TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2010-0075

Képzés- és tartalomfejlesztés, képzők képzése, különös tekintettel a matematikai, természettudományi, műszaki és informatikai képzésekre és azok fejlesztésére

ÚJ SZÉCHENYI TERV

NFÜ ESZA MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához.
A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

Megtartandó homlokzatú lakóépületek utólagos hőszigetelése

Belső oldali hőszigetelések hő- és nedvességtechnikai méretezése

A 2011.06.21. és a 2011.11.22. előadások bővített változata, Kuntner Ferenc épületszigetelő szakmérnöki szakdolgozatával kiegészítve

Dr. Kakasy László
okl. építészmérnök, egyetemi adjunktus
BME Épületszerkezettani Tanszék

Bakonyi Dániel
okl. építészmérnök, doktorandusz
BME Épületszerkezettani Tanszék

Kuntner Ferenc
okl. építészmérnök, egyetemi tanársegéd
BME Épületszerkezettani Tanszék

Az előadás szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához.
A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

A téma kidolgozásában résztvettek:

dr. Kakasy László egyetemi adjunktus, témavezető
Dr. Fülöp Zsuzsanna egyetemi docens
Kuntner Ferenc egyetemi tanársegéd
Bakonyi Dániel doktorandusz
okleveles építészmérnökök
valamint
Szikra Csaba tanszéki mérnök
okleveles gépészmérnök

A téma indoklása:

A városi lakóépületek jelentős hányada a XIX. század második fele és a XX. század 30-as évei között épült.

Általános jellemző: a homlokzatok díszítése, plasztikus megformálása.

Utólagos hőszigetelése nem került még napirendre az energetakarékossági intézkedések keretében.

Építészeti arculat megtartása: hőszigetelés a belső oldalon

Fenntartások:
- szerkezeten kialakuló nedveségtechnikai problémák,
- a hőtároló tömeg elvesztése,
- a belső terek méretének csökkenése

Különböző gyártók műszaki megoldásai:
- független értékelésük nem publikus

Az érvényes szabályozás (7/2006 (V.24.) TNM rendelet) nem tesz különbséget régi és új épület között korszerűsítés alatt.

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

A kutatás során vizsgált kérdések

Milyen mértékben csökkenthető a hőveszteség nedveségtechnikai problémák nélkül?

Mennyire teljesíthetők a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet követelményei?

Milyen rétegfelépítések biztonságosak?

Milyen szerkezeti részletek kialakítása javasolható?

Milyen alternatívái vannak a hőszigetelésnek?

Milyen építészeti környezetben reális a homlokzatok megtartása?

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

A vizsgált mintaépület:

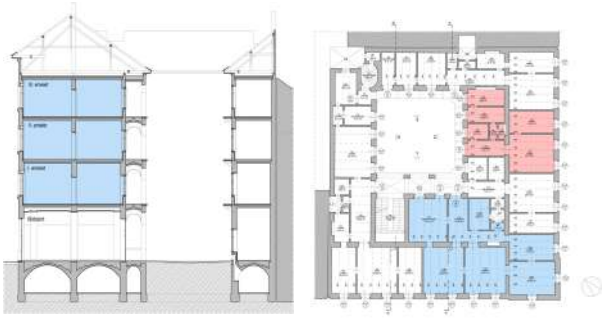
Budapest, VI, Nagymező utca 25.

Épült: 1893
Építész tervező: Schumann Antal
Építtető: Karfunkel Salamon

Jelenleg fővárosi egyedi védelem alatt áll

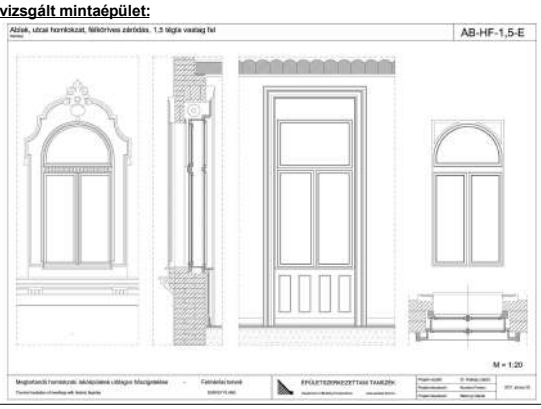
© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

A vizsgált mintaépület:



© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

A vizsgált mintaépület:



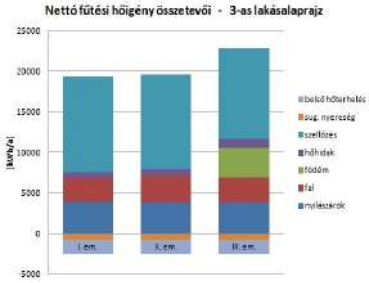
© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

A vizsgált mintaépület jellemző hőátbocsátási tényezői:

Pozíció	Szerkezet	U [W/m²K]	7/2006.(V.24.) TNM rendelet
Külső fal	Tömör tégla 44-74 cm 2v	1,29...0,87	0,45
Pincefödém	Donga boltozat / Poroszsüveg b. +feltölt. +padló	0,88...0,90	0,50
Padlásfödém	Csapos gerendafödém	0,78...0,85	0,30
Ablakok	Kapcsolt gerébtokos 2ü	2,05...2,35	1,60
Légudvarok fala	Féltéglafal	2,47	0,45
Légudvarok ablaka	Egyszeres gerébtok 1ü	5,2	1,60

sy László, ner Ferenc

NETTÓ FŰTÉSI HŐIGÉNY

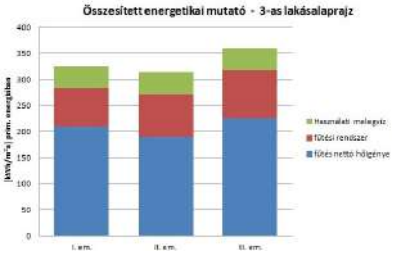


Hőnyereségek:
napsugárzás -4-5%
belső hőfejlődés -9-10%

Hőveszteségek:
1,5x légcsere 55-68%
falak 19-23%
zárófödém 0-18%
nyílászárók 19-23%
hőhidak 5-6%

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

ÖSSZESÍTETT ENERGETIKAI MUTATÓ „H”

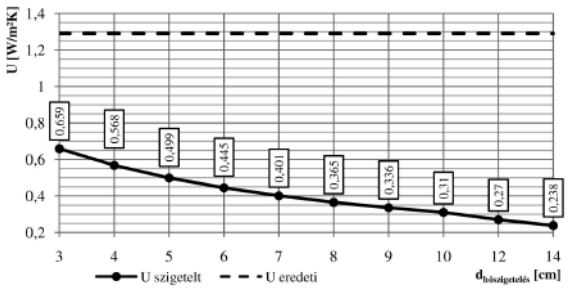


- kombi cirkó 90/70ºC
- kétcsöves, radiátoros
- szobatermosztát
- kazán a fűtött térben
- állandó ford.szivattyú
- átfolyós rendszerű HMV

283-308%

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

44 cm vtg. tömör tégla falszerkezet hőátbocsátási tényezőjének alakulása belső oldali hőszigeteléssel

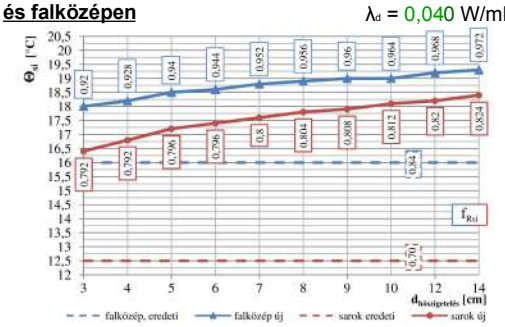


λ_d = 0,040 W/mK

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

44 cm vtg. tömör tégla falszerkezet belső oldali hőszigetelése. Saját léptékben mért hőmérséklet sarokban és falközépen

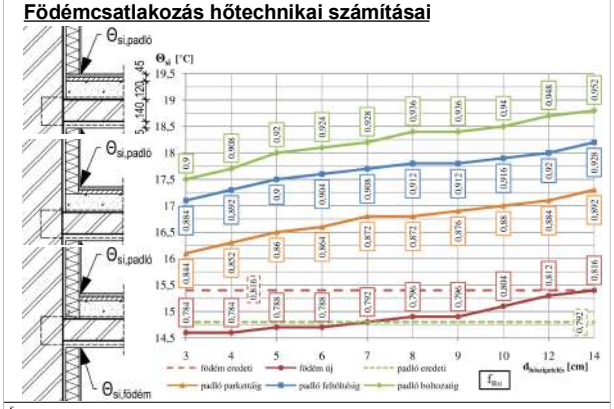
λ_d = 0,040 W/mK



Kuntner F. szakdolgozatából

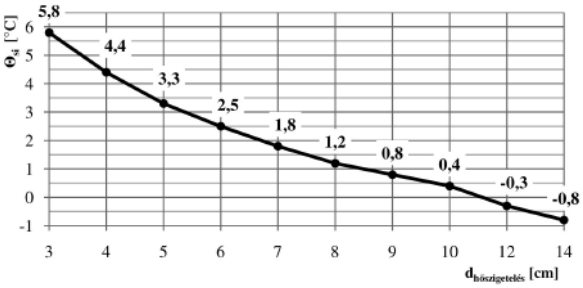
© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Födémcsatlakozás hőtechnikai számításai



© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

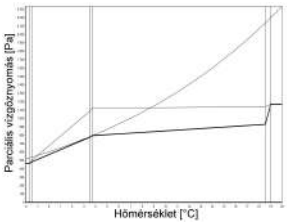
A falfelület hőmérséklete a belső oldali hőszigetelés mögött



A belső oldali hőszigetelés mértékét állagvédelmi korlátok kötik!

