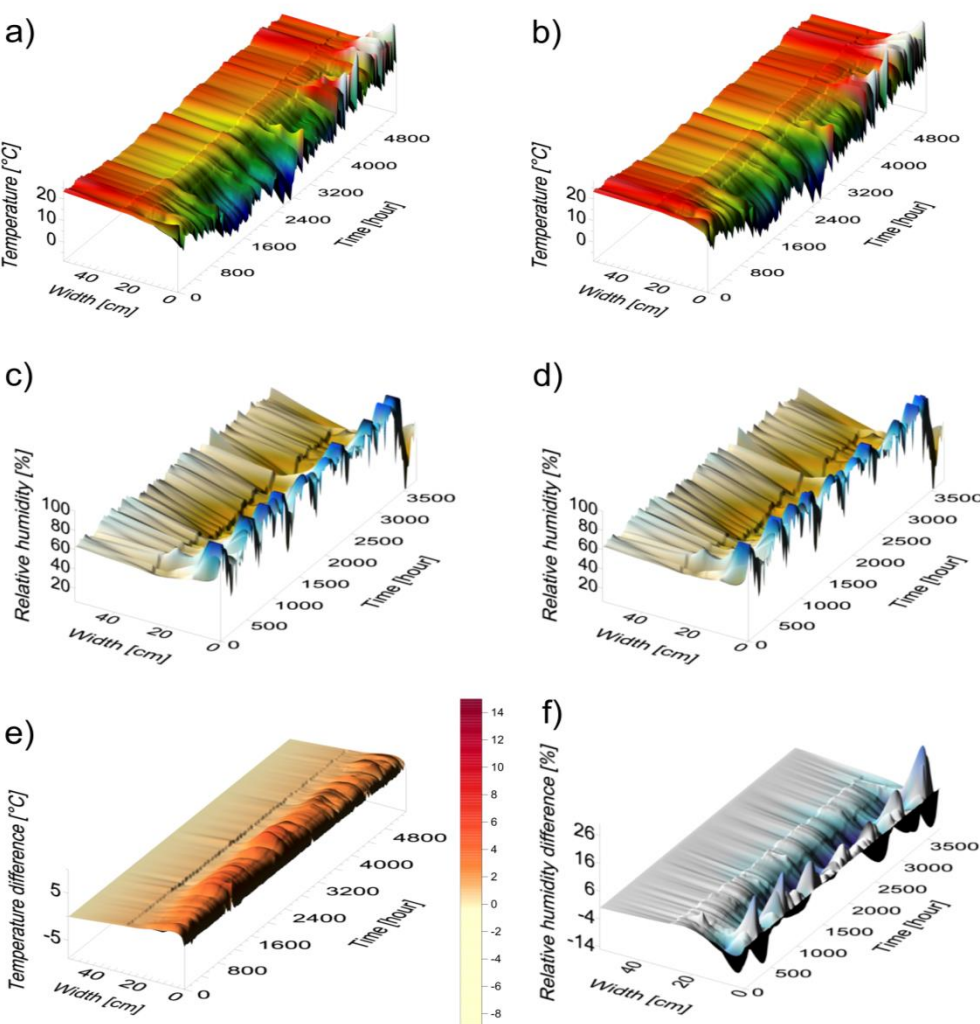
$$U = \frac{q}{T_i - T_e} = h_{si} \cdot \frac{T_i - T_s}{T_i - T_e} = \left(h_{ci} + \varepsilon \cdot \sigma \cdot \frac{T_i^4 - T_s^4}{T_i - T_s} \right) \cdot \frac{T_i - T_s}{T_i - T_e} = \frac{1}{\frac{1}{h_{ci} + h_{ri}} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{2,j}} + \frac{1}{h_{ce} + h_{re}}}$$

Hővezetési tényező változása:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a = \lambda_1 \cdot e^{f_T(T_2 - T_1)} \cdot e^{f_u(U_2 - U_1)} \cdot 1$$

