

# Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok meghibásodása

Dr. Kakasy László  
egyetemi adjunktus  
okleveles építésmérnök  
építésügyi- és igazságügyi  
műszaki szakértő

---

---

---

---

---

---

---

---

Vonzó lehetőségek látszik:

- a nagy rétegrendi vastagságú,
- bonyolult szerkezetű
- költséges
- szerelt, szellőző háthézagos kialakítások

helyett

- vékony,
- egyszerű
- költségkímélő
- ragasztott homlokzatburkolatokat készíteni

---

---

---

---

---

---

---

---

Dr. Gábor László: Épületszerkezettan 2. p.:170-171

„A burkolóanyag megválasztása és a burkolat kialakítása  
akkor helyes, ha...  
anyaga a feltételezhető éghajlati hatásoknak (pl. fagynak),  
a várható igénybevételeknek (pl. ütődésnek) tartósan ellenáll,  
és a fal lélegzését,  
a szükséges mértékű páraátthatolást is lehetővé teszi...”

---

---

---

---

---

---

---

---

## CSALÁDIHÁZ

Megvalósult rétegfelépítés:

- 1,5 cm Ytong beltéri vakolat
- 25 cm Ytong falazat
- 1,5 cm Ytong kültéri vakolat
- 10 cm EPS-80 ragasztva
- 1 cm műanyag vékonyvak. üvegszövetháló erős.
- 1,5 cm mázas greslap burkolat 20/120 cm, w<0,5m%

Tervezett rétegfelépítés:

Korrózióknak ellenálló vázra szerelt homlokzatburkolat

A váz ára volt, ami a építetöt az eltérésre készítette.



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia atburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia atburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ISKOLA

- 1 cm belső vakolat
- 30 cm PTH30 N+F falazat
- 2 cm külső vakolat
- 1,5 cm ragasztott burkolat w <3,1 m%

Nincsenek tágulási hézagok

A burkolat több helyen levált

A felületen elszíneződések



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia atburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

### NEDVESSÉG FELDÚSULÁS?

„Kézi” számítás jellemzői: Távol áll a valóságtól  
• állandósult állapotok feltételezése  
• csak a páradiffúzió jelensége  
• feldúsulási és kiszáradási ciklusok

Számítógépes szimuláció jellemzői: Valósághoz közelítő  
• instacioner, ciklikus modell  
• építési nedvesség Kevés adat van  
• csapóeső  
• konvektív nedvességtranszport  
• páradiffúzió  
• nedvességvezetés Fraunhofer-IBP  
• sok fizikai paraméterrel számol WUFI2D

Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

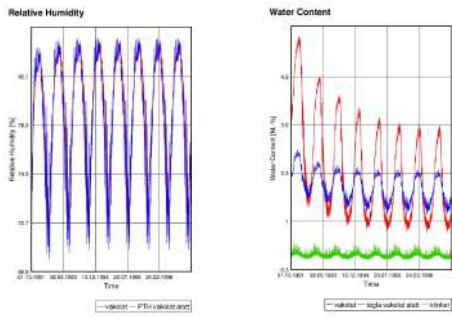
---

---

---

---

### INSTACIONER SZIMULÁCIÓ 1. páradiffúzió -10 éves ciklus



Egyensúlyi nedvességtartalom és nedvességtartalom

Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia ablakburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

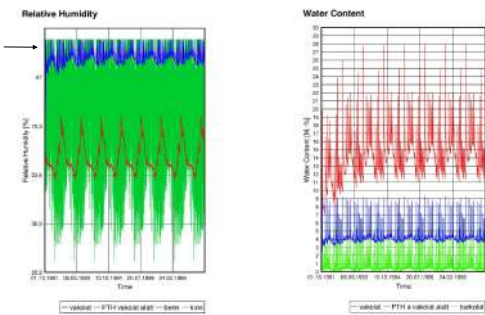
---

---

---

---

### INSTACIONER SZIMULÁCIÓ 2. páradiffúzió és csapóeső – 10 éves ciklus



Egyensúlyi nedvességtartalom és nedvességtartalom

Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia ablakburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### TANULSÁGOK

A kvantitatív vizsgálat eredményei:

- csak páradiffúzióból nem alakult ki káros mértékű nedvességföldúsulás
- a csapadék burkolat mögé jutása kritikus nedvességállapotok kialakulásához vezethet

Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia ablakburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## A HŐTÁGULÁS KÉRDÉSE

- lineáris hőtágulási együttható alacsonyabb mint a mögöttes rétegeké  $4 \dots 4,5 \times 10^{-6}$
- sötét szín
- magas sugárzásabszorpciós tényező
- gyors felmelegedés léghőmérséklet fölé
- éves hőingadozás:  $90^{\circ}\text{C}$

Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

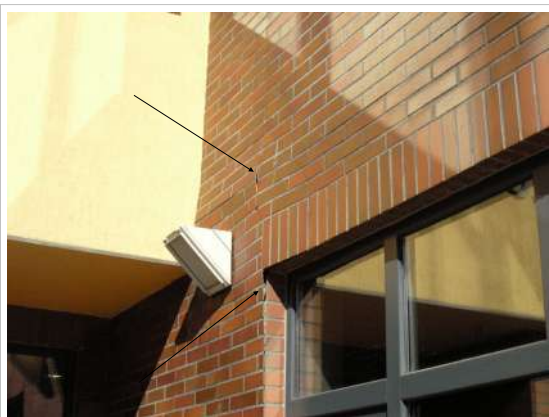
---

---

---

---

---



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia atburkolatok megbízhatósága



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## A KONKRÉT ESETEK TAPASZTALATAI

A csapadék burkolat mögé jutása mindig meghibásodást okozott:

- nyílászárók szemöldökénél
- párkánylefedések alatt
- falsarkoknál
- burkolat felső éle mentén
- burkolatra rögzített szerkezetek körül

A tágulási hézagok elhagyása meghibásodást okozott

Kevés a kedvező hazai tapasztalat



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok meghibásodása



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ÉS KÜLFÖLDÖN?

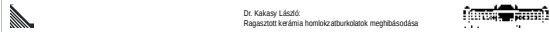
DIN 18515-1 Aussenwandbekleidungen;  
Angemörtelte Fliesen und Platten;  
Grundsätze für Planung und Ausführung

TU Berlin kutatásai

A kerámiaburkolat és a ragasztóhabarcs  
tapadása témában

Kerámia homlokzatburkolatok szilárd és  
hőszigetelő aljzatokon

Kerámia burkolatok hőszigetelt homlokzatokon



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok meghibásodása



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ANYAGVÁLASZTÁS

BURKOLÓ LAP:

Lapméret (DIN 18515-1):

felület:  $\leq 0,12 \text{ m}^2$

oldalhossz:  $\leq 0,40 \text{ m}$

Vízfelvétel:

polisztirolhab hőszigetelésen:  $w \leq 6 \text{ m\%}$

ásványi szálal hőszigetelésen:  $w \leq 3 \text{ m\%}$

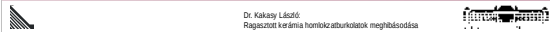
(az ásványi szálal hőszigetelés kockázatos)

Hátoldal pórusai (csak hagyományos habarcsnál)\*:

pórustérfogat:  $> 20 \text{ mm}^3/\text{g}$

pórusok sugara:  $> 0,2 \text{ }\mu\text{m}$

\* Dr. ing. S. Hilmberg: Keramische Beläge...TU Berlin



Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia homlokzatburkolatok meghibásodása



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ANYAGVÁLASZTÁS

Ragasztó, ágyazó habarcs:

- húzó-tapadó szilárdság klimatikus öregítés után\*  $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$
- nagy alakváltozó képességű, flexibilis

Hézagoló habarcs:

- víztaszító, alacsony vízfelvételű\*  $\leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{-1/2}$
- nagy alakváltozó képességű, flexibilis

Alapvakolat:

- keresztirányú húzószilárdság\* klímaöregítés után:  $\geq 0,1 \text{ N/mm}^2$

\* Dr. Ing. S. Hímburg; Keramische Beläge...TU Berlin

Dr. Kakasy László  
Ragasztó kerámia atturkokatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ANYAGVÁLASZTÁS

Üvegszövetháló:

- alkáli-álló
- húzószilárdság:  $\geq 2600 \text{ N/50mm}$
- klímaöregítés után:  $\geq 1300 \text{ N/50mm}$

Dübelek méretezve:

- szélterhekre
- önsúlyterhekre
- higrotermikus igénybevételekre

Hátfal:

- megfelelő teherbírás
- mindkét oldalán vakolt

Dr. Kakasy László  
Ragasztó kerámia atturkokatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

