

Épületenergetika

Pára- és hőtechnikai problémák

Szabó Antal
Xella Magyarország Kft



Tartalom

- Energetikai szabályozás története Magyarországon
- Definíciók
- Hőhidak
- Hőhídmentes csomópontok kialakítása
- Építési hibák fotókon
- Belső oldali hőszigetelés

Az energetikai szabályozás története

- 1934
 - Dr. Möller Károly Építési Zsebkönyv (ajánlások)
- 1965
 - ME 30-65-ös Műszaki Előírás (ajánlás)
- 1979
 - MSZ 04-140/2-79 „Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Hőtechnikai méretezés” szabvány (átállás technikai mértékegységről SI mértékegységre)
- 1986
 - MSZ-04-140/2-85 (szigorodnak a 79-es követelményértékek, új értékek a nyílászárókra, új hőhídszámítási módszer)
- 1992
 - MSZ 04-140-2:1991 nem a határoló felületekre, hanem a határolt tér jellemzőire ad meg értékeket és számítási módokat (jelenleg is hatályos)
- 2006. szeptember 1.
 - 7/2006 TNM rendelet

- 1934 Dr. Möller Károly Építési Zsebkönyv (ajánlások)
 - „k” érték ajánlások,
 - a méretezés korabeli alapelve szerint: a hőszigetelés minimuma az a „k” érték, amelynél a belső falfelületen még éppen nem jön létre párakicsapódás,
 - különböző magasságokban, illetve a helyiség különböző alaprajzi részein a valóságban jelentősen eltérő hőmérsékletek is kialakulhatnak, amik befolyásolják az épület hő- és páratechnikai viselkedését,
 - a szögben csatlakozó épületsarkok mindig hőhidat eredményeznek, melynek hatása legegyszerűbben az épületsarkok lekerekítésével szüntethető meg,
 - külső falakban kialakított falfülkék, beépített szekrények, üregek megbolygatják a falszerkezet általános hőtechnikai viselkedését, és káros hőhidakat eredményeznek,
 - vasbeton szerkezetek erős hőhidproblémát okoznak, amit a tervezés során tudatosan csökkenteni kell.

Definíciók

- Hővezetési tényező (λ , W/mK)
- Hőátbocsátási tényező (U, W/(m²K))
- Hőátadási tényező (α , W/(m²K))

- **Hővezetési tényező:** azt fejezi ki, mekkora hőáram halad át időegység alatt egységnyi vastagságú, az áramlásra merőlegesen egységnyi felülettel bíró anyagon, egységnyi hőmérsékletkülönbség hatására. Mértékegysége J/s mK, azaz W/mK, szokásos jele: λ

Befolyásoló tényezői:

- Sűrűség
- Pórusméret és -eloszlás
- hőmérséklet (szokványos építőipari esetekben elhanyagolható, de jelentős pl. kemence vagy kémény építésnél)
- nedvességtartalom

Hővezetési tényező $\lambda_{10,\text{száraz}}$ VS. $\lambda_{\text{tervezési}}$

YTONG

- $\lambda_{10,\text{száraz}}$ = kiszáritott próbatest 10C fokon mért hővezetése
- Egy adott építési terméknek, a felhasználási módnak megfelelően, különbözőek lehetnek a hőszigetelés tervezési értékei.
- λ_{terv} = EN 1745 szabvány alapján meghatározott nedvességkorrekcióval az EN ISO 10456 szerint számított tervezési érték
- $F_m = e^{f_u \cdot (u_2 - u_1)} = e^{4 \cdot (0,045 - 0,026)} = 1,0789626$ ($f_u = 4 \text{ kg/kg}$)
- $\lambda_{\text{terv}} = \lambda_{10,\text{száraz}} \cdot F_m$

 1415	
Xella Magyarország Kft. YTONG-Falazóelemgyár, Halmajugra 06 1415-CPD-26-(C-23/2006)	
EN 771-4 I. Falazóelem kategóriába tartozó pórusbeton elem Méret (h x m x sz): 600 x 200 x 300 mm	
Névleges méret:	599 x 199 x 299 mm
Mérettűrési osztály:	TLMB (a névleges mérethez viszonyítva)
Síklapúság:	1,0 mm
Oldalpárhuzamosság:	1,0 mm
Nyomószilárdság középértéke:	3,0 N/mm ²
Mérettartósság:	NPD
Tapadószilárdság:	0,3 N/mm ² (vékonyagyazó habarcs)
Tűzveszélyesség:	A1 euro osztály
Vízfelvétel:	nem védett helyen nem használható fel
Páradiffúziós együttható:	6
Bruttó testsűrűség:	390 kg/m ³
Alak:	NF+GT
Egyenértékű hővezetési tényező:	0,092 W/mK ($\lambda_{10, \text{dry}}$)
Fagyállóság:	NPD
Veszélyes anyagok: lásd biztonsági adatlap (www.xella.hu)	

Páradiffúziós együttható:

6

Bruttó testsűrűség:

390 kg/m³

Alak:

NF+GT

Egyenértékű hővezetési tényező:

0,092 W/mK ($\lambda_{10, \text{dry}}$)

Fagyállóság:

NPD

Xella termékek hővezetési tényezői

YTONG

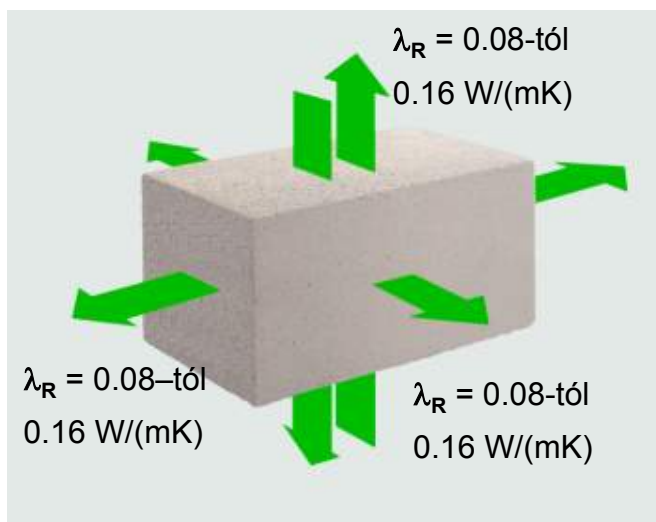
Termék típus	testsűrűség	$\lambda_{10,\text{száraz}}$	λ_{terv}
Silka HM-250	2000 kg/m ³	-	0,75 W/mK
Silka HM-200	1800 kg/m ³	-	0,70 W/mK
Silka HML-300	1600 kg/m ³	-	0,65 W/mK
Silka HML-100	1400 kg/m ³	-	0,60 W/mK
Ytong P4-0,6	540 kg/m ³	0,134 W/mK	0,15 W/mK
Ytong P2-0,5	440 kg/m ³	0,117 W/mK	0,12 W/mK
Ytong A+	390 kg/m ³	0,092 W/mK	0,099 W/mK
Ytong Multipor	115 kg/m ³	0,042 W/mK	0,045 W/mK

Hővezetési tényező, tömör vs üreges

YTONG

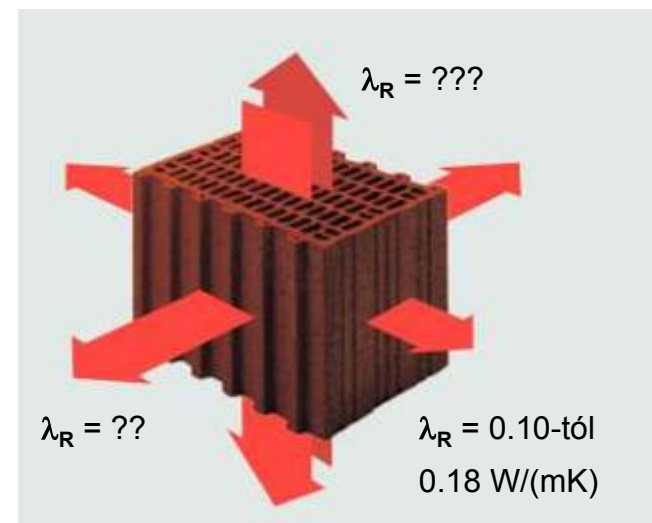
Hővezetés

- A pórusbeton homogén és tömör
- A hővezetési tényező minden irányban azonos



Hővezetés

- Az üreges falazóelem egy megadott irányban mutat jó hővezetést
- Ez problémát jelenthet a hőhíd szempontjából



Az üreges falazóelemekkel szemben az Ytong – homogén porózus szerkezetéből fakadóan – **minden irányban azonos tulajdonsággal rendelkezik (ún. izotróp).**