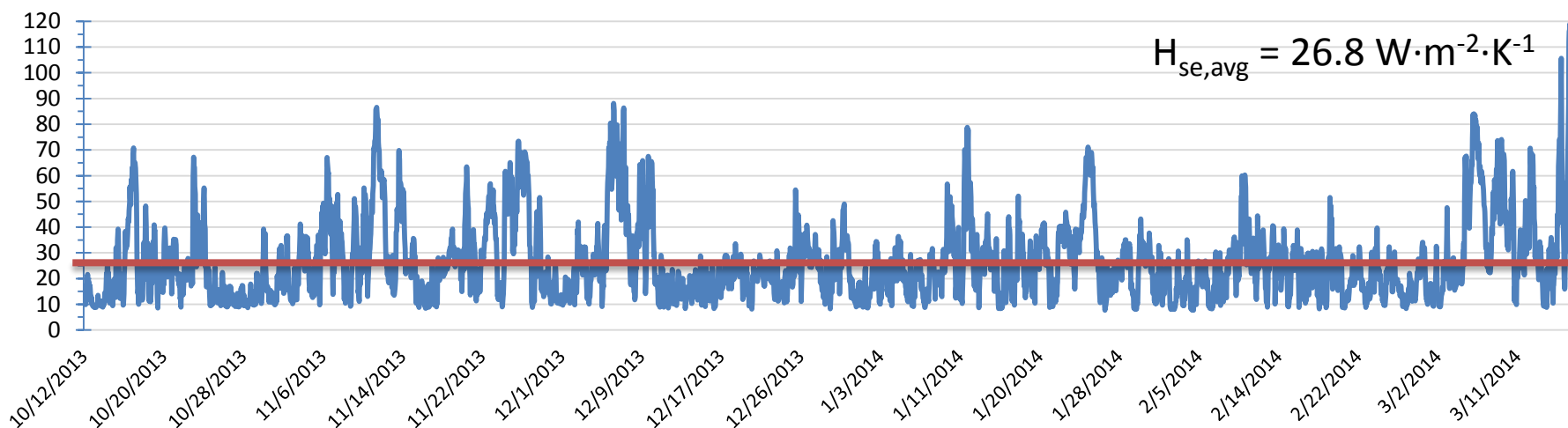
Hőmérséklet Nedvességtartalom

Hőmérséklet és relatív nedvességtartalom a falszerkezetekben



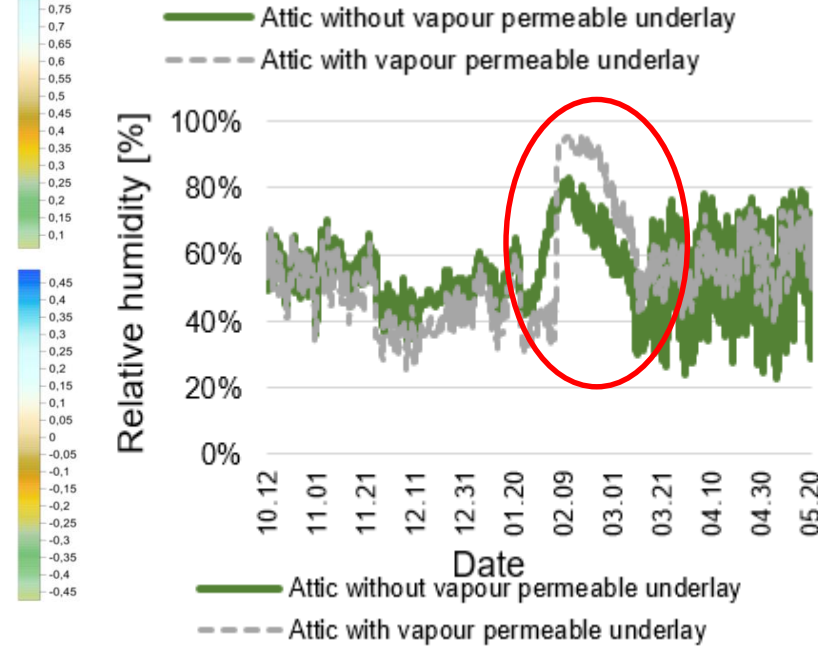
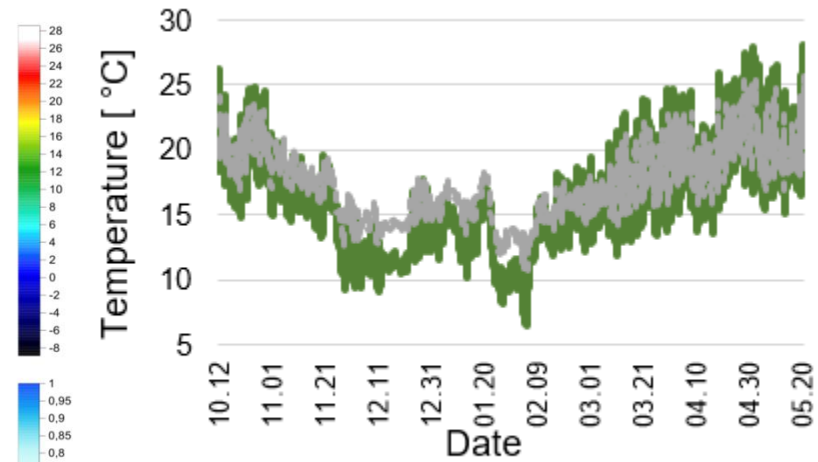
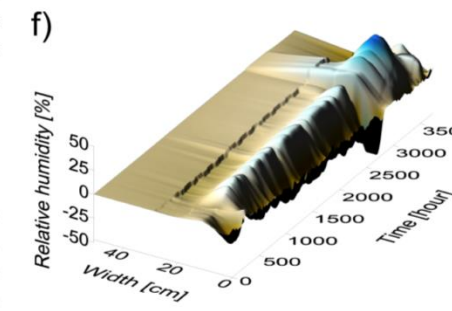
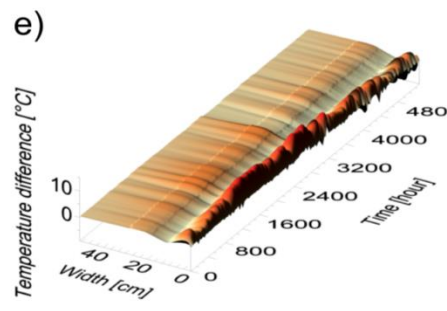
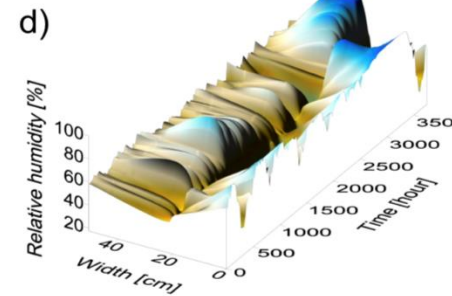
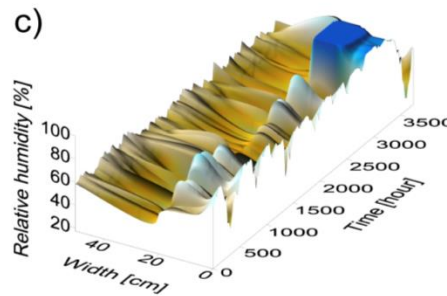
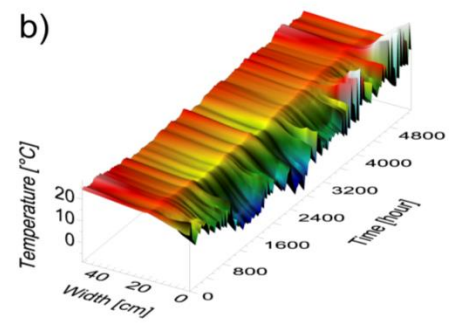
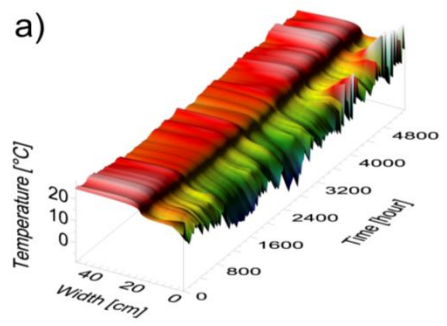
Falszerkezet eredmények – Hőátadási tényező, Konverziós tényezők

