



László Gabriella, Kuti Rajmund

LAKÓÉPÜLETEK HOMLOKZATI TŰZTERJEDÉSÉNEK KOCKÁZATAI

Absztrakt

Jelen cikk szerzőinek célja, hogy összefoglalják a lakóépületek tűzterjedéssel kapcsolatos veszélyeit, a homlokzati tűzterjedés aspektusából. Bár hazánkban, a hatályos jogszabályokban és irányelvekben évről-évre szigorodnak a homlokzati hőszigetelések alkalmazhatóságára vonatkozó szabályozások, még mindig gyakran fordulnak elő lakástűzek, melyek rendszerint át is terjednek a homlokzatra. Emellett a homlokzati tűzterjedésre vonatkozó szabályok nagyon különbözőek Európán belül, ami gyártói szemszögből komoly problémát jelent, valamint van egy olyan tényező, mellyel egyik ország szabályozása sem foglalkozik, ez pedig a sugárzó hő hatása.

Kulcsszavak: lakóépületek, homlokzati tűzterjedés, éghető homlokzati hőszigetelések, polisztirolok, sugárzó hő

RISKS OF FIRE SPREAD IN RESIDENTIAL BUILDING FACADES

Abstract

The aim of this paper is to summarize the hazards of fire spread in residential buildings, from the aspect of facade fire spread. Although in our country, current regulations regarding the applicability of thermal insulation on facades are getting stricter every year, apartment fires still often occur, which usually spread also to the facade. In addition, the regulations against the spread of fire on facades are very different within Europe. This means a serious problem from the manufacturer's point of view. And still there is a factor that is not covered by the regulations of any country, and that is the effect of radiant heat.



Keywords: residential buildings, facade fire spread, combustible facade thermal insulation, polystyrenes, radiant heat

1. BEVEZETÉS

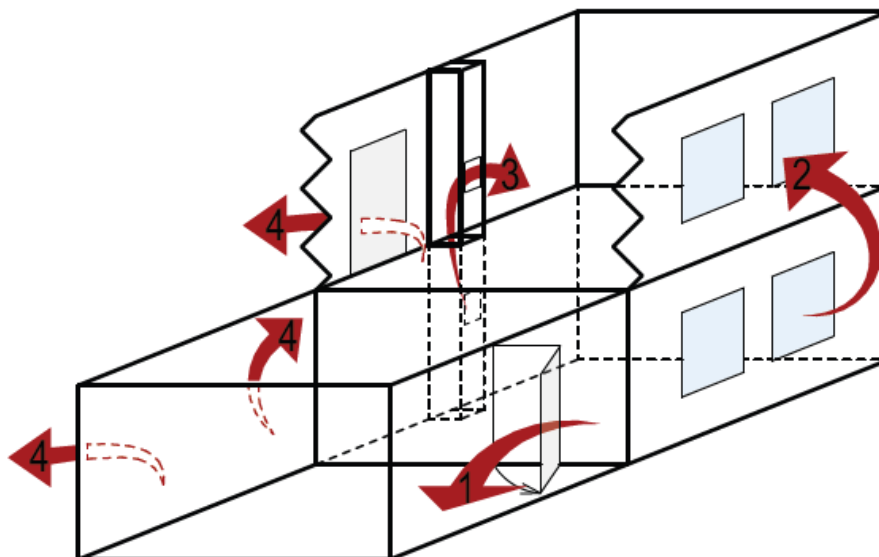
Korábbi elemzések alapján a lakóépületekben keletkező tüzek veszélyei jelentősen nagyobbak, a mentési lehetőségek pedig csekélyebbek. Ennek oka, hogy a lakásokban rengeteg személyes tárgyat, bútort, könyveket, egyéb éghető anyagokat vagyunk hajlamosak az évek során felhalmozni. Emiatt a valós tűzterhelési értékei az egyes lakásoknak meghaladhatja az előre becsült értékeket [1] [2] [3]. Ez a tűz gyorsabb terjedését, nagyobb hőmennyiség felszabadulását fogja jelenteni. Emellett szemben az épületek nagy részével, amelyek éjjel üresek, vagy éppen munkát végeznek bennük, a lakóépületek többsége közel tele van, jellemzően alvó emberekkel. Az alvó emberek reflexei, döntési képességei pedig még ébredés után is lassabbak [4]. Ezt igazolja a Londoni Grenfell Tower tüzesete is, melynek tragikusságát sok-sok tényező mellett az is okozta, hogy a lakók nem ébredtek fel, és nem tudtak időben kimenekülni [5]. Ez természetesen igaz a szállásépületek, kollégiumok esetén is, azonban míg ezekbe a létesítményekbe hatályos 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet (továbbiakban OTSZ) szerint tűzjelző rendszer kiépítése kötelező, addig a lakóépületekben nem az [6]. Ez mind csökkenti a mentési lehetőségeket, és ezzel együtt a túlélési esélyeket is. Ezért tehát nagyon fontos és aktuális téma a lakóépületek tűzterjedésének vizsgálata.