Hővezetési tényező, tömör vs üreges

YTONG



Hővezetési tényező, tömör vs üreges

YTONG



Hővezetési tényező, tömör vs üreges Т у х л и в с Г а з о б е т о н

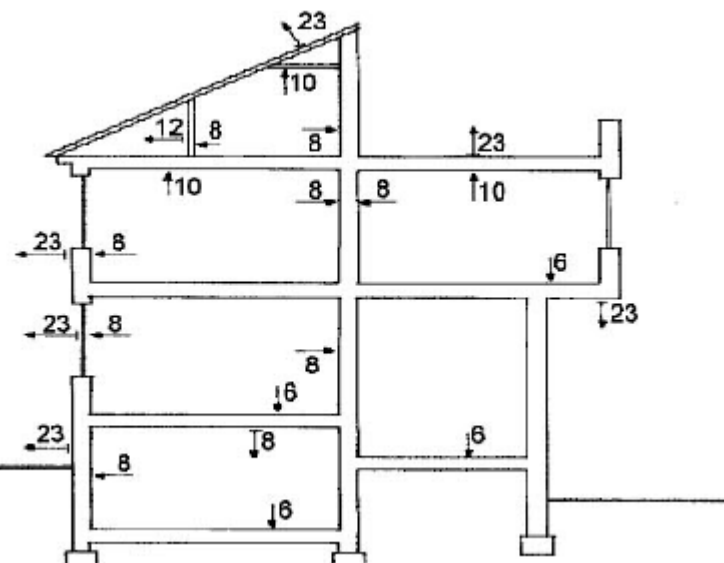
YTONG



Hőátadási tényező, α

A hővezetés során az anyagnak, amelyben a jelenség lejátszódik, a részecskéi makroszkópikus értelemben nyugalomban vannak. Folyadékok és gázok esetében ez nem feltétlenül igaz: a folyadék- és gázcseppkék éppen a hőáramok avagy egy azoktól független hatás következtében makroszkópikus értelemben mozoghatnak (szabad, illetve kényszeráramlás)

- Ha a folyadék vagy a gáz szilárd test felületével érintkezik, közöttük hőáram alakul ki, amelynek nagysága - egységnyi felületre - a $q = \alpha (t_k - t_f)$
- összefüggésből számítható, itt t_k a közeg, t_f a felület hőmérséklete, α pedig a hőátadási tényező. Utóbbi mértékegysége W/m^2K , vagyis az egységnyi felületen egységnyi idő alatt egységnyi hőmérsékletkülönbség mellett átvitt hőáramot (konvektív hőáramot) jelenti.



- U (régen k), a hőátbocsátás, mértékegysége W/m²K. A hőátbocsátás azt mutatja meg, hogy 1 m² falon egységnyi idő alatt mennyi energia távozik. Tehát függ a szerkezet vastagságától, a matematikai összefüggés U és λ között: $U = \lambda / d$. Minél kisebb ez a szám, annál jobb hőszigetelő a szerkezet. R, hővezetési ellenállás, a hőátbocsátás reciproka, így is szokás jellemezni a szerkezeteket. Minél nagyobb ez a szám, annál jobb hőszigetelő a szerkezet.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}$$

Ytong falazatok U értékei

követelmény $U=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ (7/2006 V.24. TNM r.)

YTONG

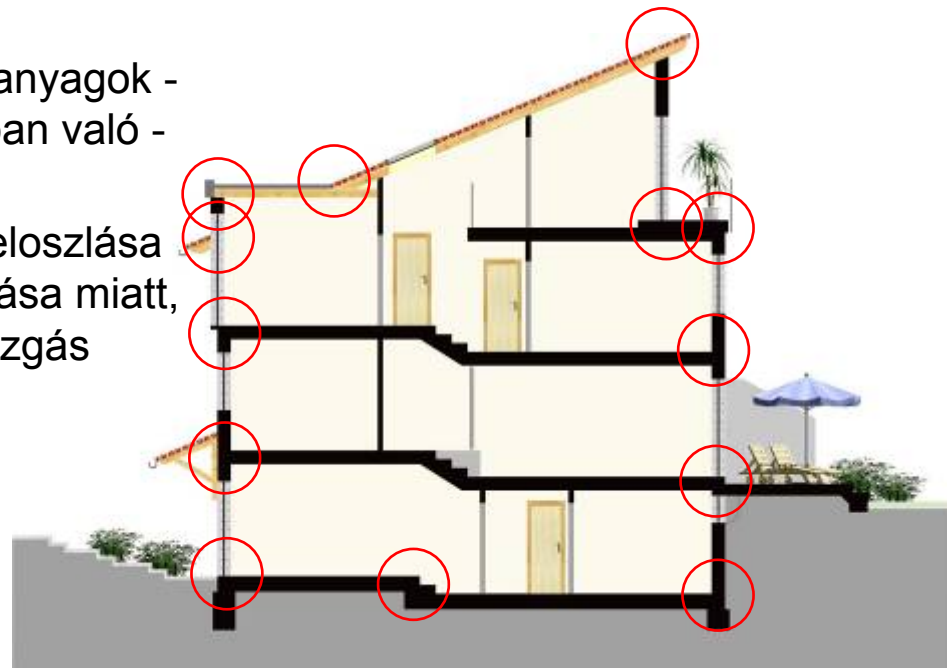
Ytong falazatok U hőátbocsátási tényezői

Fal típus	d [cm]	U [$\text{W/m}^2\text{K}$]
Ytong P2-0,5	25	0,44
	30	0,37
	37,5	0,30
Ytong A+ P2-0,4	30	0,31
	37,5	0,25
Ytong passzívház fal	30+20	0,13
	37,5+20	0,12

A határolószerkezetek azon helyeit, ahol többdimenziós hőáramlás és hőmérsékleteloszlás alakul ki, megállapodás szerint hőhidaknak nevezzük.

- A többdimenziós hőáramlás kialakulásának többféle oka lehet, nevezetesen a geometriai forma önmagában,
- a különböző hővezetési tényezőjű anyagok - nem párhuzamos rétegek formájában való - alkalmazása,
- a felületi hőmérséklet egyenlőtlen eloszlása például a hőátadási tényező változása miatt, amit a felület árnyékolása, a légmozgás akadályozása (bútorozás) okoz

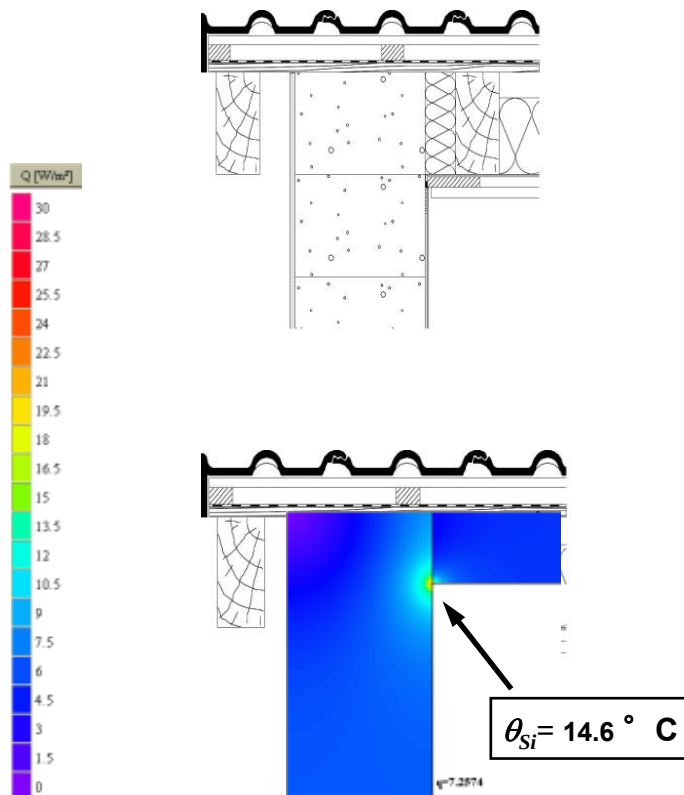
Vonalmenti hőátbocsátási tényező
 ψ [W/(mK)]