External surface heat transfer coefficient [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]

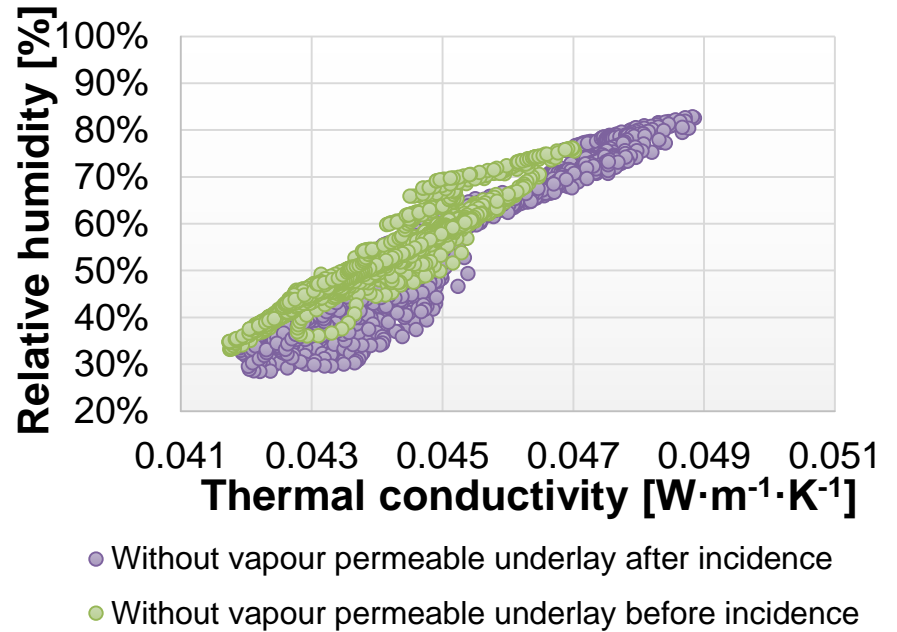
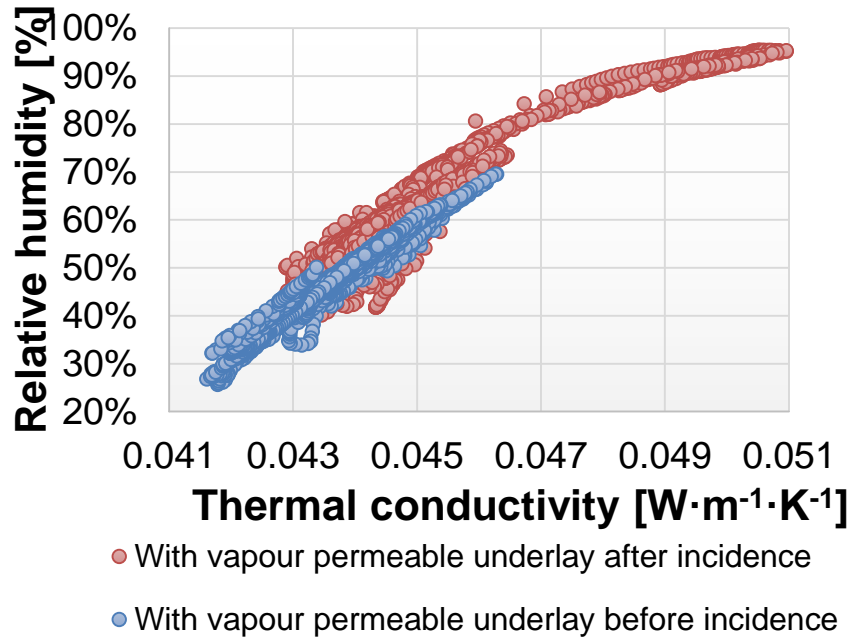