2. LAKÓÉPÜLETEK TŰZTERJEDÉSI SAJÁTOSSÁGAI

A megnövekedett tűzterhelés miatt érdemes áttekinteni a tűzterjedés lehetőségeit a lakóépületeken belül. Többféle szempontrendszer alapján osztályozhatunk, melyek a következők. A helyiségek egymáshoz viszonyított helyzete, a tűzterjedés helye, valamint a terjedés iránya.



A helyiségek egymáshoz viszonyított helyzete alapján áttekinthető egymás melletti vagy egymás feletti helyiségekre. A tűzterjedés helye szerint beszélhetünk épületen belüli, vagy épületen kívüli tűzterjedésről. A terjedés iránya szerint négy lehetőséget különböztethetünk meg, melyeket az 1. ábra szemléltet. Egyrészt történhet a nyitott ajtón át vízszintesen, épületen belül. Másik lehetőség a homlokzati nyílászárón át függőlegesen épületen kívül vagy belül -ez utóbbi átrium esetén képzelhető el. A harmadik lehetőség a tűzgátlás nélküli gépészeti áttöréseken (strangok) függőlegesen épületen belül való tűzterjedés. Az utolsó pedig a tűzgátló szerkezeten át (fal, mennyezet, csukott ajtó) vízszintesen és függőlegesen épületen belül történő tűzterjedés. A tűzterjedési lehetőségek előfordulási sorrendben kerültek felsorolásra [7].



1. ábra: Tűzterjedési lehetőségek hierarchiája (forrás: szerzők összeállítása [7] alapján)

Ahogy azt az ábra is mutatja, a második legmeghatározóbb tűzterjedési forma a helyiségek közötti vízszintes tűzterjedés után a homlokzati tűzterjedés. Tehát egy beltéri tüzeset követően viszonylag nagy valószínűséggel fordul elő, hogy a tűz kijut a homlokzatra és ott tovább terjed. Előfordulhat persze, hogy a tűz eleve kint keletkezik – lakóépületek teraszán, erkélyén vagy épület előtti kukákban, konténerekben - és a homlokzatot éri el először, onnan beterve az épületbe.



3. HOMLOKZATI TŰZTERJEDÉS SZABÁLYOZÁSA

Az Európai Unió szabályozza és előírja tagállamainak az épületek energiahatékonyságának mértékét, így ennek hazánkban is meg kell felelni. Ezt az energiaigény csökkentésével lehet elérni, melynek első lépése az épületek helyes termikus burkának kialakítása, vagyis a megfelelő hőszigetelés [8] [9] [10]. Erre két lehetőség van: vagy nagyobb rétegvastagságban alkalmazunk gyengébb hővezetési tényezőjű hőszigetelést, vagy jobb hővezetési tényezőjű hőszigetelést alkalmazunk kisebb rétegvastagságban. Érdeemes tehát először is áttekinteni, milyen hőszigetelő anyagok érhetők el a piacon és ezeket milyen gyakorisággal alkalmazzuk.

- Tűzvédelmi szempontból a homlokzati hőszigetelő anyagokat az 1. táblázatnak megfelelően két nagy csoportra oszthatjuk: éghető és nem éghető.
- Az éghető anyagok jellemzően E tűzvédelmi osztályúak, míg a nem éghetők A1-A2 besorolásúak.
- Általánosan elmondható, hogy az éghető hőszigetelések valamilyen poliuretán vagy polisztirol alapú habtáblák.
- A nem éghető hőszigetelések pedig minden esetben valamilyen szálas anyagból készülnek.
- Szintén általánosan elmondható, hogy polisztirolokkal, illetve a poliuretán (PUR/PIR) hab származékokkal kisebb szerkezetvastagságban érhetjük el a követelményben meghatározott hőátbocsátást, mint a szálas hőszigetelésekkel. Habár utóbbi időben a szálas hőszigetelések jelentős fejlődést értek el ezen a téren, viszont ennek eredményeképpen drágábbak is, mint polisztirol társaik. Emellett polisztirol alapú hőszigetelésekkel könnyebb és gyorsabb is dolgozni, ami szintén egyre fontosabb tényező egy építkezésnél az egyre dráguló élőmunka és szakemberhiány miatt. Ezen okokból kifolyólag leggyakrabban a polisztirolokat alkalmazzák, kőzetgyapot többnyire csak szükség esetén, jogszabály által előírt helyeken kerül beépítésre.