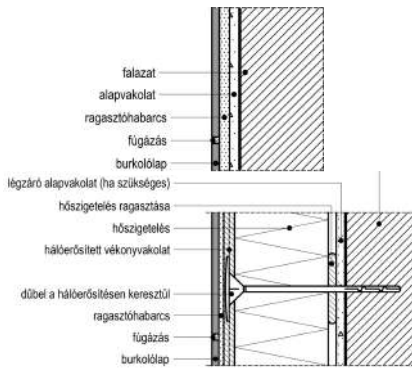
---

---

---

---

## RÉTEGFELÉPÍTÉS



Ábrák: Bakonyi D.

Dr. Kakasy László  
Ragasztó kerámia atturkokatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## SZERKESZTÉSI SZABÁLYOK

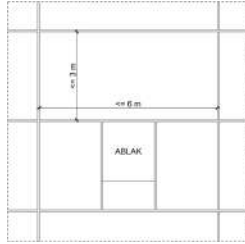
Tégulási hézagok:

függőleges  $\leq 6$  m-ként  
vízszintes  $\leq 3$  m-ként

sarkoknál, nyílászáróknál

szín és tájolás

egyenes vonalú



Ábra: Keresztassy E.

Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia atburkolatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

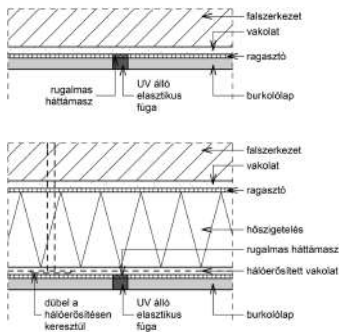
---

---

## SZERKESZTÉSI SZABÁLYOK

Tégulási hézagok:

vízzáró,  
UV-álló,  
elasztikus tömítés  
zártcellás háttámasz



Ábra: Keresztassy E.

Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia atburkolatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## SZERKESZTÉSI SZABÁLYOK

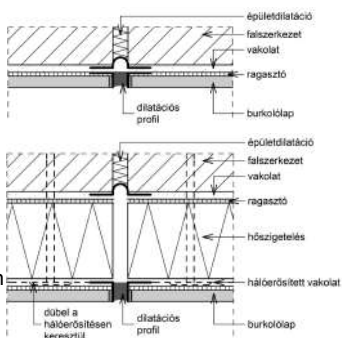
Épületdilatációk:

Hézag szélesség:  
várható mozgás

Lég- és párazárás:  
a fal belső oldalán

Vízzárást kialakítani:

- a fal felületén
- a burkolat felületén



Ábra: Keresztassy E.

Dr. Kakasy László  
Ragasztott kerámia atburkolatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

---

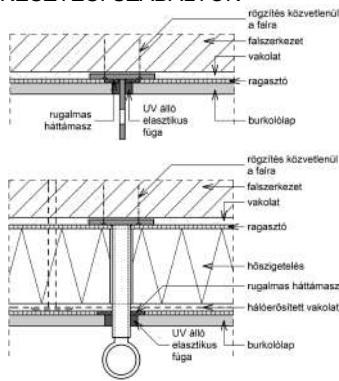
---

## SZERKESZTÉSI SZABÁLYOK

A burkolatra tilos rögzíteni

Mindent a hátfalra erősíteni

Tágulási hézagot képezni a rögzített szerkezet körül



Ábra: Keresztessy É.

Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia burkolatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ÖSSZEGLÉS

Nincsenek pozitív hazai tapasztalatok – kockázatos

Mégis milyen feltételekkel?

- körültekintő anyagválasztással
- minősített rendszerek alkalmazásával
- a szerkesztési szabályok betartásával
- fegyelmezett kivitelezéssel
- hozzáértő szakemberekkel

Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia burkolatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

A számításokat Bakonyi Dániel, az ábrákat  
Bakonyi Dániel és Keresztessy Éva tanárségedek  
készítették

Dr. Kakasy László:  
Ragasztott kerámia burkolatok megbízhatósága



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Köszönöm a figyelmet

Dr. Kakasy László  
Ragasztó kerámia homlokzatok meghibásodása



HOMLOKZATOK – FORMA ÉS SZERKEZET  
VI. ÉPÍTÉS SZERKEZETI KONFERENCIA – 2015. NOVEMBER 24.

---

---

---

---

---

---

---

---