	Hőmérséklet f_T [-]	Nedvességtartalom f_u [-]	Hőszigetelő rendszer λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	Falszerkezet hőátbocsátási tényezője U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]
Tervezési	1,0	1,0	0,039	0,15
Foltonként rag.	1,016	1,011	0,041	0,16
Pont-perem rag.	1,009	1,012	0,040	0,158

Hőmérséklet és relatív nedvességtartalom a padlásfödémekben

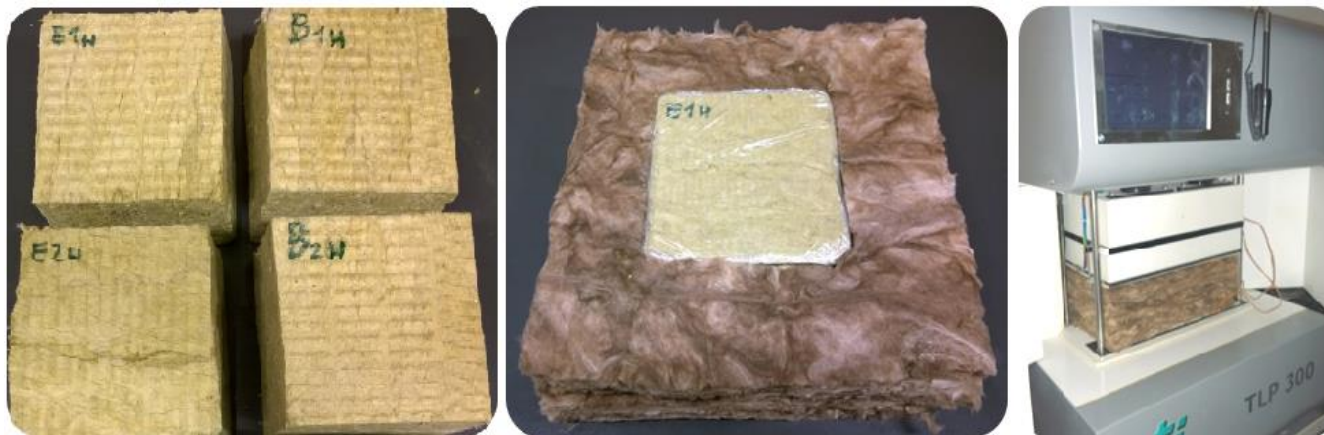


Padlásfödém eredmények – Fólia hatása, Konverziós tényezők



	Hőmérséklet f_T [-]	Nedvességtartalom f_u [-]	Hőszigetelő rendszer λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Padlásfödém hőátbocsátási tényezője [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
Tervezési	1,0	1,0	0,039	0,17
Fóliával	1,0177	1,1205	0,0443	0,191
Fólia nélkül	1,0125	1,1229	0,0445	0,191

Laboratóriumi vizsgálatok – Hővezetési tényező



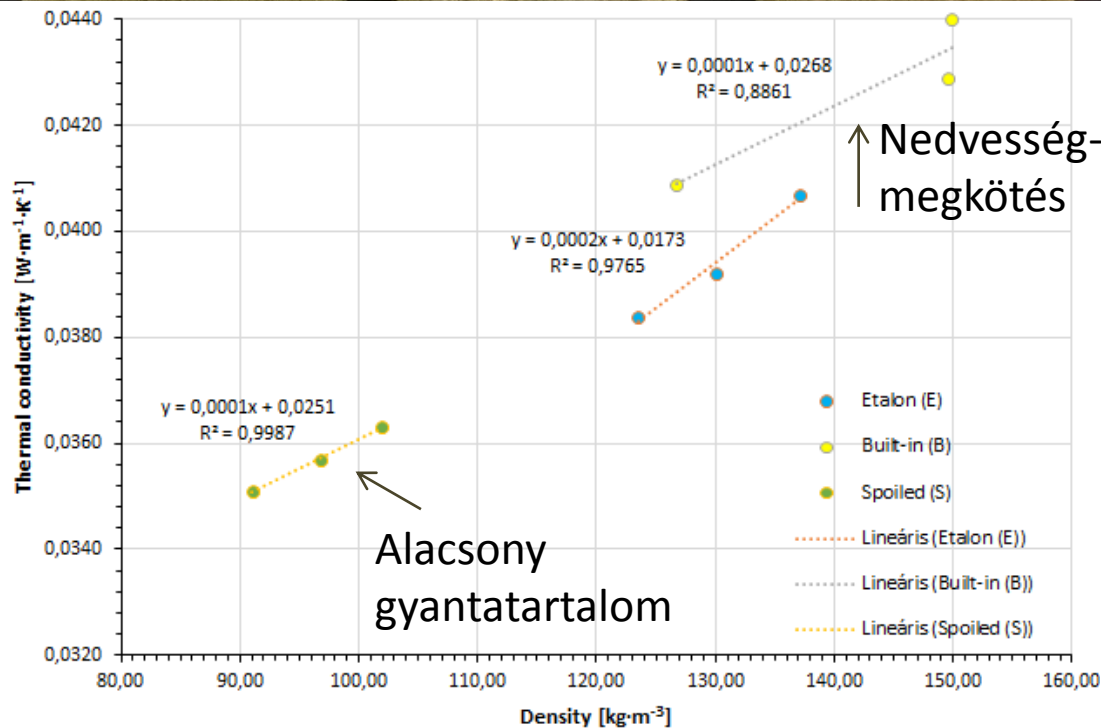
Beépített hőszigetelések, családi házból:

Hővezetési tényező [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	EPS 100 homlokzat	XPS 300 lábazat	Kőzetgyapot tető
Tervezési	0,038	0,036	0,038
Mért	0,0394	0,0373	0,0408
Eltérés	3,68%	3,61%	7,37%

Ipari csarnok lapostetőről:

Hővezetési tényező [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	Kőzetgyapot lapostető
Új	0,035
Beépített	0,036
Eltérés	2,86%

Laboratóriumi vizsgálatok – Kőzetgyapot hővezetési tényező



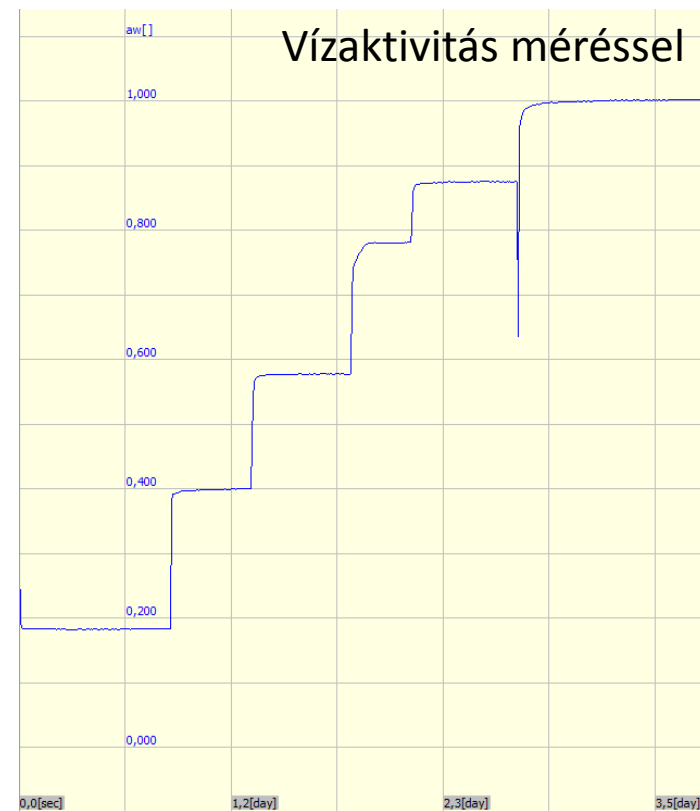
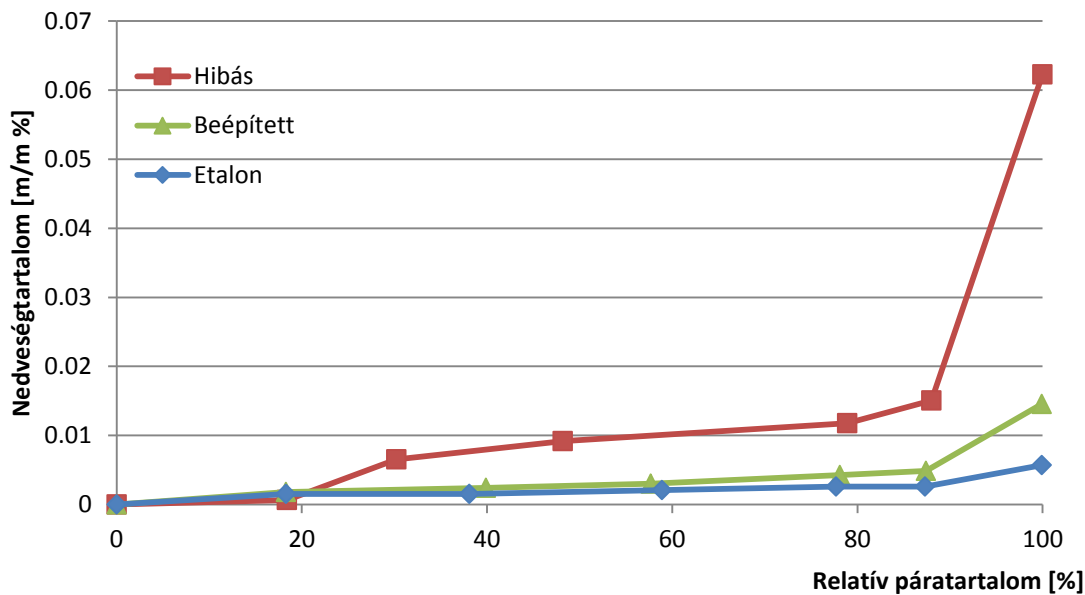
10 °C, 50% RH mellett:

	Hővezetési tényező [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]
Etalon	0,0394
Beépített	0,0426
Hibás	0,0357

Összenyomódás 400 N mellett:

	Átlagos vastagság [mm]	Összenyomott vastagság [mm]
Etalon	98	95
Beépített	98	95
Hibás	107	61