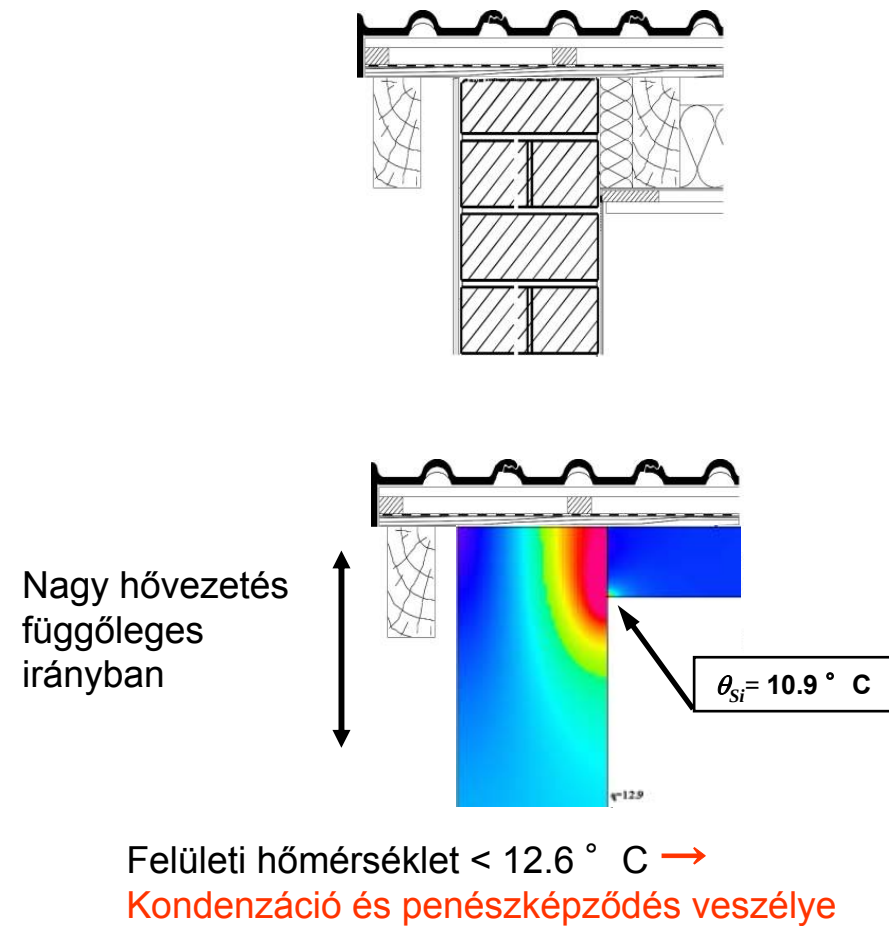
Az inhomogenitás hatása a hőhíd kialakulására

YTONG

Ytong falszerkezet



Üreges falazóelem



Mik a hőhidak következményei?

A hőhidak negatívan hatnak

- Az energiafogyasztásra, a hőveszteség miatt,
- A lakóklimára és a komfort érzetre, a hőhíd környezetében kialakuló alacsony felületi hőmérséklete miatt és
- A penészképződés miatt jelentkező higiéniai problémákra

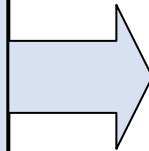


A penészképződés feltételei

- Tartós nedvesség (kapilláris kondenzáció tartós (minimum 3 nap) fennállása $\phi_{kk}=75\%$)
- Gombaspóra (levegőben mindig van)
- Oldott tápanyag (anyagfüggő, legjobb a cellulóz alapanyagú tapéta, mészfesték esetén nincs)
- Megfelelő pórusméret (fém, üveg, mázas kerámia -> trópusi országok)
- $t_i - t_e / t_f - t_e = \Theta_{si} \rightarrow 1$ $t_f = t_e + \Theta$ $(t_i - t_e)$ követelmény Θ $(frsi) > 0,7$

Hőhidak tervezése, hogy a felületi hőmérséklet ne legyen nagyobb, mint $\Theta_{si} \geq 12.6^\circ \text{C}$

Rendszeres szellőztetés



- Kondenzáció megakadályozása
- Páraelvezetés
- Széndioxid elvezetés

A penészt táplálja a széndioxid

A penészképződés feltételei védekezés trópusi országokban

YTONG



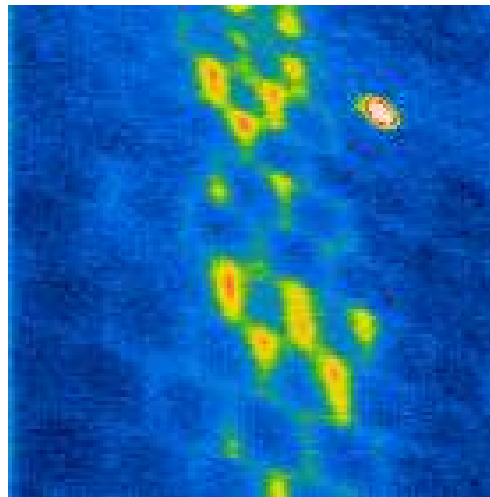
Páratermelés a lakásban

YTONG

Lakóépületek páratermelő forrásai	
	páraképződés g/h
Forró zuhany	2000
Lefedetlen fazékban lobogó víz	900
Magas lángon égő gáztűzhely	400
Fedett fazékban lobogó víz	350
Forró fürdő	300
Aktív ember által kilélegzett pára	250
5kg száradó ruha	200
Alacsony lángon égő gáztűzhely	100
Asztalon lévő forró étel	60
Nyugvó ember által kilélegzett pára	50

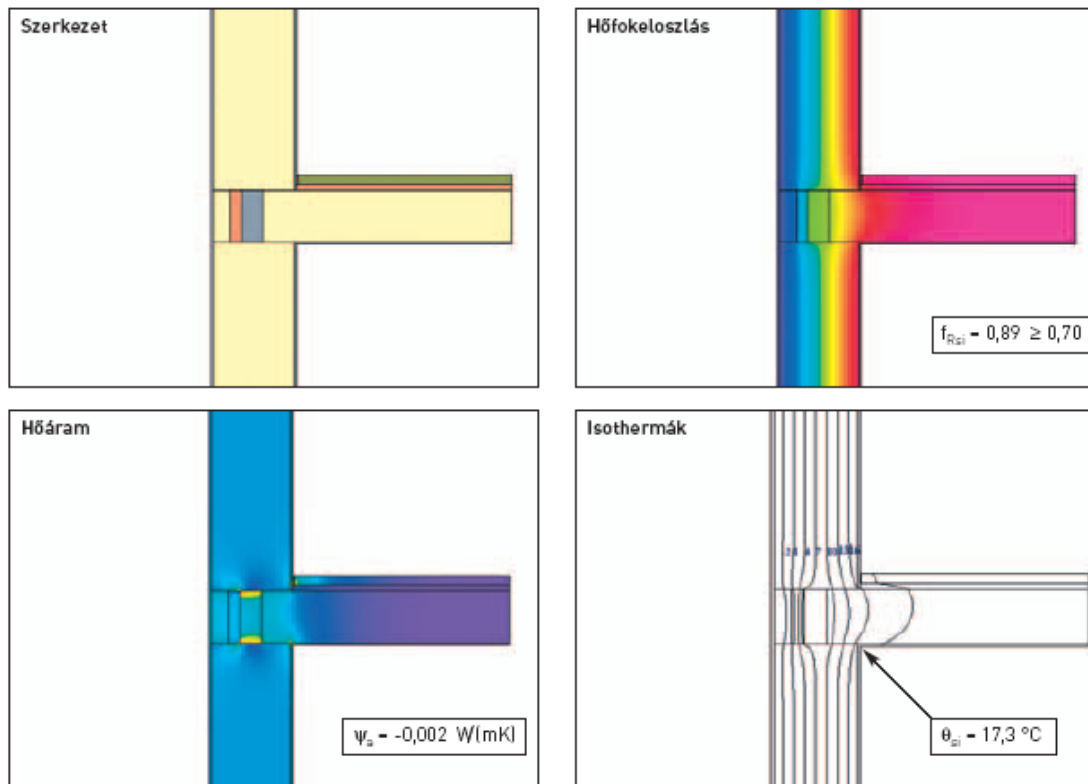
Milyen hatással van a habarcs a hőhidakra?

- Az YTONG termékek nagy méretpontosságának köszönhetően vékonyágyas technológiával falazhatók (kb. 2 mm habarcsréteg).
- A vastag habarcs okozta hőveszteség nem alakul ki
- A fal hővezetése ilyen módon közel 25%-kal csökken



Hőfénykép a vastag habarcsréteg környezetéből

Külső fal, közbenső földem



		Földémtípus							
Pórusbeton külső fal		Pórusbeton DE d=20 cm		Pórusbeton DE d=24/25 cm		Mon. vasbeton d=18 cm		Mon. vasbeton d=20 cm	
d [cm]	λ [W/(mK)]	ψ _s [W/(mK)]	f _{Rsi} [-]	ψ _s [W/(mK)]	f _{Rsi} [-]	ψ _s [W/(mK)]	f _{Rsi} [-]	ψ _s [W/(mK)]	f _{Rsi} [-]
30 cm	0,12	0,002	0,87	-0,001	0,87	0,057	0,89	0,059	0,89
	0,13	-0,003	0,87	-0,008	0,87	0,054	0,89	0,055	0,89
	0,16	-0,018	0,86	-0,026	0,86	0,047	0,88	0,046	0,88
37,5 cm	0,12	0,005	0,89	0,003	0,89	0,077	0,89	0,080	0,89
	0,13	0,001	0,89	-0,002	0,89	0,075	0,89	0,078	0,89
	0,16	-0,013	0,89	-0,018	0,88	0,071	0,88	0,072	0,88