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Nedveségtechnikai méretezés – „Glaser módszer”



-Páratechnikai ellenőrzé az MSZ 04-140-2 alapján (vagy MSZ-EN-ISO 13788: „Euro-Glaser”)

-”a szerkezetet alkotó anyagok nedveségtartalma üzemszerű viszonyok mellett a megengedett nedvességtartalom értéke alatt maradjon”

Fizikai modell:

hő:
- hőáramlás csak hővezetéssel
- stacioner állapot
- az anyagok hővezetési tényezője a nedvességtartalomtól független

nedvesség:
- nedvességtranszport csak páradiffúzió útján
- kvázi stacioner állapot
- az anyagok páradiffúziós ellenállása a nedvességtartalomtól független
- a lecsapdó nedvesség az adott rétegben marad

Nedveségtechnikai méretezés – numerikus szimulációk

Valós fizikai folyamatok*
kapillárporózus építőanyagokban

Hőegyensúly:

$$\frac{dH}{d\vartheta}\frac{\partial\vartheta}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_x\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_y\frac{\partial\vartheta}{\partial y}\right)+$$
$$+h_v\frac{\partial}{\partial x}\left(\delta_{px}\frac{\partial\varphi p_{sat}}{\partial x}\right)+h_v\frac{\partial}{\partial y}\left(\delta_{py}\frac{\partial\varphi p_{sat}}{\partial y}\right)$$

Nedvesség egyensúly:

$$\frac{dw}{d\varphi}\frac{\partial\varphi}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left(D_{\varphi x}\frac{\partial\varphi}{\partial x}+\delta_{px}\frac{\partial\varphi p_{sat}}{\partial x}\right)+$$
$$+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_{\varphi y}\frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial\varphi p_{sat}}{\partial y}\right)$$

	transzport mechanizmus	kiváltó potenciál
hőtranszport:	-hővezetés -hősugárzás -légáramlás -hőtartalom-áramlás nedvességvándorlással	hőmérséklet hőmérséklet a negyedik hatványon légnyomáskülönbség páradiffúzió + fázisváltás folyékony nedvességáramlás
páratranszport:	-páradiffúzió -konvekció -oldódásos diffúzió -molekuláris diffúzió	páranyomás (hőmérséklet) légnyomáskülönbség páranyomás páranyomás
nedvesség tr.:	-kapilláris vezetés -felületi diffúzió -gravitációs áramlás -hidraulikus áramlás -elektrokinézis -ozmózis	kapilláris nyomás különbség relatív páratartalom helyzeti energia nyomáskülönbség elektromos potenciál ionkoncentráció különbség

Fraunhofer IBP — WUFI (Wärme und Feuchte Instacioner)

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN — DELPHIN (Simulationsprogramm für den gekoppelten Wärme-, Luft-, Feuchte-, Schadstoff- und Salztransport)

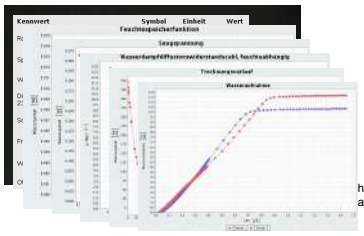
*Künzel, H.M., Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten, doktori disszertáció, 1994

Nedveségtechnikai méretezés – numerikus szimuláció

Szükséges anyagjellemzők:

hőtechnikai:
- sűrűség
- fajhő
- nedvességtartalom függő hővezetési tényező

nedvességtechnikai:
- porozitás [m³/m³]
- nedvességtartalom függő páradiff. ellenállási szám [-]
- nedvességtartalom fügvény (szorpciós izoterma a kapilláris zónával kiegészítve)
- nedvességvezetési együttható a nedvességtartalom fügvényében (vízfelszívás) [m ²/s]
- nedvességvezetési együttható a nedvességtartalom fügvényében (továbbvezetés) [m ²/s]



MASEA © geprüfte Datenbank

Bundesministrie für Schulung und Forschung

Építőanyag adatban Higrtotermikus szimulációkhoz

http://www.irb.fraunhofer.de/denkmalpflege/angebote_partner/masea/

Belső oldali hőszigetelések csoportosítása

1. Teljesen páratömör
2. Építőlemezzel társított
3. Szerelt, réteges
4. Kapilláraktív, diffúziónyitott

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

1. Teljesen páratömör hőszigetelő rendszer

			d [mm] (hőszig.)	λ[W/m;K]	c[J/kgK]	μ[-]	ρ[kg/m3]	R[N/mm2]	σmax[N/mm2]	μ[-]	vízfelvétel Aw [kg/m²s^0,5]	egyetlenség	felhaszn. hőm. [°C]	lágyulási pont [°C]
gyártó cég	termék	leírás												
FOAMGLAS® Pittsburgh Corning leányvállal.	**FOAMGLAS T4+**	lapostető, magastető homlokzat, **padló** és lábazat szig., **belső hőszigetelés**	30-180	0,041	840	9,00E-09	115	75	0,36	∞	0	A1	-260 +430	+730
	FOAMGLAS S3	nagyobb nyomószilárdsági igényű felhasználás lapostető (parkoló) **padlószig.**	40-180	0,045	840	9,00E-09	135	90	0,55	∞	0	A1	-260 +430	+730
	FOAMGLAS F	nagyobb nyomószilárdsági igényű felhasználás lapostető (parkoló) **padlószig.**	40-160	0,050	840	9,00E-09	165	135	0,91	∞	0	A1	-260 +430	+730
	FOAMGLAS W+F	homlokzati hőszigetelés **belső hőszigetelés szerelt burkolattal vagy cléfalazással**	40-140	0,038	840	9,00E-09	<100	-	-	∞	0	A1	-260 +430	+730

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

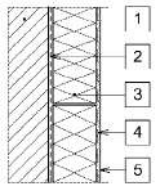
1. Teljesen páratömör hőszigetelő rendszer

forrás: www.foamglas.cz

forrás: http://de.wikipedia.org/wiki/Schaumglas

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

1. Teljesen páratömör hőszigetelő rendszer



1. ábra
Hátszivy hőszigetelő rendszer felépítése
1 Falazat; 2 Ragasztóanyag; 3 Hátszivy hőszigetelő lemez; 4 Szigetelőanyag erősítő hálóval; 5 - Védőbevonat

