

Mellékletek

I. Melléklet - A felhasznált belső hőszigetelő termékek műszaki adatlapjai

a. **XELLA Multipor** Forrás: xella.com Teljes műszaki adatlap elérhető [itt](#).

Műszaki adatok - Multipor

Termékadatok - Multipor ásványi hőszigetelő lapok, rendszer ragasztóhabarcs

Termék	Multipor hőszigetelő lapok				Multipor ragasztóhabarcs	
Testsűrűség	115 kg/m³				~ 770 kg / m³	
Nyomószilárdság	≥ 350 kPa				CS II: 1,5-5,0 N/mm²	
Hővezetési tényező	λ _{10, száraz} = 0,045 W/(mK)				λ = 0,18 W/(mK)	
Páradiffúziós ellenállás	μ = 3				μ ≤ 10	
Tűzállósági besorolás	A1, nem éghető				A2, nem éghető	
Méretek / Kiszerezés	600 × 390 × 50	144 db/rakat	4,27 db/m²	20 kg/zsák 40 zsák/raklap		
	600 × 390 × 80	90 db/rakat	4,27 db/m²			
	600 × 400 × 100	72 db/rakat	4,16 db/m²			
	600 × 400 × 120	54 db/rakat	4,16 db/m²			
	600 × 400 × 150	48 db/rakat	4,16 db/m²			
	600 × 390 × 180-260 [20 mm méretlépcsőben]		4,27 db/m²			
Kiadósság	–	–	–	3,5-4,5 kg / m² / réteg		
Keverővíz szükséglet	–	–	–	8 l/20 kg		
Bedolgozhatóság	–	–	–	5 °C és 25 °C között: 1,5 óra		

Multipor ragasztóhabarcs

Termék	Kiszerezés				Keverővíz szükséglet	Kész keverék mennyiség
	(kg/zsák)	(l/zsák)	(kg/raklap)	(zsák/raklap)	(l/zsák)	(l/zsák)
Multipor ragasztóhabarcs	20	50	700	40	8	30

Forrás: xella.com Teljes műszaki adatlap elérhető [itt](#).

b. Stecio Internal - Farost

Characteristic values STEICO^{internal}

Produced and supervised according	EN 13171
Board designation	WF – EN 13171 – T4 – CS(10\Y)50 – TR2,5 – AFR 100
Edge profile	T & G/square edged
Fire class according to EN 13501-1	E
Declared thermal conductivity λ_D [W/(m*K)]	0,038
Declared thermal resistance R_D [(m²*K)/W]	1.05 (40)/1.55 (60)/2.10 (80)
Density [kg/m³]	ca. 160
Water vapour diffusion resistance factor μ	5
s_d value [m]	0.2 (40)/0.3 (60)/0.4 (80)
Specific heat capacity c [J/(kg*K)]	2.100
Compression strength [kPa]	50
Raw material	wood fibre, bond between layers
Waste code (AVV)	170201, Disposal like timber and timber products

Forrás: steico.com. Teljes műszaki adatlap elérhető [itt](#).

c. Fújt cellulóz

Tab. ⁽¹⁾ 1

DE Wesentliche Merkmale /EN Essential characteristics /FR Caractéristiques essentielles /NL Essentiële kenmerken /PL Zasadnicze charakterystyki /CS Základní charakteristiky /ES Características esenciales /IT Caratteristiche essenziali	DE Leistung /EN Performance /FR Performances /NL Prestatie /PL Właściwości użytkowe /CS Hodnoty /ES Prestaciones /IT Prestazione	HTS ⁽²⁾
DE Brandverhalten, Klasse /EN Reaction to fire, class /FR Réaction au feu, classe /NL Brandreactie, klasse /PL Odporność ogniowa, klasa /CS Reakce na oheň, třída /ES Reacción al fuego, clase /IT Reazione al fuoco, classe	E $\rho^{(3)} = 30-60 \text{ kg/m}^3$	ETA-12/0011
DE Resistenz gegen Schimmelwachstum /EN Resistance to the growth of mould /FR Résistance à la croissance de moisissure /NL Weerstand tegen schimmelgroei /PL Odporność na rozwój pleśni /CS Odolnost proti rozvoji plísní /ES Resistencia al enmohecimiento /IT Resistenza allo sviluppo delle muffe	DE Bewertungsstufe 0 /EN Evaluation level 0 /FR Niveau d'évaluation 0 /NL Testresultaat 0 /PL Wynik badania 0 /CS Výsledek zkoušky 0 /ES Resultado de la prueba 0 /IT Esito delle prove 0	