Laboratóriumi vizsgálat – Szorpciós izotermák



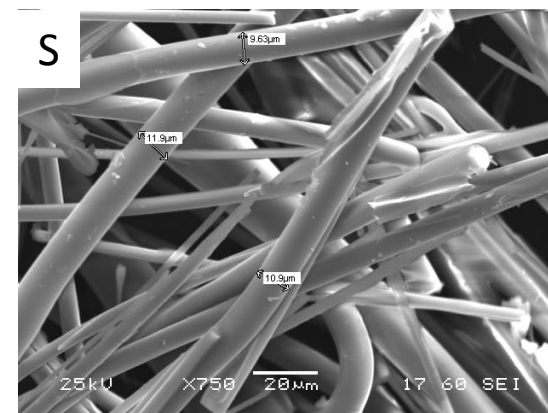
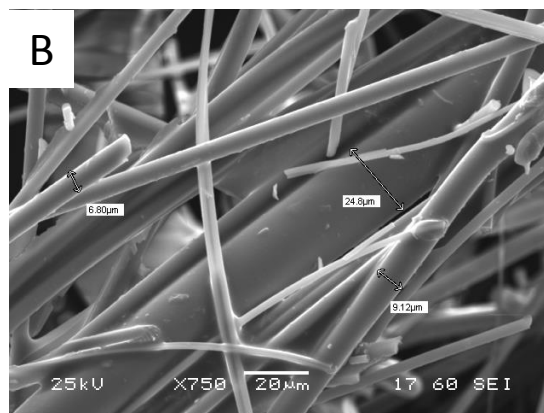
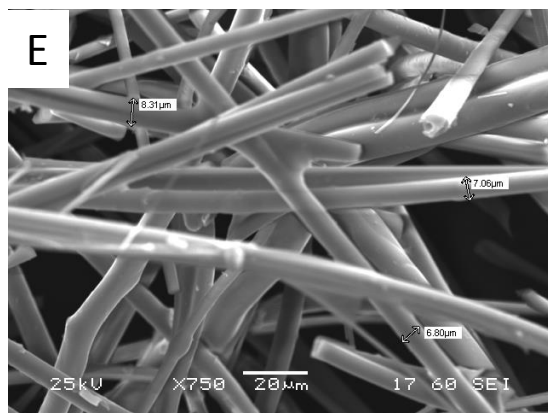
A beépített és a hibás kőzetgyapot minták több nedvességet képesek felvenni!

Laboratóriumi vizsgálatok – Kőzetgyapot hővezetési ellenállás

Összenyomódás 400 N mellett:

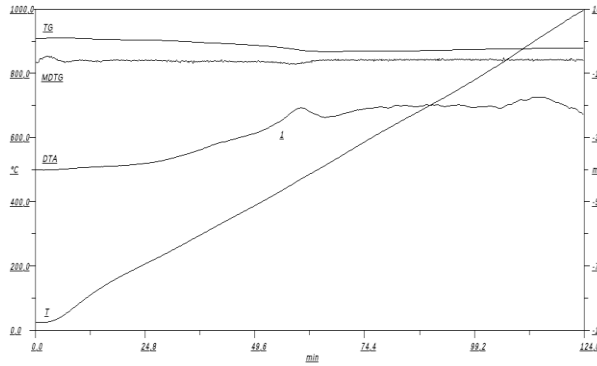
	Átlagos vastagság [mm]	Összenyomott vastagság [mm]	Összenyomódás [%]	Hővezetési tényező [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Hővezetési ellenállás [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	Hővezetési ellenállás csökkenése [%]
Etalon	98	95	3,28	0,0394	2,41	-
Beépített	98	95	3,22	0,0426	2,23	7,47
Hibás	107	61	43,15	0,0357	1,71	29,05