Eltérő hővezetésű anyagok váltásából eredő hőhidak

YTONG

Beton szerkezetek előtt szükséges hőszigetelés vastagsága falszerkezettel megegyező hőátbocsátási érték eléréséhez

Fal típus	U [W/m²K]	Hőszig [cm]
B30-as falazat	1,48	1
Pth 30	0,63	4
Pth 38	0,41	8
Ytong P2-0,5 30	0,37	9
Pth HS 38	0,35	10
Ytong P2-0,5 37,5	0,30	12
Ytong A+ 37,5	0,25	14

Építési és üzemeltetési hibák

YTONG

- Padlófűtés (ha nincs átgondoltan kialakítva, nem alakul ki konvekció, alacsonyabb a léghőmérséklet, a padlásfödémhez közeli szerkezetek lehűlnek)
- Páraelszívó (padlástérbe vagy falon át kivezetve)
- Falhoronyban „izzadó” vezetékek
- Elégtelen vagy helytelen szellőzés

Példák

Légtömörség, Blower door teszt

YTONG



Példák

Légtömőr nyílászáró és vezeték beszerelés

YTONG



Példák

hőszigetelő falazóelem, mon. vb kiváltók, hőszigeteletlen födém és koszorúk

YTONG



Példák

hőszigetelő falazóelem, mon. vb kiváltók, hőszigetetlen földém és koszorúk

YTONG



Példák

hőszigetetlen vasbeton gerenda, végén kilógnak a betonvasak

YTONG



Példák

hőhidas koszorú és zárófüdém, botanikus kert a konyhában

YTONG



Példák

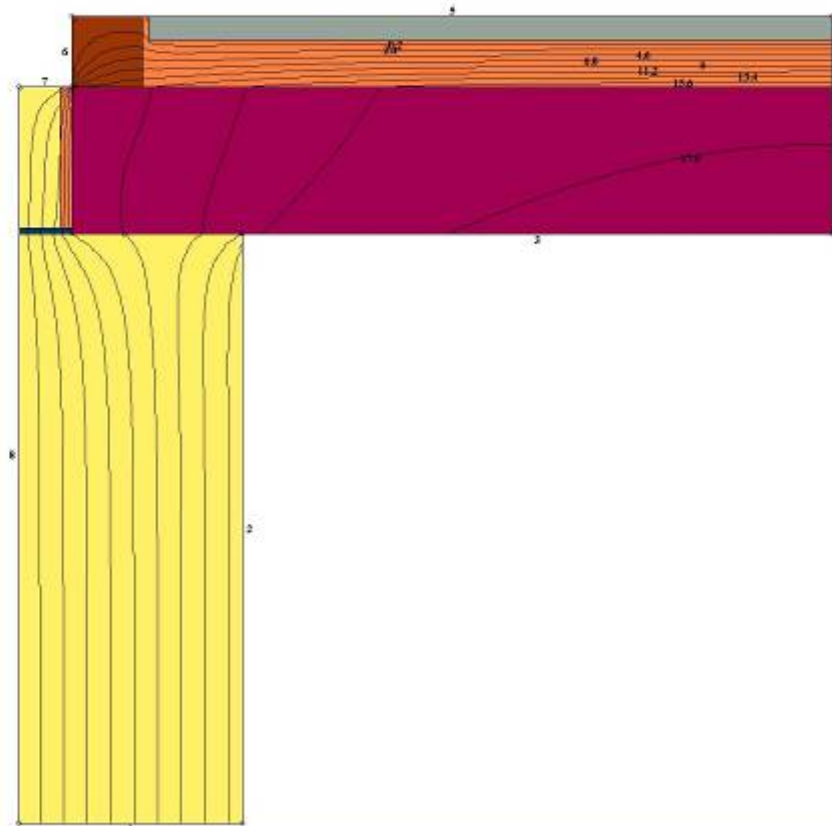
hőhidas koszorú és zárófüdém, megoldhatatlan csomópontok