Fontos:
Nem éghető anyagú (A1), tökéletesen pára- és légzáró anyag 66%-ban újra hasznosított üvegből.
A hőszigetelő lapok hézagait teljes keresztmetszetben töltse ki a bitumenes ragasztó anyag.
A csatlakozásoknál se jusson levegő, vagy pára a hőszigetelés mögé.
A falba kívülről bejutó csapadék, vagy felszívódó talajnedvesség csak kifelé tud eltávozni.
Javasolt a homlokzat egyidejű javítása, hidrofobizálása.
Csak megfelelően vízszigetelt fal esetén használható.
2,5 m magasságig elég a ragasztás, ha vakolt.
Nagyobb magasságnál, illetve burkolt felületnél 2 db/m2 mechanikai rögzítés is kell.

ábra: Bakonyi D., Kuntner F.: Megtartandó homlokzatú...(Építési Megoldások 3.2012.)

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

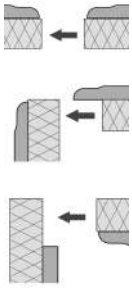
2. Építőlemezzel társított hőszigetelő rendszer

[illegible]	[illegible]	[illegible]	d [mm] [illegible]	λ [W/mK]	Átlagos hőmérséklet [Szorzó]	ρ [kg]	μ [-]	r [MNsm⁻²]	Jóváhagyás
ROCKWOOL	**Aeroweb® HD-VPK** hőszigetelő rk	bitumenkaró szerkezetek hőszigetelése	14/26	0,039	≥ 30	≥ 3			B - s1,d0
ROCKWOOL	**Aeroweb® HD-VP** hőszigetelő lap	ideálisan külső falfelületek belső hőszigetelése, 10mm gipszkarton, Perlpihel pároztatás	30, 50	0,039	≥ 30	≥ 3			B - s1,d0
ROCKWOOL	**Aeroweb® HD-VPL** szelelős hőszig.	belső falak átalakítása	20	0,039	≥ 30	≥ 3			B - s1,d0
KNAUF	Verbundplatte **InTherm**	gipszkarton(12,5mm) + szürke EPS + speciális párazáróval	40, 60, 80, 100	0,032		párazáróval 10	gipszk. szórva = 10 gipszk. ragasztva = 4 hőszig. szórva = 70 hőszig. ragasztva = 30	40mm: ≤35 60mm: ≤25 80mm: ≤20 100mm: ≤15	E
KNAUF	Verbundplatte **InTherm Dämmkeil**	PUR hőszigetelő ékelem tetőfedő karton kasírozással, 40 cm szélles	40	0,030					E
KNAUF	Verbundplatte **InTherm Lüftungsdämmplatte**	PUR hőszigetelő lemez tetőfedő karton kasírozással, 30 cm szélles, beforrítás alttalokkal	10, 20	0,025			szórva = 300 ragasztva = 30		E
KNAUF	Verbundplatte **EPS**	gipszkarton(9,5 vagy 12,5mm) + normál PS párazáró réteggel	20, 30, 40	0,040					
RIGIPS	**Rigitherm** 032 W1	gipszkarton(12,5mm) + szürke EPS	40, 60, 80	0,032		EPS_{20}=2,25 EPS_{30}=2,35 EPS_{40}=4,45 pórus : 93,5	gipszk. szórva = 10 gipszk. ragasztva = 4 EPS = 35		B - s1,d0
RIGIPS	**Rigitherm** 040 W1	gipszkarton(9,5 vagy 12,5mm) + EPS	20, 30, 40, 50	0,040		EPS_{20}=2,25 EPS_{30}=2,35 EPS_{40}=4,45 pórus : 93,5			B - s1,d0
RIGIPS	**Rigitherm** M7	gipszkarton(12,5mm) + rovátkagyapot (jobb hangvezetés)	20, 30, 40, 50	0,040		s_{20}=0,07 s_{30}=0,08 s_{40}=0,09 s_{50}=0,10 pórus : 93,5			

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

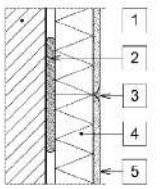
2. Építőlemezzel társított hőszigetelő rendszer

forrás: http://www.tvamice-stropy.cz/produkty.html



© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

2. Építőlemezzel társított hőszigetelő rendszer



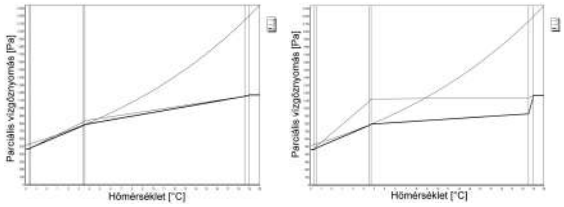
Fontos:
A műanyag hőszigetelő habokkal társított rendszerek alkalmazásának kisebb a kockázata, mint a szálas hőszigeteléssel társítottaké.
Az építőlemez folytonosságának, légtömörségének meghatározó jelentősége van abban, hogy ne juthasson levegő, illetve pára a hőszigetelés mögé. A konvektív áramokat mindenképpen meg kell akadályozni.
A hőszigetelő táblákat a kerületük mentén folytonos ragasztó sávval kell rögzíteni.
A hőszigetelő elemek hézagaiba nem kerülhet ragasztó.
Az elemek csatlakozását tömíteni kell.