Laboratóriumi vizsgálatok – Pásztázó elektronmikroszkóp

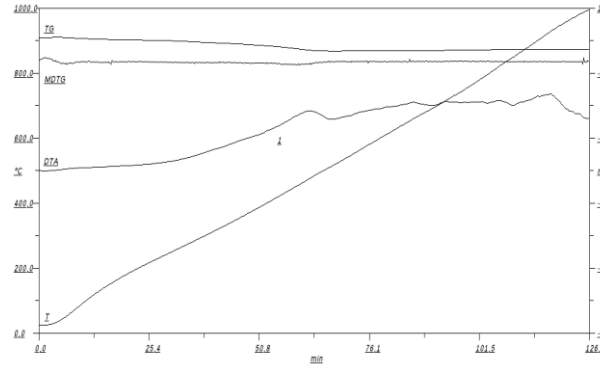


Derivatográfias vizsgálat

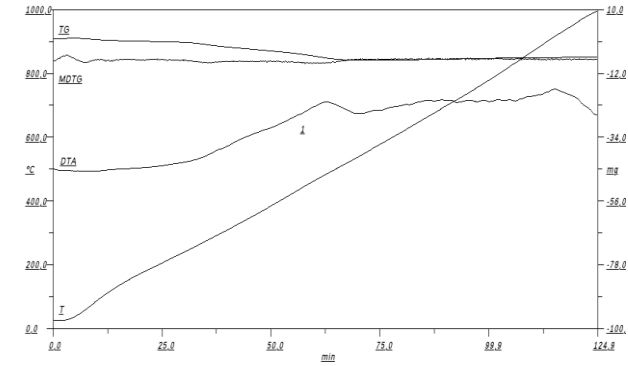
Etalon, száraz



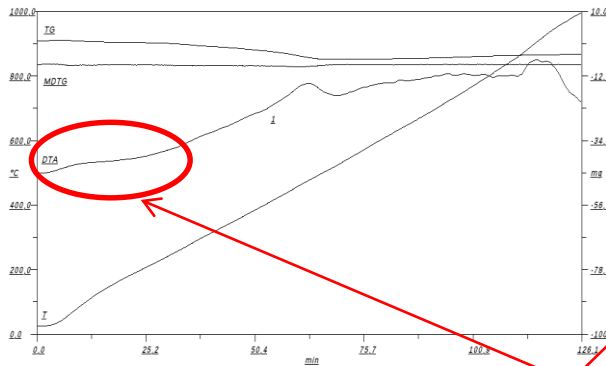
Beépített, száraz



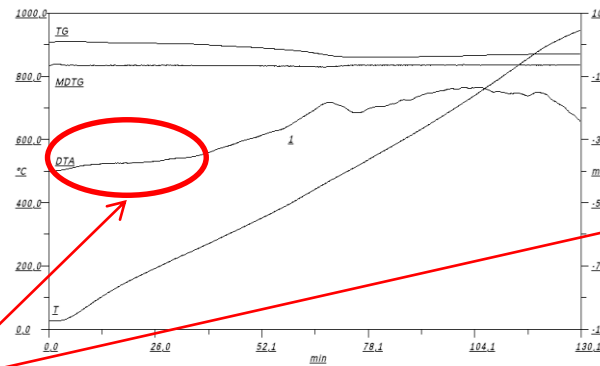
Hibás, száraz



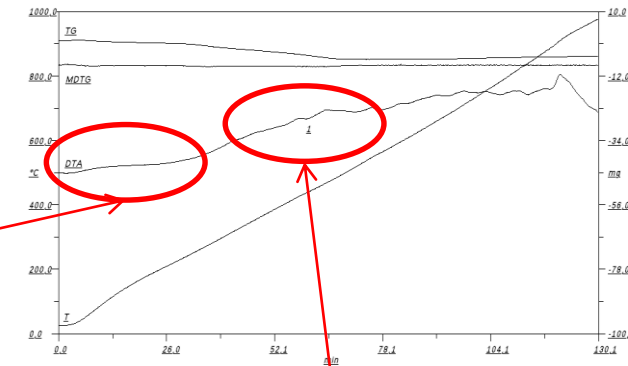
Etalon, nedves



Beépített, nedves



Hibás, nedves

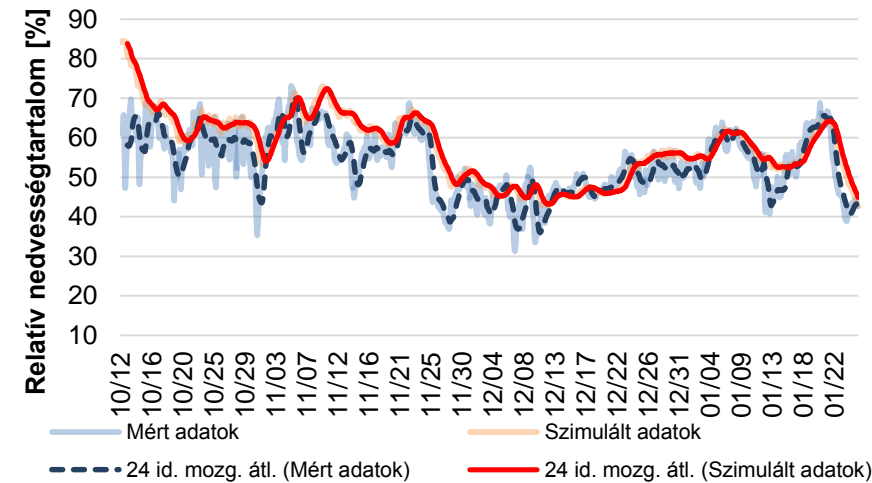
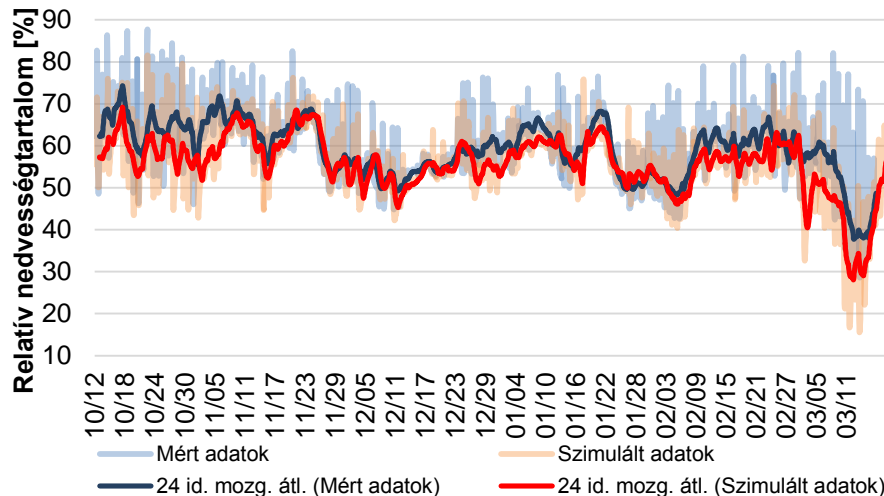
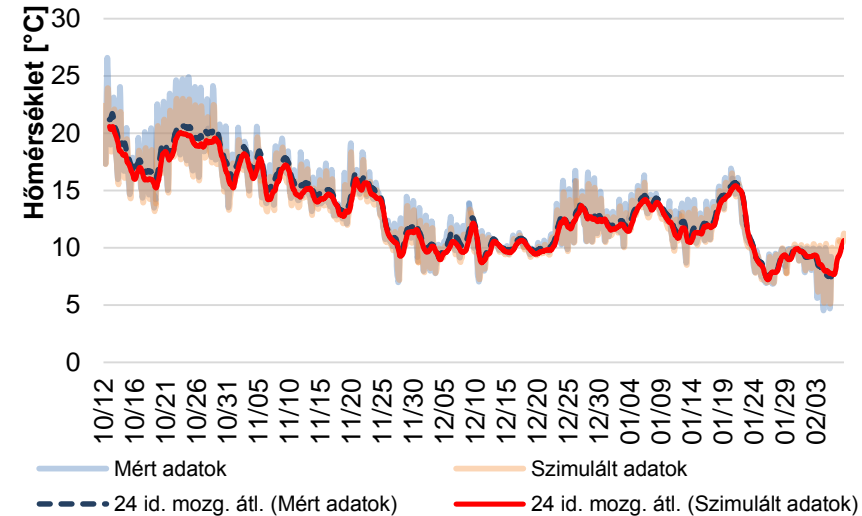
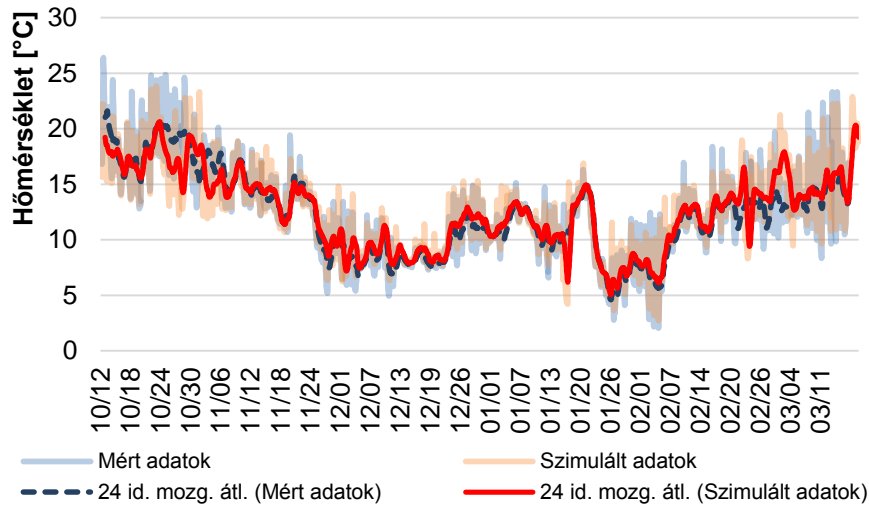


Kismértékű utópolimerizáció a nedves minták esetén

Alacsony gyantatartalom

Numerikus szimulációk – dinamikus kapcsolt hő- és nedvességtranszport

A helyszíni mérések alapján kalibrált numerikus szimulációs modell, falazat (bal), padlás (jobb):



Összefoglalás

A hőszigetelőanyagok teljesítőképessége csökken beépített állapotukban, elsősorban a nedvességterhelés miatt!

Eddigi előadások és publikációk:

Balázs Nagy, Dóra Szagri, Dániel Bakonyi: Hygrothermal analysis of mineral wool insulated building constructions based on in-situ measurements, Envibuild 2017 conference, Bécs, Ausztria