YTONG

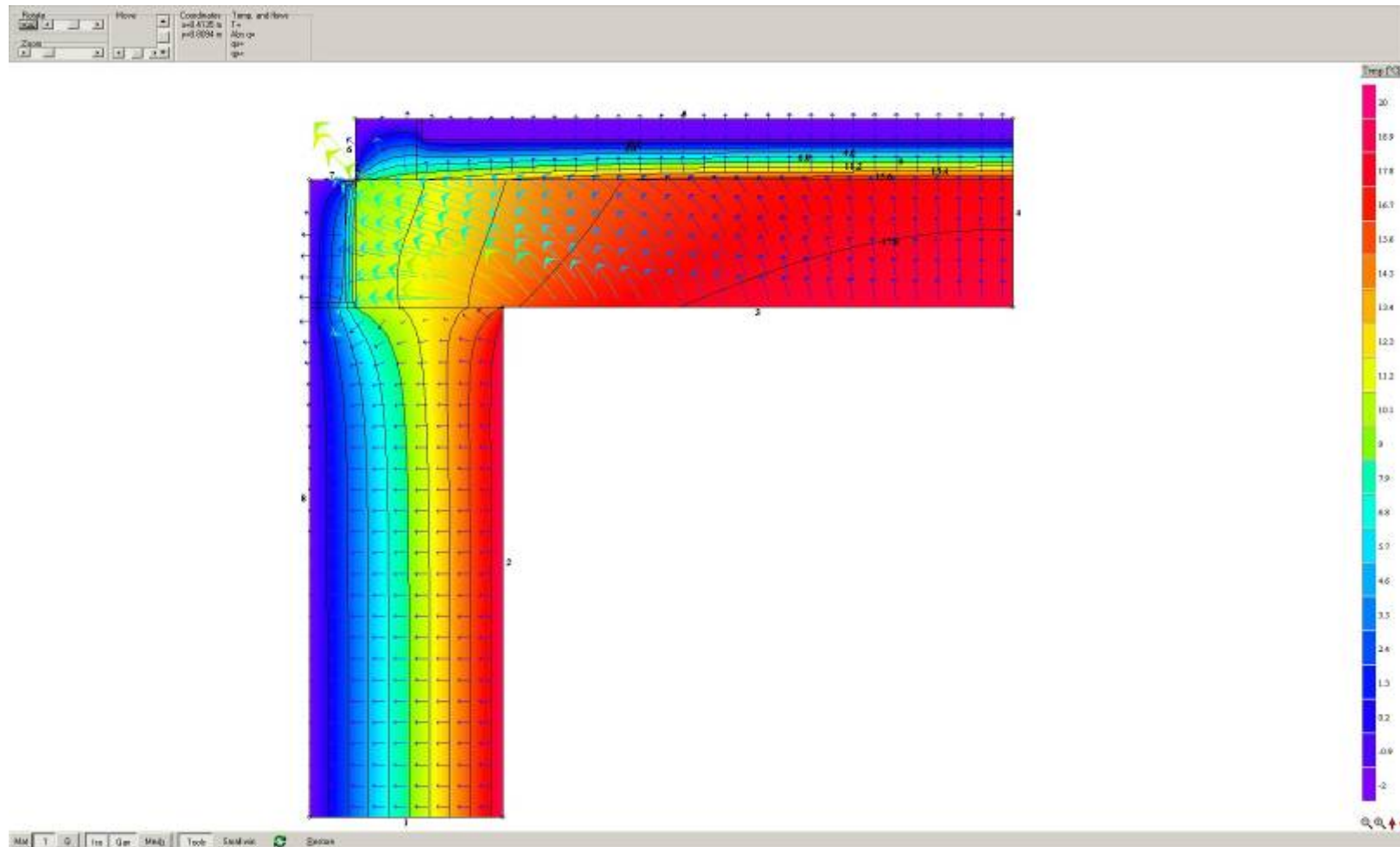


Példák

alul hőszigetelt zárófödém



alul hőszigetelt zárófödém, falsarokban frsi=14C fok



Példák

alul hőszigetelt zárófödém, falsarokban frsi=14C fok

YTONG



Példák

alul hőszigetelt zárófödém, falsarokban frsi=14C fok

YTONG



Példák

alul hőszigetelt zárófödém, falsarokban frsi=14C fok

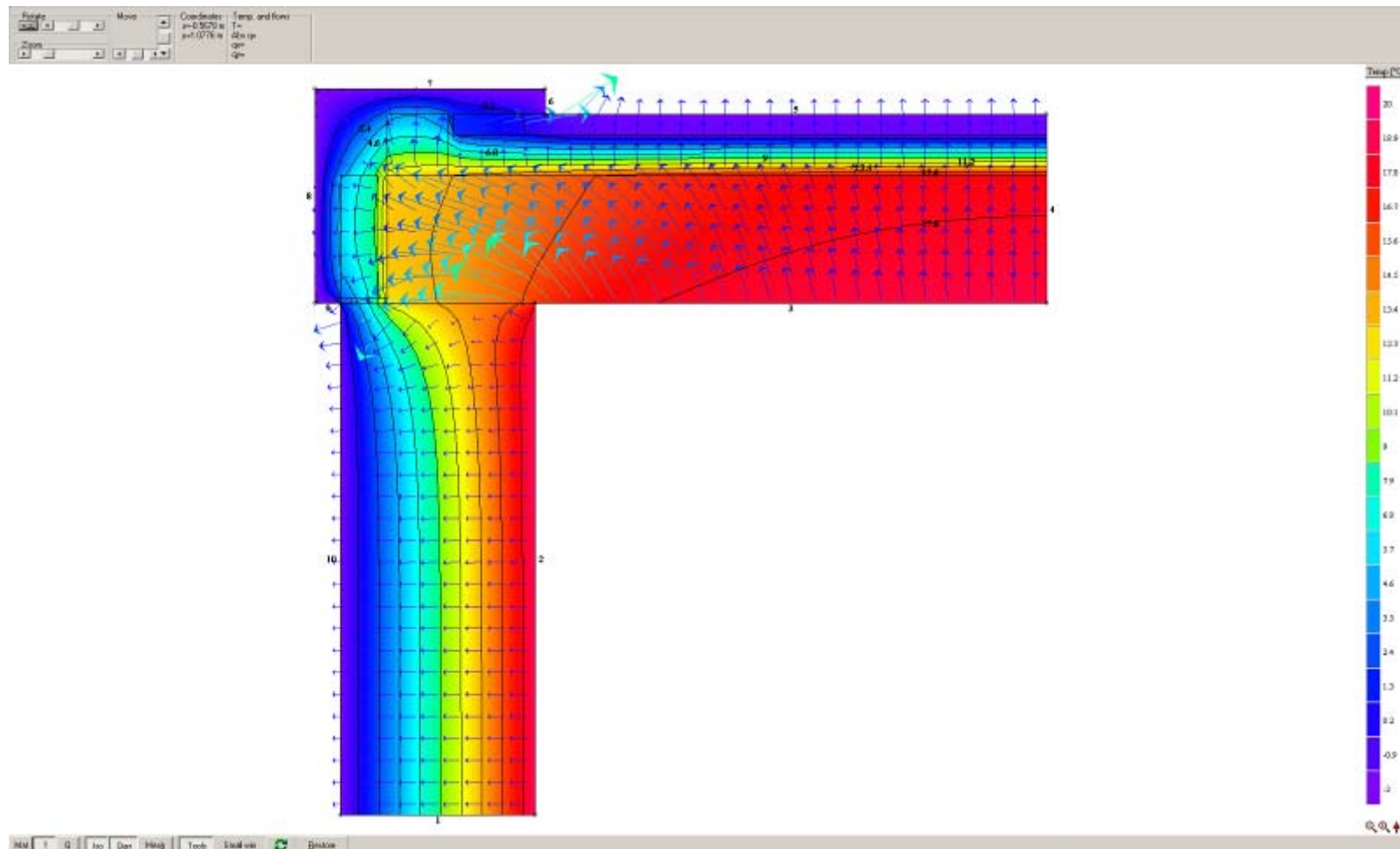
YTONG



Példák

alul hőszigetelt zárófödém, utólagos megoldással falsarokban frsi=17C fok

YTONG



Példák

Padlástérben vezetett hőszigeteltlen védőcsőben futó elektromos vezeték

YTONG



Példák

Szakszerűtlenül kivitelezett fafödémek

YTONG

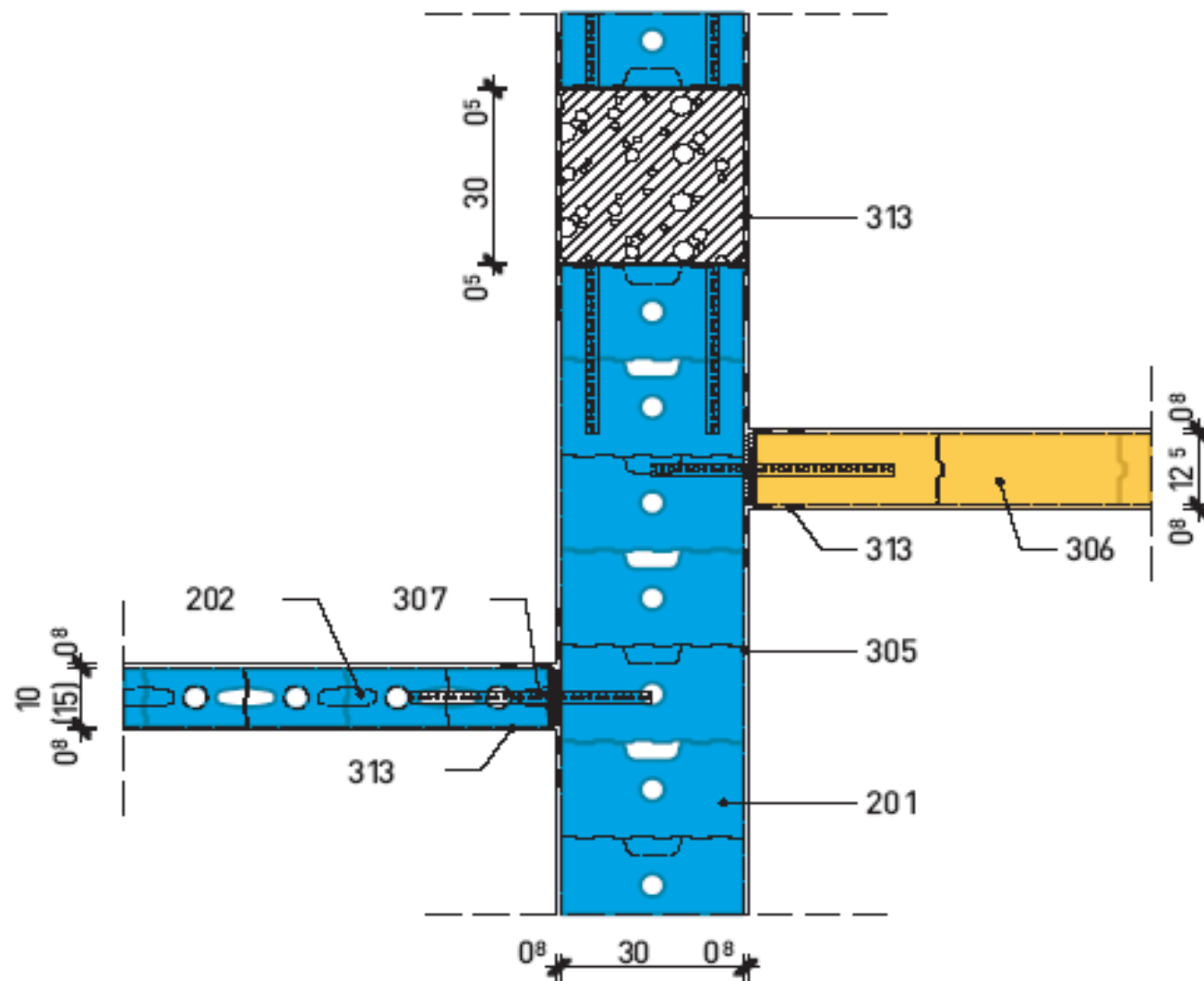


Példák, hogy egy kis akusztika is legyen

Vasbeton pillér - fal - válaszfal csatlakozása

YTONG

- 106 - YTONG Pve válaszfal elem
- 202 - Silka válaszfal elem
- 305 - YTONG beltéri vakolat
- 306 - YTONG kültéri vakolat
- 307 - Hilti - szalag
- 313 - vakolaterősítő háló



Példák, hogy egy kis akusztika is legyen

Lakáselválasztó falak

YTONG



Méretpontos elemek, vékony habarcs, tömör falazat !

Példák, hogy egy kis akusztika is legyen

Lakáselválasztó falak, pillér kapcsolat?

YTONG



Példák, hogy egy kis akusztika is legyen

Lakáselválasztó falak, rossz megoldás

YTONG



Példák, hogy egy kis akusztika is legyen

Lakáselválasztó falak

YTONG



csatlakozás falhoronyba!