DE Wärmeleitfähigkeit /EN Thermal conductivity /FR Conductivité thermique /NL Thermische geleidbaarheid /PL Przewodność cieplna /CS Součinitel tepelné vodivosti /ES Conductividad térmica /IT Conduttività termica	$\lambda_D 0,038 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ $\rho = 30-60 \text{ kg/m}^3$
DE Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl /EN Water vapour diffusion resistance coefficient /FR Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau /NL Weerstand tegen waterdampdiffusie coëfficiënt /PL Współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej /CS Součinitel difúzního odporu vodní páry /ES Coeficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua /IT Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo	$\mu = 1-3$
DE Metallkorrosion fördernde Eigenschaft /EN Corrosion-developing capacity /FR Capacité de développement de la corrosion /NL Eigenschappen die de corrosie van metalen versnellen /PL Właściwości przyspieszające korozję metali /CS Vlastnosti zrychlující korozi kovů /ES Capacidad de desarrollo de corrosión /IT Proprietà di accelerazione del processo di corrosione dei metalli	NPD ⁽⁴⁾
DE Setzmaß durch Stoßanregung /EN Settling under impact excitation /FR Tassement sous impact /NL Verzakking door impact /PL Osiadanie przez spowodowanie uderzenia /CS Sedání způsobené otřesy /ES Asentamiento bajo impacto /IT Cedimento causato da un urto	$\leq 15\%$ $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$, $T^{(5)} \leq 300 \text{ mm}$
DE Setzmaß unter Schwingungen im Wandhohlraum /EN Settling under vibration in the wall cavity /FR Tassement sous vibration en cavité de murs /NL Verzakking in de holle ruimtes van wanden als gevolg van trillingen /PL Osiadanie w pustych przestrzeniach ścian na skutek wibracji /CS Pokles v prázdných prostorech stěn v důsledku vibrace /ES Asentamiento bajo vibración en cavidades de muros /IT Cedimento tra gli spazi vuoti delle pareti a seguito di una vibrazione	SC 0 $\rho \geq 35 \text{ kg/m}^3$, $T \leq 240 \text{ mm}$
DE Setzmaß unter definierten Klimabedingungen /EN Settling under defined climatic conditions /FR Tassement sous conditions climatiques définies /NL Verzakking onder gedefinieerde klimatologische omstandigheden /PL Osiadanie w zdefiniowanych warunkach klimatycznych /CS Usazování v definovaných klimatických podmínkách /ES Asentamiento en condiciones climáticas determinadas /IT Cedimento in condizioni climatiche definite	$\leq 10\%$ $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}/(90 \pm 5) \text{ r.F.}$ $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$
DE Kritischer Feuchtegehalt /EN Critical moisture content /FR Taux d'hygrométrie critique /NL Kritische relatieve vochtigheid /PL Krytyczna wilgotność względna /CS Kritická relativní vlhkost /ES Humedad relativa crítica /IT Umidità relativa critica	NPD ⁽⁴⁾
DE Strömungswiderstand /EN Air flow resistivity /FR Résistivité à l'écoulement de l'air /NL Stromingsweerstand /PL Opór przepływu /	$\geq 5,0 \text{ kPa}^{\circ}\text{s/m}^2$

Forrás: steico.com. Teljes műszaki adatlap elérhető itt.

II. Melléklet - Egyéb módszerek a hőszigetelés teljesítményének megbecsülésére

Glaser módszer

A Glaser módszer a zárt szerkezetek higrikus tervezésének analóg módszere. Az elve a téli kicsapódó kondenzvíz mennyiségnek és a nyári párolgás mértékének a meghatározásán alapul.