Nagy Balázs, Szagri Dóra, Bakonyi Dániel: Családi ház ásványgyapot hőszigetelésű homlokzati falszerkezetének helyszíni monitoringon alapuló hő- és nedvességtechnikai elemzése, ÉPÍTÉSI HIBÁK, IV. évf. VIII. szám, 2-7. oldal, 2017

Nagy Balázs, Szagri Dóra, Bakonyi Dániel: Páraáteresztő fólia hatása a beépített ásványgyapot hőszigetelésű padlásfödémek épületfizikai viselkedésére, ÉPÍTÉSI HIBÁK, IV. évf. VIII. szám, 2-6. oldal, 2017

Balázs Nagy, Tamás K. Simon: Energy and hygrothermal performance monitoring of built-in thermal insulations, World Sustainable Energy Days 2018, Wels, Ausztria

Balázs Nagy, Tamás K. Simon: Energy and hygrothermal performance of built-in mineral wool thermal insulations, 8th Scientific-Technical Conference on Material Problems in Civil Engineering MATBUD'2018, Krakkó, Lengyelország

Köszönetnyilvánítás

Az előadó köszönetét fejezi ki Dr. Simon Tamásnak, Dr. Bakonyi Dánielnek, Szagri Dórának, Dr. Nemes Ritának és Vincze Bencének valamint a Knauf Insulation Kft-nek az általuk nyújtott segítségért.



Köszönöm a figyelmet!

email: nagy.balazs@epito.bme.hu