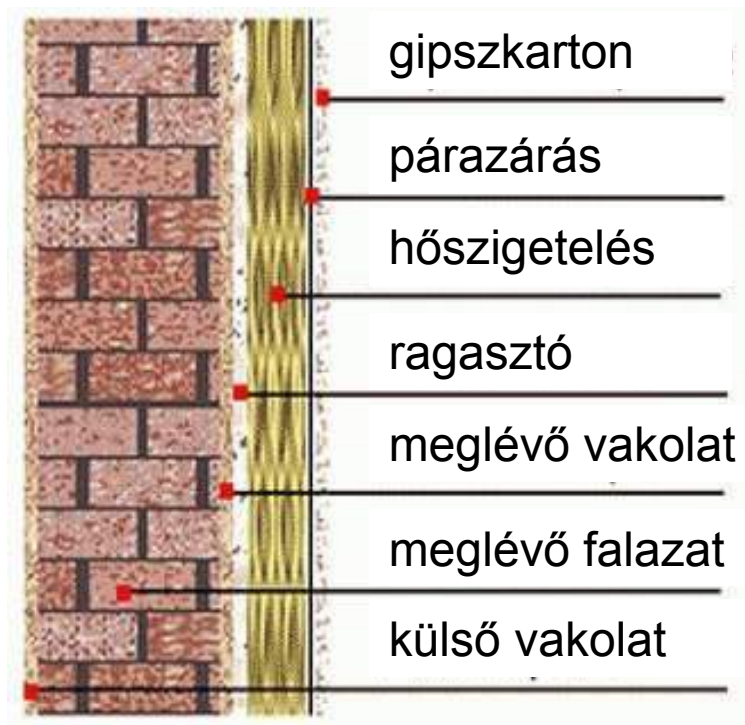
Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

YTONG

- Általában külső oldali homlokzati hőszigetelőrendszert alkalmazunk
 - Így csökken a hőveszteség, a falszerkezet pedig hőtárolóként dolgozik
- ⇒ De mi történik, ha a homlokzatot nem szabad vagy nem lehet megváltoztatni?
- Műemlékvédelem
 - Szomszédjogok
 - Homlokzati díszek, kő-, téglaburkolat



A klasszikus eset ...



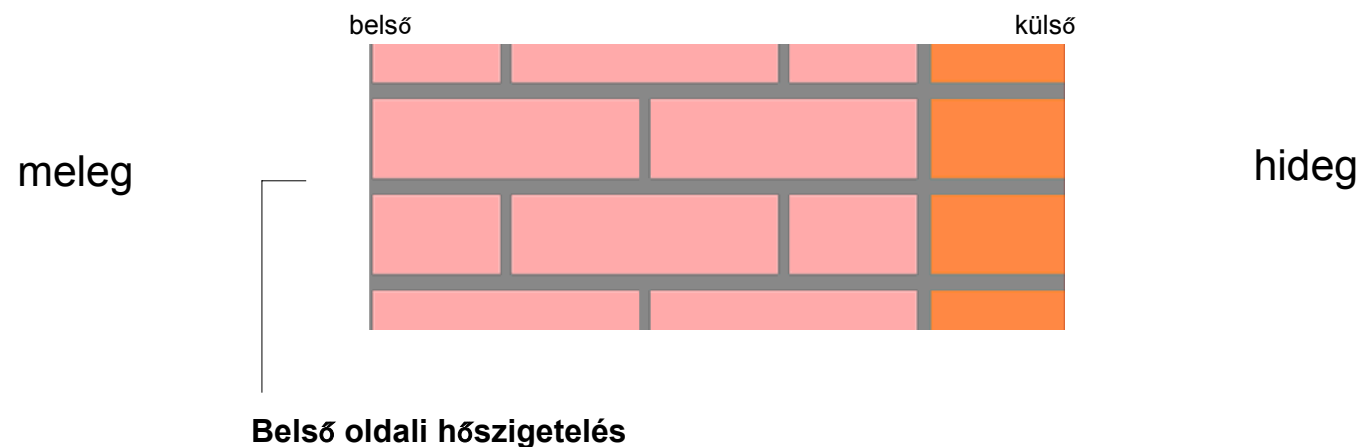
...és lehetséges következményei



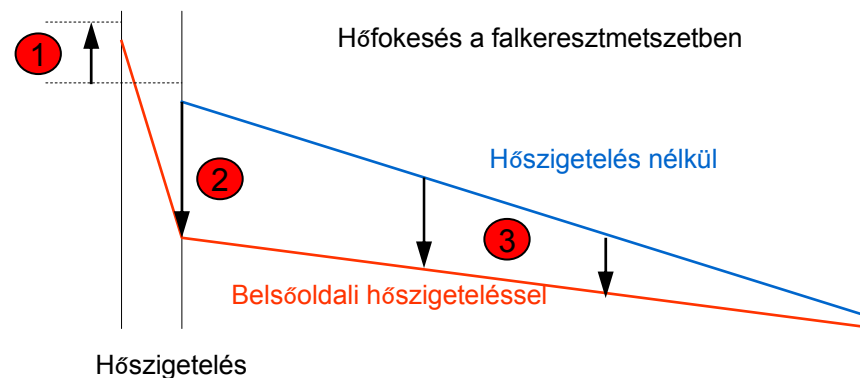
Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Miért jelenthet épületfizikai problémát?

YTONG

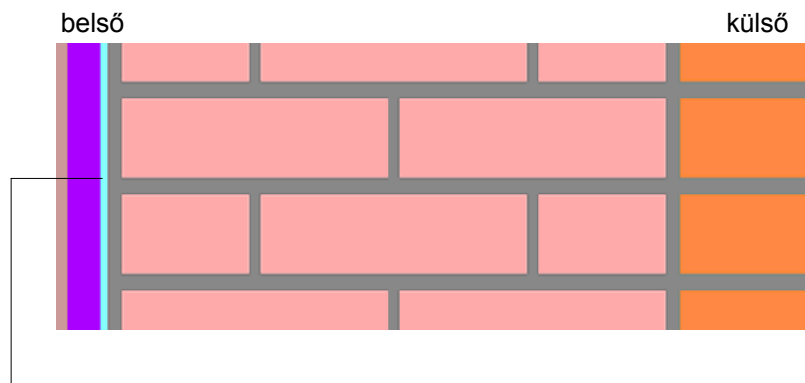


- 1 Magasabb felületi hőmérséklet = alacsonyabb rel. nedvesség a belső oldalon
- 2 Alacsonyabb hőmérséklet a hőszigetelés hideg oldalán = Kondenzáció veszély
- 3 Száradási potenciál csökkenése = Magasabb nedvességtartalom a szerkezetben, fagyveszély



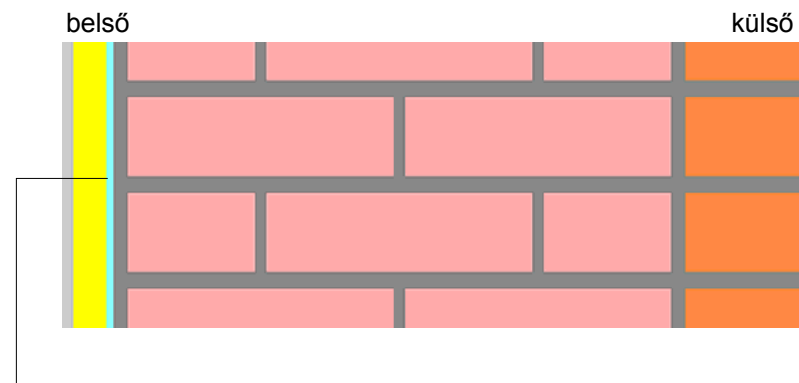
Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés Megoldás?

YTONG



1. Üveghab hőszigetelés

- 10mm beltéri vakolat
- 30mm párazáró/vízzáró
- 4mm ragasztóhabarcs
- ...



2. Kálciumszilikát hőszigetelés

- 10mm beltéri vakolat
- 30mm páraáteresztő/kapilláraktív
- 4mm ragasztóhabarcs
- ...