A módszer az alábbi öt lépésből áll:

1. Az álló hőmérsékletprofil meghatározása
2. A telítési gőznyomás görbe meghatározása a hőmérsékletekből
3. A kondenzátum mennyiségének meghatározása grafikusán vagy matematikailag
4. A páradiffúziós áramlások számítása nyári és téli esetre.
5. A kondenzátum és a párolgás mennyiségének kiszámítása, és összehasonlítása a kritériumokkal.

Ez a módszer külső oldali szigeteléseknél megfelelő lehet az esetek túlnyomó többségében, viszont számos közelítést alkalmaz az egyszerűség és a biztonság javára, és olyan mértékű kondenzátum mennyiséget mutat a belső oldali szigeteléseknél, ami veszély valójában nem lép fel.

Ezek a közelítések az alábbiak:

- stacioner módszer - a hőmérsékleti mező állandó marad, nem figyeli a változó beltéri és kültéri klímát
- a hőáramlást egydimenziósnek tekinti
- a hő- és a páravezetési tényezők egyéb fizikai állapotváltozóktól, például nedvességtartalomtól függetlenül állandók maradnak
- nem számol az anyagok vízfelvevő képességével, és hogy az anyagban a kondenzátum kapillárisan szétoszlik, ezáltal gyorsabban elpárolog
- a szerkezetben áramló levegőt, és vízgőzt figyelmen kívül hagyja
- a párolgást és a vízfelvételt időszakosnak tekinti, és periodikusan kezeli, pedig ezek a folyamatok egyszerre is végbemennek

Számoló szoftverek - COND eljárás

A COND az épületburkolatok szerkezeteinek higrotermikus értékelésére alkalmas szoftver. A számítási módszer figyelembe veszi az szerkezeten belüli páralecsapódást és ezzel a kondenzvíz eloszlását. Ezért az épületburkolatok értékelése közelebb áll a valósághoz, mint a hagyományos gőznyomás-séma, vagyis a Glaser módszer.

A COND azonban nem szimulációs eszköz (ellentétben a Delphinnel). Nem tudja kiszámítani a valós hőmérsékleti és nedvességmezőket az építményben. A Glaser módszerhez hasonlóan azonban olyan becsléseket tud nyújtani, amelyek hasznosak az épület burkolatának és teljesítményének adott éghajlati viszonyok melletti értékeléséhez, valamint a nedvességkárosodási veszélyek előrejelzéséhez.

III. Melléklet - A DIN szabvány által meghatározott kritériumok részletes leírása

Fagykárosodás

DIN 4108-3 D7.5, 2018:

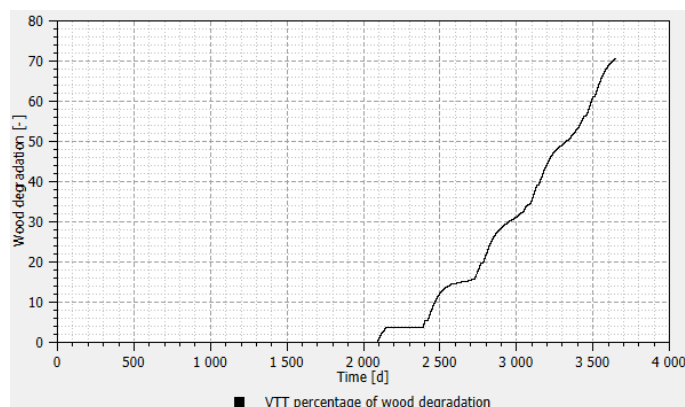
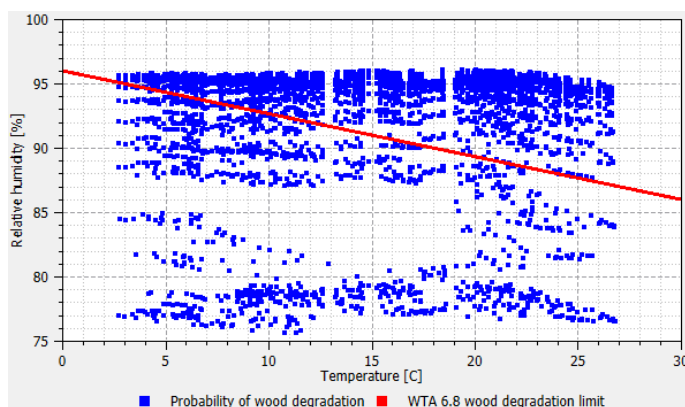
- Az adott anyag pórusainak nedvességgel telítettségi aránya meghaladja a 30%-ot (nem érvényes 95%-nál kisebb egyensúlyi páratartalom esetében).
- A hőmérséklet alacsonyabb -5°C -nál