ábra: Bakonyi D., Kuntner F.: Megtartandó homlokzatú...(Építési Megoldások 3.2012.)

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

2. Építőlemezzel társított hőszigetelő rendszer

Páradiffúzió számítása stacioner viszonyokat feltételezve – Glaser módszer Winwatt program



6 cm vtg. polisztirolhab, illetőleg ásványiszálas hőszigeteléssel társított építőlemez

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

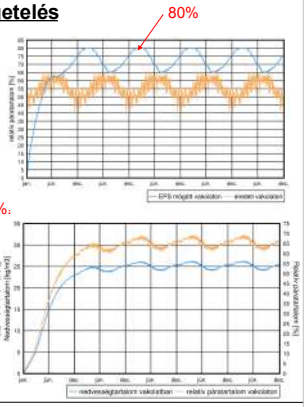
Építőlemezzel társított hőszigetelés

Instacioner nedvességtranszport szimuláció valós viszonyok felvételével. WUFI 2D program

μ_{EPS}=40

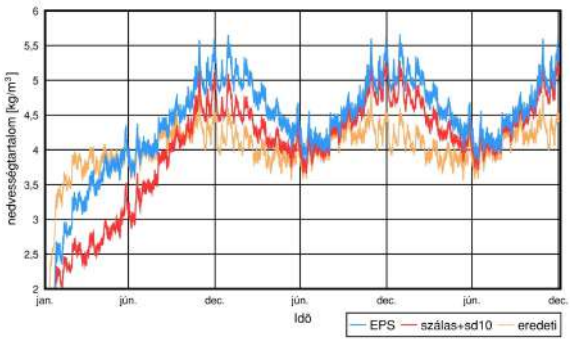
μ_{SZ}=1,1

Párafékező fólia nélkül, illetve fóliával



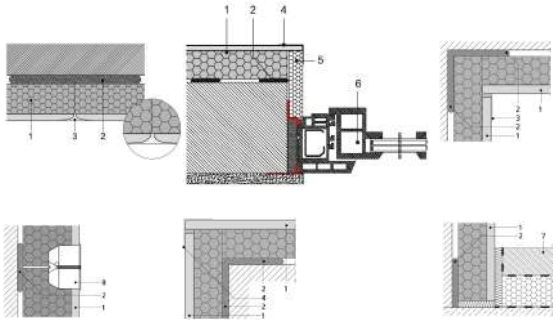
© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Nedvességtartalom a teljes falszerkezetben



© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

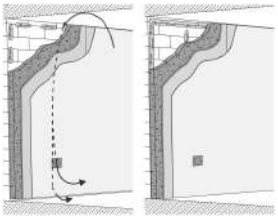
2. Építőlemezzel társított hőszigetelő rendszer



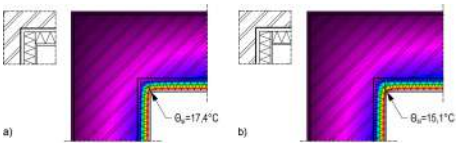
Kuntner F. szakdolgozatából

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

2. Építőlemezzel társított hőszigetelő rendszer



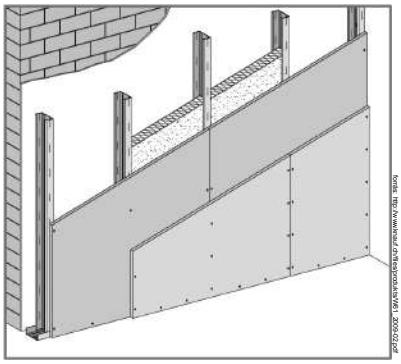
Kényes részletek



Kuntner F. szakdolg.

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

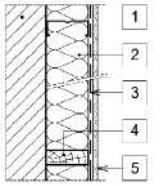
3. Szerelt, réteges

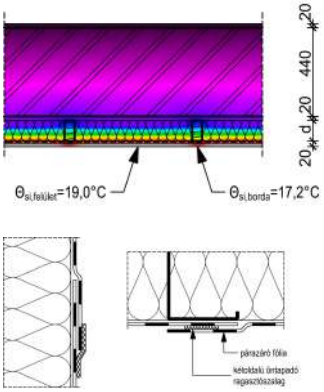


forrás: http://www.wuf.de/fachgebiete/WWT_2002-02.pdf

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

3. Szerelt, réteges

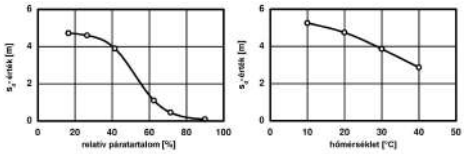




Kuntner F. szakdolgozatából

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

3. Szerelt, réteges



A magas s_D érték gátolja a kiszáradást, ezért célszerű 2-5 közötti, változó ellenállású fóliát alkalmazni.
A légtömörség és a páravédelmi réteg folytonossága alapvető fontosságú.