	Density	Specific heat capacity	Thermal conductivity	Vapour diffusion resistance	Water content at 80% R.H.	Capillary saturation	Water uptake coefficient
Symbol	ρ	c	λ_R	μ_{dry}	θ_{80}	θ_{cap}	A_w
Unit	kg / m ³	J / kgK	W / mK	-	m ³ /m ³	m ³ /m ³	kg / m ² s ^{0.5}
Historical brick	1700	840	0.850	9		0.320	0.25
LC-plaster	1800	1050	1.05	21		0.250	0.052
Cellular glass	200	1470	0.045	70000	2e-4	0.001	0
Glue mortar	1516	1000	0.700	32		0.300	0.012
Clay plaster	1700	1000	0.870	12		0.300	0.052
Calcium silicate	270	1000	0.065	5	0.006	0.820	1.24
Clinker	2100	920	0.960	25	0.008	0.180	0.03

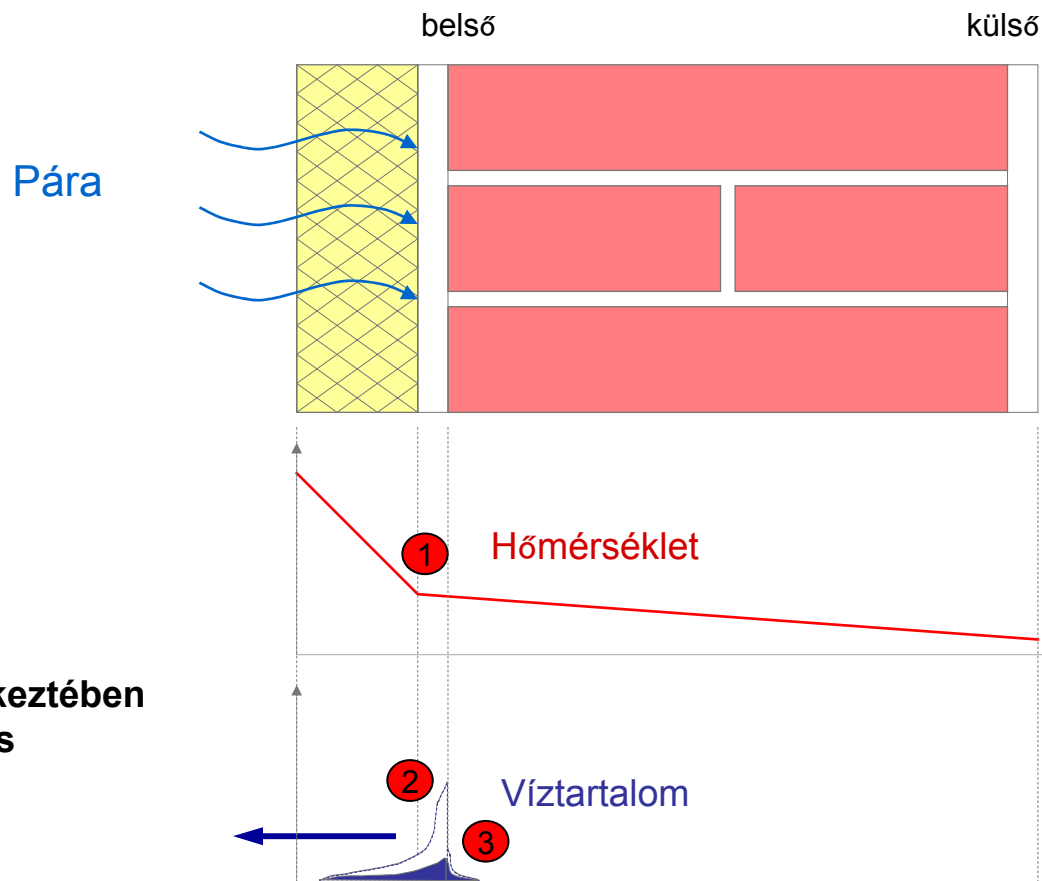
Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Megoldás kapilárisan aktív és páraáteresztő hőszigeteléssel

YTONG

- 1 Alacsony hőmérséklet a hőszigetelés hideg oldalán
- 2 Kondenzáció a szerkezetbe jutó pára hatására
- 3 Gyors kiszáradás a kapilláris erő hatására

A gyors száradás következtében megelőzi a magas lokális nedvességcsúcsokat



Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Esettanulmány, tömör téglafalazat

YTONG

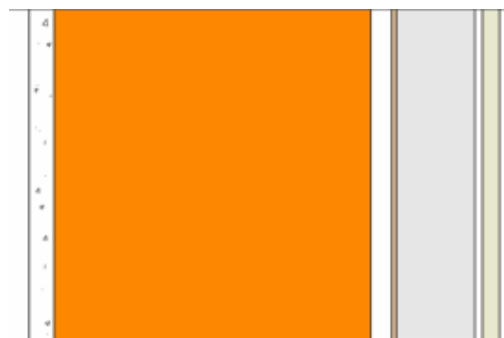
Tömör belső oldali hőszigetelés párazáró fólia nélkül

Rétegrend:

Anyagok	Vastagság
Kültéri vakolat MG IIa	20 mm
Tégla falazat, $\lambda_R = 0,80 \text{ W/(mK)}$	240 mm
Beltéri vakolat MG II	15 mm
Ragasztóréteg	3 mm
Ásványi hőszigetelő lap	60 mm
Felületerősítés	5 mm
Felületképzés	3 mm

Hőszigetetlen eredmény:

$U = 2,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



**MULTIPOR belső oldali
hőszigeteléssel**

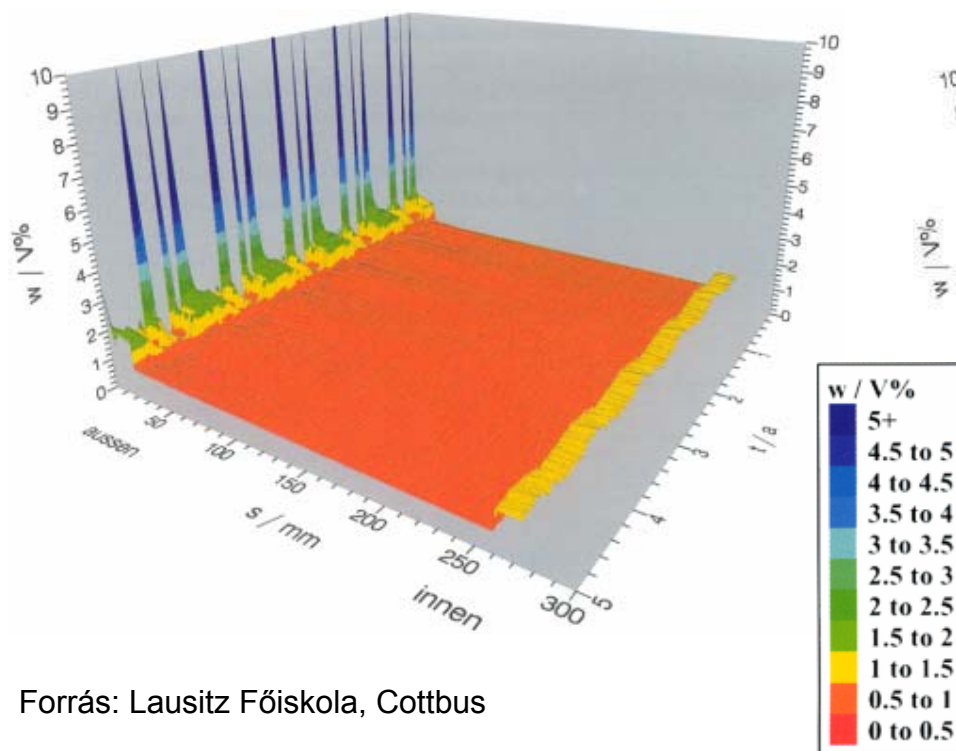
$U = 0,56 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Esettanulmány, nedvességtartalom a szerkezetben

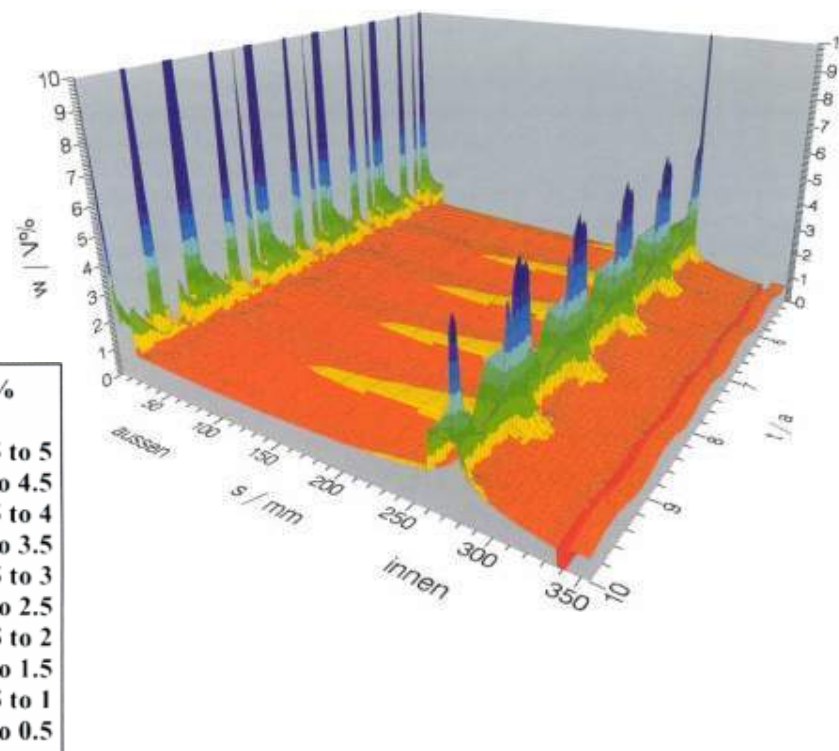
YTONG

Hőszigetetlen (1 - 5 év)
 $U = 1,91 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Forrás: Lausitz Főiskola, Cottbus