A vizsgálat általában a külső oldali rétegekre, valamint az azt tartó szerkezetekre terjed ki. (például vakolat-tégla) Az adott réteg legfelső 10mm-ét kell megvizsgálni.

Fa károsodás

DIN 4108-3 (2018) D.7.4:

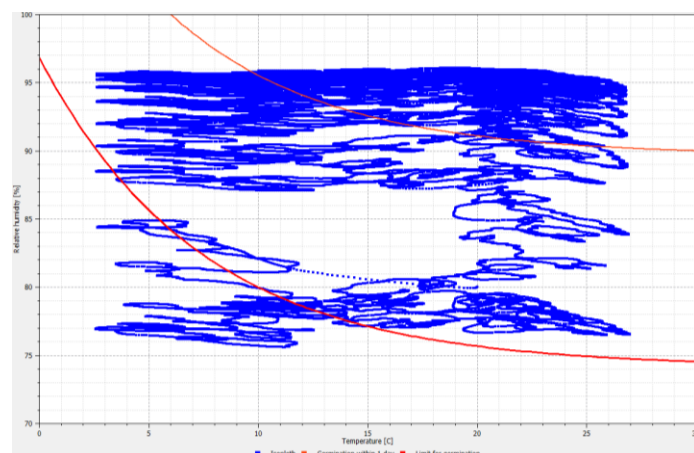
- A fa nedvességtartalma nem haladhatja meg a 20 M%-ot (tömegszázalékot)
 - kivéve az első 3 hónapban (itt a szabvány elnéző)
 - a fa táblák 3 centiméteres vastagságig külön felmérést igényelnek például WTA wood degradation modellel



Penészesedés

DIN 4108-3 D.7.6

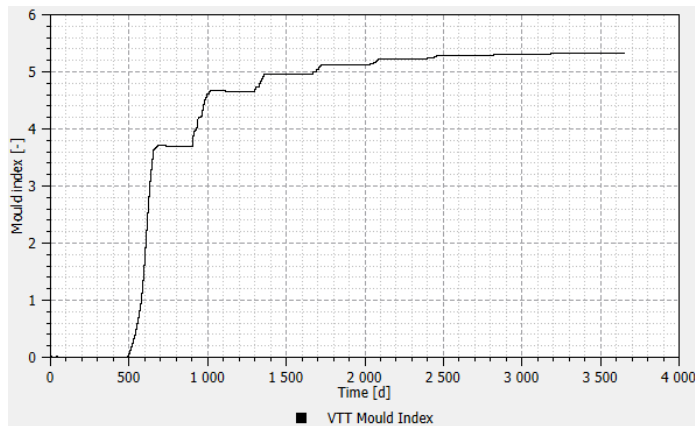
Jelenleg a német szabvány csak a minimum hőszigetelésről rendelkezik a DIN 4108 alapján. Itt csak azt vizsgálja, hogy a felszíni páratartalom nagyobb-e 80%-nál. Ebben az esetben nő a penész kockázata. Meg kell jegyezni, hogy ez a modell egy stacionárius állapot vizsgál, és sokat hibázik a biztonság javára.



A penészesedésen kívül a fakárosodás is problémát okoz. Ennek vizsgálatára a WTA, és a VTT wood degradation (faanyag tönkremenetel) modellt fogjuk használni, ami nagyon hasonlóan működik mint a penészesedésnél használt modellek. Az első képen a vonal feletti értékek okoznak problémát, a második diagram pedig a károsodás mértékét adja meg. Mivel a szerkezet nem tud kellően kiszáradni, a magas páratartalom 6 év után komoly károsodásokat okoz a fában.