Kuntner F. szakdolgozatából

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

4. Kapilláraktív, diffúziónyitott hőszigetelő rendszer

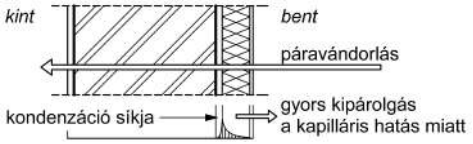
			[kg/m³]	[W/mK]	[mm]	[db/db]	[db/mm2]	[kg/m²]	[mm]	[mm]	[mm/db]	[mm/db]	[kg/db]	[%]	[-]	[db/db]	[kg/m²]	[kg/m²]	[kg/m²]	[kg/m²]	[db/db]
[szabó-cely]	[termék]	[leírás]																			
KNAUF	**Knauf Perlite TopTherm® Board**	hőszigetelő perlitlemez és hőtükrözőpaplan, falak és födémek hőszigetelésére	95-200	0,049				96-189	>0,2	>0,00				5 db				1,58			A1
	Knauf Perlite - TopTherm® Lattenplatte	hőszigetelő perlit, falakra és lapok belső szigetelésére	95-200	0,045				96-185	>0,2	>0,00				5 db				1,58			A1
ISOCELL	**RENOCELL**	fa/cellulóz kapilláraktív szigetelő vakolatban belső hőszigetelés		0,052		2005		93				94		2,4							B s2,d0
CALATHERM	**Klimaplatte**	kalcium-szilikát hőszigetelés	25-50	0,060	0,055			200-240	≤1					5,0-5,4				0,854			
	KP-Lattenplatte	falakra és lapok belső szigetelésére	15	0,060	0,059			200-240	≤1					5-6-5,4				0,854			
REMMERS	**IQ-Therm**	szilárdan merevített poszt-izocianát alapon FUR hőszigetelő	30-50,60	0,031				45		0,115				<25				0,774			B2 (100 mm-ig)
	IQ-Therm LH	falakra és lapok belső szigetelésére	15	0,028				35													B2 (100 mm-ig)
	IQ-Therm K50	fűtött helyiségek szigetelésére	50/10	0,028				35													B2 (100 mm-ig)
STO	**Sto-Therm In Comfort Sto-Perlite 045 Lattenplatte**	hőszigetelő perlitlemez	95-200	0,045				96-185						5 db				1,58			A1
	Sto-Therm In Comfort Sto-Perlite 055 Lattenplatte	falakra és lapok belső szigetelésére	25	0,055				180										1,76			A1
XELLA	YTONG - MULTIPOR	lapozott, ragasztott termékek; padló és lábazat szig., belső hőszigetelés	40-200	0,045	0,044	850		180-115	0,35	>0,00	<1			3	2	3					A1
HANFF	Mineper WLS 045	homokkőszerű fal kívül és belső hőszigetelés	95-190	0,045		1500		<115	>0,35	<0,00				5						<2	A1
	Multiper WLS 045	homokszerű fal kívül és belső, külső hőszigetelés	95-200	0,045		1500	255	115		<0,00				3						db	A1

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

4. Kapilláraktív, diffúziónyitott hőszigetelő rendszer

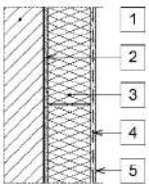
forrás: http://www.ytong.ch/de/content/ytong_multipor_mineraldaemmplatte.php

forrás: http://www.baulinks.de/webplugin/2009/1881.php4



© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

4. Kapilláraktív, diffúziónyitott hőszigetelő rendszer

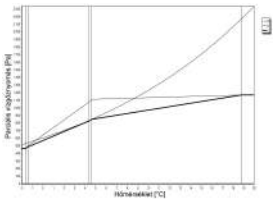


Fontos:
Teljes felületű ragasztás, rendszeranyaggal.
A ragasztás alatt nem maradhat párafékező, vagy gátló festék, vagy bevonat a falon.
A nedvesség átmeneti tárolásában a hőszigetelés kapillárisai is részt vesznek.
A homlokzatot érő csapadékhatás kiszáradását nem gátolja.

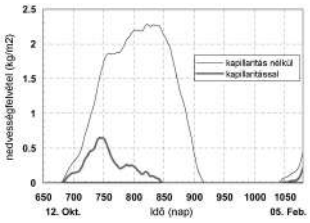
ábra: Bakonyi D., Kuntner F.: Megtartandó homlokzatú...(Építési Megoldások 3.2012.)

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

4. Kapilláraktív, diffúziónyitott hőszigetelő rendszer



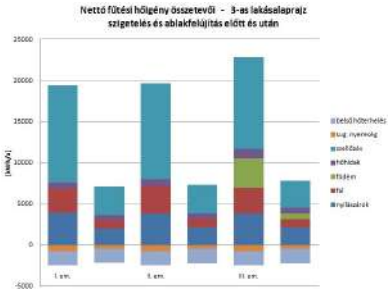
Páradiffúzió stacioner számítással



Nedvességfelvétel instacioner szimulációval. A kapillaritás jelentősége.