MULTIPOR belső hőszigeteléssel (6 - 10 év)
 $U = 0,59 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Ytong Multipor - ásványi hőszigetelő lapok

Jellemzők

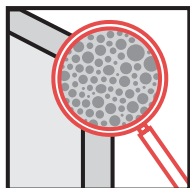
YTONG

Méretek:	600 x 390 mm
Vastagság:	d = 50/ 60/80 /100/120/140/160/180/ 200 mm
Testsűrűség:	$\rho = 115 \text{ kg/m}^3$
Nyomószilárdság:	$\geq 0,35 \text{ N/mm}^2$
Húzószilárdság:	$\geq 0,08 \text{ N/mm}^2$
Tűzállóság:	nem éghető A1 euro osztály
Profilozás:	sima
Hővezetési tényező:	$\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$
Páradiffúzió:	$\mu = 3$ (YTONG P2-0,5 $\mu = 6$)
Szorpciós vízfelvétel:	$\leq 6 \text{ m\%}$ (23° C 80% rel. páratartalom)
Összenyomódás:	$\leq 1 \text{ mm}$ (1000 N nyomóerő hatására)

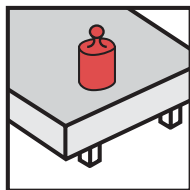
Ytong Multipor – Tulajdonságok

Ásványi, tömör, teherbíró

YTONG



- ▮ 100% ásványi alapanyagok
- ▮ (homok, mész, cement és pórusképző)
- ▮ Tömör tartóváz az ásványi Tobermoritnak köszönhetően
- ▮ Nem tartalmaz rostokat
- ▮ Nem tartalmaz szintetikus alkotókat



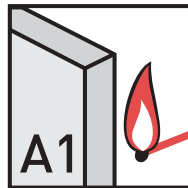
- ▮ Testsűrűség $\leq 115 \text{ kg/m}^3$
- ▮ Nyomószilárdság $\geq 350 \text{ kPa}$
- ▮ Húzószilárdság $\geq 80 \text{ kPa}$



Ytong Multipor – Tulajdonságok

Tűzállóság

YTONG



- Nem éghető
- A1 euro osztály
- Nem fejleszt mérgező gázokat égés során
- Nagyon lassú felmelegedés

FELS-WERKE GmbH
Brown-Bovell-Straße 6/4/24
A-2351 Wiener Neudorf

MAGISTRAT DER STADT WIEN
MA 39 – VFA
MAGISTRATSABTEILUNG IN
VERKEHR UND FORSCHUNGSANSTALT DER STADT WIEN
gegründet 1875
AKKREDITIERTE PRÜF- UND ÜBERWACHUNGSSTELLE
A 1150 Wien, Ringgasse 15
Nachruf: +43 (0)1 795 14 8030 oder 024
Telefax: +43 (0)1 795 14 8030 oder 024
Internet: E-Mail: post@ma39-wien.gv.at

MA 39 – VFA 2002-1220.01

Wien, 28. Oktober 2002

Klassifizierungsbericht

ZUM

**Brandverhalten einer Mineraldämmplatte mit der Bezeichnung „MD“
(Rohdichte ca. 115 kg/m³)**

Antragsteller: FELS-WERKE GmbH

Antragsdatum: 9. Juli 2002

Prüfgut: Mineraldämmplatte mit der Bezeichnung „MD“ mit einer Rohdichte von 115 kg/m³, beschrieben in den folgenden, der Klassifizierung zugrunde gelegten Prüfberichten

MA 39 – VFA 2002-1220.02
(Prüfung gemäß ÖNORM EN ISO 1716)
MA 39 – VFA 2002-1220.03
(Prüfung gemäß ÖNORM EN ISO 1182)

Kurzbeurteilung: In Übereinstimmung mit dem Abschnitt 10.8 der ÖNORM EN 13501-1 wird das oben angegebene Bauprodukt bezüglich seines Brandverhaltens mit A1 klassifiziert.

Der Bericht umfasst 3 Seiten.

AP 69

Prüfingenieur: MA 39 – VFA 2002-1220.01

Prüfungstermin: Montag bis Freitag 7.30 – 15.30 Uhr

Prüfungsort: Ringgasse 15, 1150 Wien

Prüfungsergebnis: A1

Prüfungstermin: Montag bis Freitag 7.30 – 15.30 Uhr

Prüfungsort: Ringgasse 15, 1150 Wien

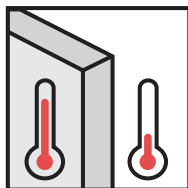
Prüfungsergebnis: A1



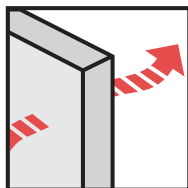
Ytong Multipor – Tulajdonságok

Páratechnika

YTONG

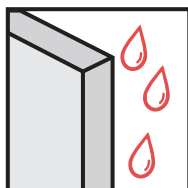


↪ Hővezetés $\lambda_{\text{tervezési}} = 0,045 \text{ W/(mK)}$



↪ Porózus („lélegző“)

↪ Páraátbocsátás $\mu = 3$



↪ Vízfelvétel:

▪ rövid idejű merítés $W_P = 2,0 \text{ kg/m}^2$

▪ hosszú idejű merítés $W_{PL} = 3,0 \text{ kg/m}^2$

↪ Víztaszító (szilikon zsír)

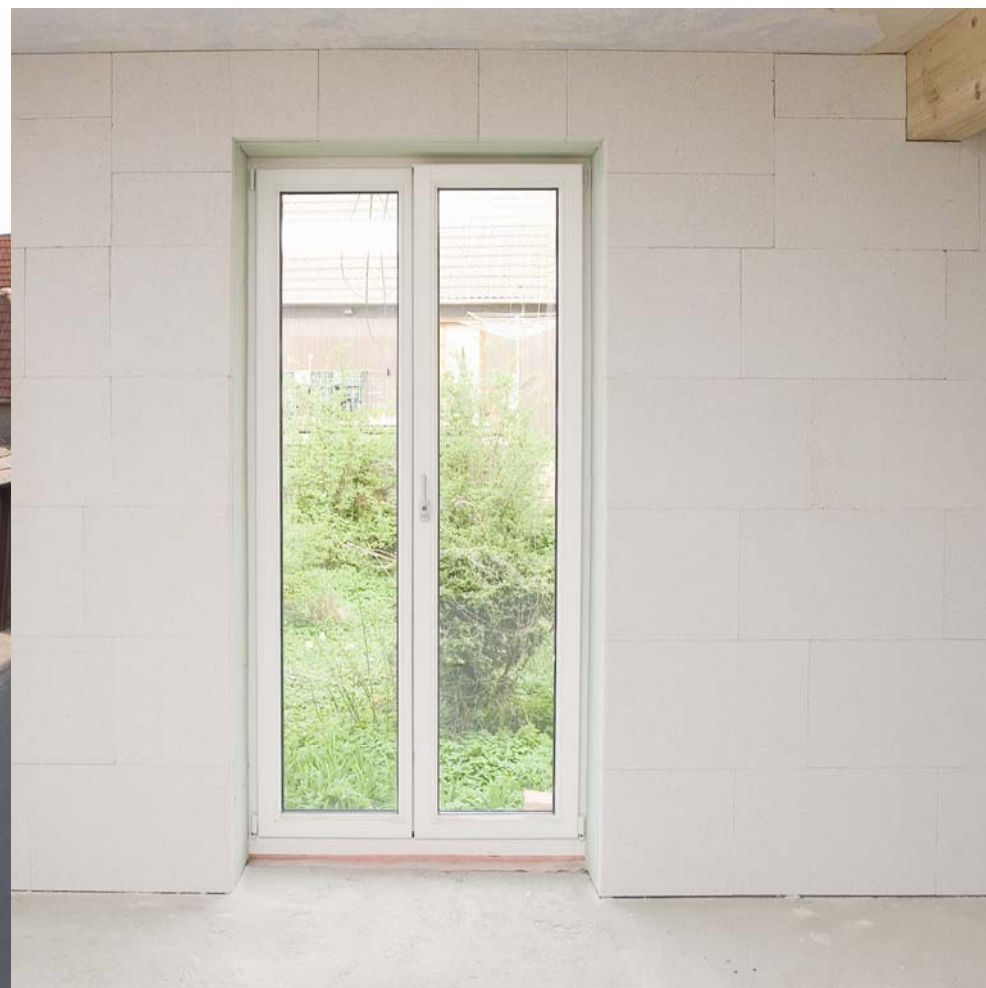
↪ Felületkezelt



Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Németország, műemlék épület

YTONG



Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Gödöllő, passzív lakás

YTONG



Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Budapest, sorházi szomszéd garázs túloldalán gyerekszoba

YTONG



Ytong Multipor – belső oldali fal hőszigetelés

Kecskemét, panellakás

YTONG



Köszönöm a figyelmet!