A penészesedés vizsgálatára az Isopleth diagramot használjuk. A mérést a nyílászáró tokszerkezete és a téglafal csatlakozásánál végeztük a tokszerkezet sarkában. A mért értékeket a program egy diagramon helyezi el a relatív páratartalom és a hőmérséklet függvényében. A diagramhoz tartozik egy kísérleti

alapon kimért referenciavonal is. Ha az értékek a vonal fölött vannak, fellép a penészesedés kockázata.



Az Isoplethek alapján a VTT modell hozzárendel egy 0-6-ig terjedő penészesedési idexet a szerkezethez az idő függvényében. A mellékelt ábrán láthatjuk, hogy a penészesedés 1,5 év után robbanásszerűen, és visszafordíthatatlanul fellép.

A VTT modell kockázati szintjei:

- 0 - nincs penész növekedés
- 1 - mikroszkóposan látható, kezdetleges növekedés
- 2 - mikroszkóposan látható növekedés, hifa kolóniák formálódása
- 3 - makroszkóposan látható növekedés kevesebb mint 10%-os lefedéssel, spórázás kezdete
- 4 - makroszkóposan látható növekedés kevesebb mint 50%-os lefedéssel
- 5 - látható micélium több mint 50%-os lefedéssel
- 6 - közel 100%-os lefedés

IV. Melléklet - A Delphin által alkalmazott egyszerűsítések listája

- a. Hődiffúziós, diffúziós termikus folyamatok (meleg levegő felfelé áramlik), és belső energiatermelés kompresszió és sűrűsödés következtében.
- b. Elektromos mezők hatása (a gravitáció az egyetlen térfogati erő).
- c. Turbulens áramlások, a folyadékfázis (kapilláris víz) és a gázfázis kizárólag
- d. laminárisan (rendezetten) mozog a pórusrendszeren keresztül.
- e. A légnyomásmező időbeli változása előre meghatározott időlépcsőn belül, 1-10 perc nagyságrendben van számolva.
- f. Csak lamináris levegőáramlás megengedett az üregeken (hézagok, rések,
- g. szerkezeti kisebb légüregek) keresztül.
- h. A fázisok között minden diszkrétizált térfogatelemben termodinamikai
- i. egyensúly van, azaz azonos hőmérséklet (pl. átfolyáskor), azonos nyomás
- j. és párolgási egyensúly áll fenn.
- k. A nedvességtároló funkció hiszterézisét (azt a tulajdonságot, hogy késleltetve reagálnak az őket ért hatásokra) figyelmen kívül hagyják.
- l. Az anyagtulajdonságok minden diszkrétizált térfogatelemben homogének.
- m. A transzport tulajdonságai izotrópok, nincs irányfüggés.

V. Melléklet - Épületelemzés Therakles energiamérleg szimulációhoz

Épületelemzés Therakles energiamérleg szimulációhoz	
---	--

cím	1136 Budapest, Hegedűs Gyula u. 21
építés éve	1895
szintek száma	pince + földszint, magasföldszint együtt (üzleteknek) + 4 szint + padlás
megjegyzések	zártosorú, egyoldaltól nyitott beépítés
	felfelé csökkenő főfalméreték és belmagasság
szerkesztés	két különálló lépcsőház
	belső udvaros
	majdnem egyforma lakások az emeleteken (felfelé növekvő alapterület)
lakások szintenként	6

6. lakás	udvari homlokzat	alapterület (m2)	67,56
		belmagasság (m)	3,85
		légműbméter (m3)	260,10
	utcai homlokzat	homlokzatzfelület (m2)	34,46
		nyílászárók felülete (m2)	15,20
		nyílászárók határvonalai (fm)	42,20
	egyéb (lépcsőházi és lichthof) homlokzatok	homlokzatzfelület (m2)	-
		nyílászárók felülete (m2)	-
		nyílászárók határvonalai (fm)	-
		homlokzatzfelület (m2)	11,47
		nyílászárók felülete (m2)	2,00
		nyílászárók határvonalai (fm)	10,00