Kuntner F. szakdolgozatából

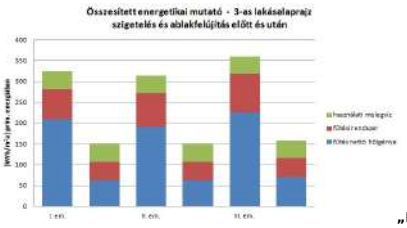
A SZERKEZETI BEAVATKOZÁSOK EREDMÉNYE



- 6 cm belső hőszigetelés (λ=0,04 W/mK)
- 20 cm padlásfödémre hőszigetelés (λ=0,04 W/mK)
- ablakokba „historiglas” + tömítőprofilok
- légtömörség növelése 0,5 x légcsere

ÖSSZESÍTETT ENERGETIKAI MUTATÓ

„E” „D”



Gépészeti felújítással:
- kondenzációs kombi gázkazánnal 55/45°C,
- radiátorok megtartásával
- termosztatikus szelepekkel, változó fordulatszámú szivattyúval
- átfolyó rendszerű HMV

103-105%

„Eredeti” gépészettel:
- kombi cirkó 90/70ºC
- kétcsöves, radiátoros
- szobatermosztát
- kazán a fűtött térben
- állandó ford.szivattyú
- átfolyós rendszerű HMV

133-135%

TANULSÁGOK

A belső oldali hőszigetelés nem cél, de egy lehetséges műszaki kompromisszum.

Minden esetben részletes épületdiagnosztikai vizsgálatokon alapuló épületfizikai számítások kell megelőzzék a konkrét kiviteli tervet.

Az egyszerűsített számítások alkalmazása félrevezető eredményekhez vezethet.

A szerkezetben lejátszódó fizikai folyamatok modellezése számítógépes programok segítségével, számos műszaki adat ismeretében lehetséges.

Hőhídkatalógus és higrotermikus katalógus egyszerűsítheti a munkát analógiák bemutatásával, de az épületek kiinduló állapotának megismerésétől nem mentesíthet

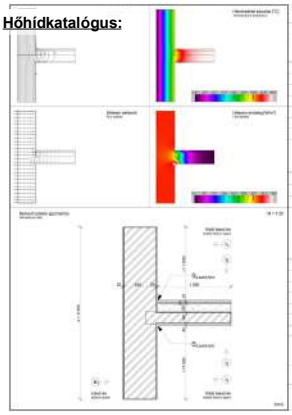
Az elérhető energia megtakarítás az állagvédelem oldaláról korlátozott mértékű. Az épületek energetikai besorolása jelentősen javítható.
(cca. H-ból C-be, geometria és gépészet függvényében)

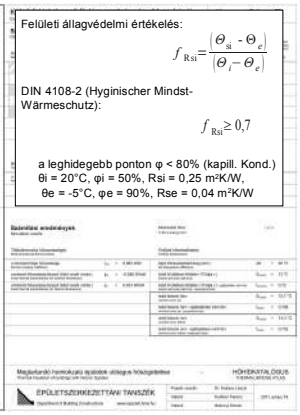
© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Hőhídkatalógus, higrothermikus katalógus

© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Hőhídkatalógus:





Felületi állagvédelmi értékelés:

$$f_{Rsi} = \frac{(\Theta_{si} - \Theta_e)}{(\Theta_i - \Theta_e)}$$

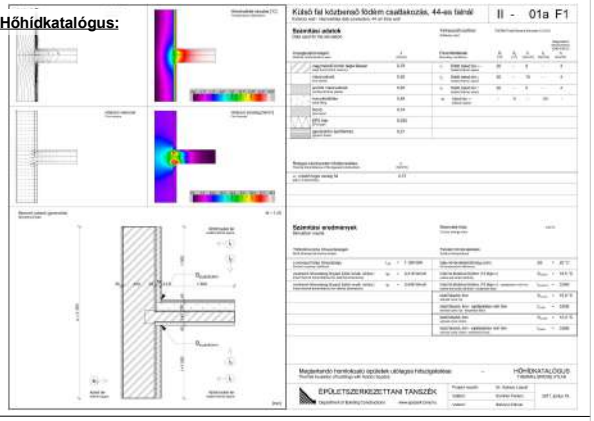
DIN 4108-2 (Hyginischer Mindst-Wärmeschutz):

$$f_{Rsi} \geq 0{,}7$$

a leghidegebb ponton φ < 80% (kapill. Kond.)
θi = 20°C, φi = 50%, Rsi = 0,25 m²K/W,
θe = -5°C, φe = 90%, Rse = 0,04 m²K/W

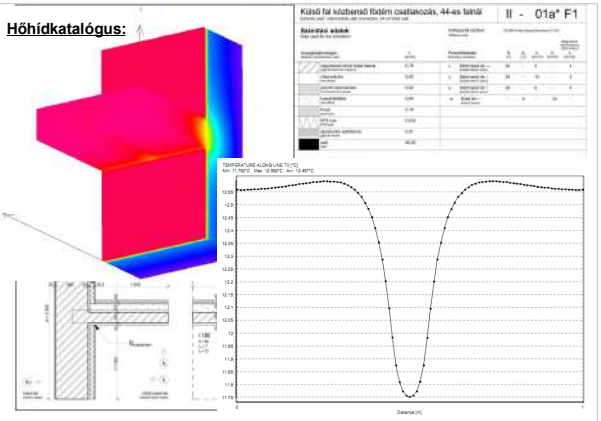
© Dr. Kakasy László, Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Hőhídkatalógus:



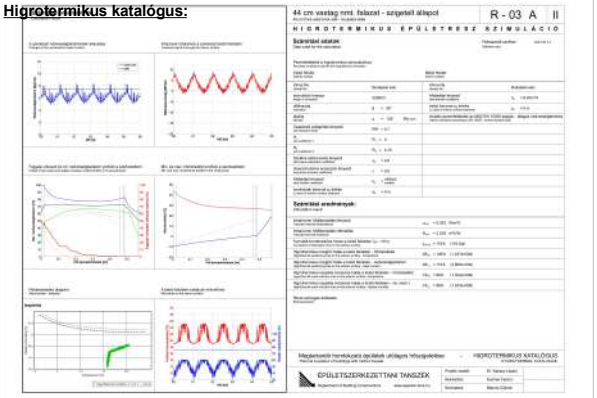
© Dr. Kakasy László,
Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Hőhídkatalógus:



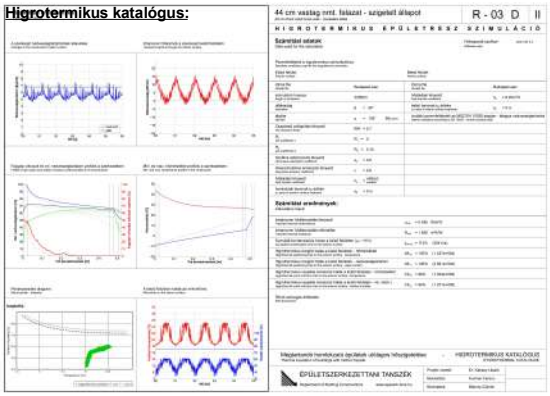
© Dr. Kakasy László,
Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Higrotermikus katalógus:



© Dr. Kakasy László,
Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

Higrotermikus katalógus:



© Dr. Kakasy László,
Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc

A hőhídkatalógus és a higrotermikus katalógus
közel 400 oldalas anyagát készítették:

Bakonyi Dániel doktorandusz
Kuntner Ferenc egyetemi tanársegéd, épületszigetelő szakmérnök

Kuntner Ferenc szakdolgozata:
Megtartandó homlokzatú épületek belső oldali hőszigetelésének lehetőségei és korlátai, 2011. (konzulens: Kakasy László)

A kutatással kapcsolatban született publikációk:

Bakonyi Dániel, Becker Gábor
A gerébtokos ablakok cseréjének épületfizikai következményei.
MAGYAR ÉPÍTŐIPAR LX.:(6) pp. 223-226. (2010)

Bakonyi Dániel, Becker Gábor
Kapcsolt gerébtokos ablakok hőátbocsátási tényezője a beépítés és a
határoló szerkezetek figyelembevételével.
In: Horváth S, Pataky R (szerk.)
II. Épületszerkezettani konferencia: Épület- és szerkezetfelújítás.
Budapest, Magyarország, 2011.11.22. BME Épületszerkezettani Tanszék,
pp. 10-18. Paper 3. (ISBN: 978-963-313-043-8)

Kakasy László
Megtartandó homlokzatú lakóépületek energiaracionalizálása
In: Horváth S., Pataky R. (szerk.)
II. Épületszerkezettani konferencia: Épület- és szerkezetfelújítás.
Budapest, Magyarország, 2011.11.22. BME Épületszerkezettani Tanszék,
pp. 32-39. Paper 3. (ISBN: 978-963-313-043-8)

Kuntner Ferenc
Lehetőségek és korlátok a belső oldali hőszigetelésben.
MAGYAR ÉPÍTÉSTECHNIKA 49:(11-12) pp. 32-35. (2011)

Kakasy László
A századforduló megtartandó homlokzatú lakóépületeinek energiaracionalizálása
MAGYAR ÉPÍTŐIPAR LXII.:(2) pp. 52-58. (2012.)

A kutatással kapcsolatban született publikációk:

Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc
Belső oldali hőszigetelések tervezése I.: Történeti áttekintés és problématérkép.
MAGYAR ÉPÍTŐIPAR LXII:(1) pp. 30-33. (2012)

Bakonyi Dániel, Kuntner Ferenc
Megtartandó homlokzatú épületek utólagos hőszigetelésének lehetőségei.
ÉPÍTÉSI MEGOLDÁSOK 3:(1) pp. 10-13. (2012)

Kakasy László, Bakonyi Dániel
Belső oldali hőszigetelések- lehetőségek és korlátok.
MAGYAR ÉPÍTÉSTECHNIKA 2-3: pp. 40-42. (2012)
Folyóiratcikk/Szakcikk/Tudományos

Bakonyi Dániel, Kakasy László
Vasbeton erkélylemezek utólagos hőszigetelése.
MAGYAR ÉPÍTÉSTECHNIKA 50:(12) pp. 34-37. (2012)

Kuntner Ferenc
Möglichkeiten und Grenzen der Innendämmung im Altbausubstanz.
Defects and Renovation of Building Envelope konferencia Podbanske, Szlovákia,
2011.04.13-15. pp.57-62. (ISBN 978-80-553-0651-3) konferencia kiadványcikk, nyelv: német

Kuntner Ferenc:
Wärmetechnische Beziehungen der Innendämmungen.
Solution of Green Roof Structures in V4 Countries. Podbanske, Szlovákia,
2012.03.07-09. pp.57-62. (ISBN 978-80-553-0651-3) konferencia kiadványcikk, nyelv: német

Köszönöm a figyelmet!