	Hőszigetelés	Leírás	Tűzvédelmi osztály
ÉGHETŐ	Polisztirolok		
	EPS	expandált polisztirolhab	E
	EPS Grafit	grafit adalékos expandált polisztirolhab	E
	XPS	extrudált polisztirolhab	E
	FPS	formahabosított EPS speciális bevonattal, alacsony vízfelvétel	E
	Keményhabok		
	PUR	Poliuretán keményhab	E
	PIR	Poliizocianurát keményhab	E
	VIP	vákuumpanel	E
NEM ÉGHETŐ	Szálás hőszigetelések		
	üvegyapot	üvegszál alapanyagú	A1-A2
	kőzetgyapot	bazaltkő alapanyagú	A1-A2
	cementkötésű fagyapot	cementtel ragasztott faforgács	B
	Tömbösített hőszigetelés		
	ásványi hab	pl. Ytong Multipor	A1
	üveghab	tömbösített üvegliszt	A1

1. táblázat: Alkalmazott homlokzati hőszigetelő anyagok csoportosítása (forrás: szerzők összeállítása)

A 305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet értelmében – mely az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapítását tartalmazza – csak hivatalosan

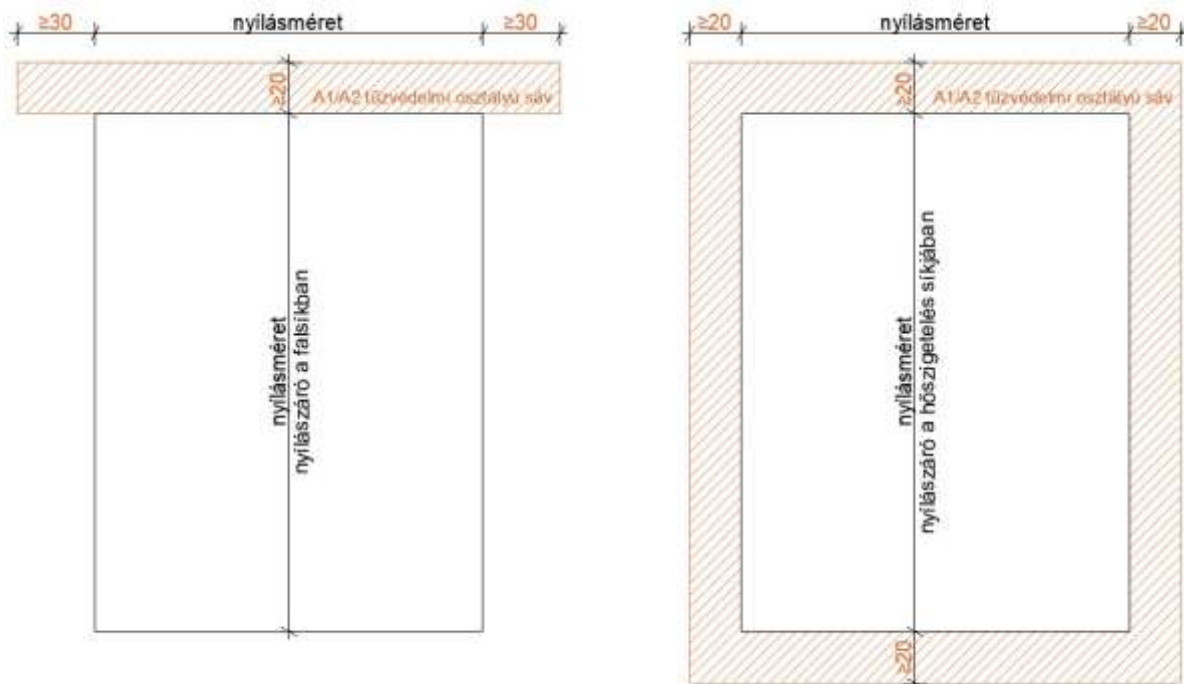


minősített építőanyagok hozhatók forgalomba. Homlokzati hőszigetelő anyagok, rendszerek esetében azonban az épületbe történő beépítéshez nem elég pusztán ennek megfelelni. EU szinten hatályos, valamint nemzeti előírások egyaránt vonatkoznak a homlokzati rendszerekre. Az alkalmazott anyagok forgalomba hozatalához szükséges vizsgálatok az EU területén azonosak. A tűzvédelmi osztályba sorolást és a kiegészítő osztályok megállapítását az MSZ EN 13501-1:2019 szabvány tartalmazza, a szerkezetek tűzállósági teljesítményének minősítése pedig az MSZ EN 13501-2:2016 szabvány alapján történik. A homlokzati tűzterjedésre vonatkozó szabályozás azonban nemzeti szintű előírás.

4. NEMZETI ELŐÍRÁSOK – KÜLÖNBSÉGEIK

A hazai jogszabályi értelmezés alapján a homlokzati tűzterjedés elleni védelem magába foglalja a szomszédos építmények, építményrészek közötti, valamint tűzszakaszhatárok közötti tűz áttérjedésének megakadályozását. A hőszigetelő rendszerre – melynek részei a ragasztó, a hőszigetelés, a mechanikai rögzítés és a bevonati, burkolati rendszer - vonatkozó alapvető követelmény, hogy a következő esetekben tűzvédelmi osztálya csak A1-A2 osztályú lehet. Magasépületek (30 m-nél magasabb legfelső építményszint) külső határoló falain, KK MK osztályú épület előrenyúló épületrészét alulról határoló födém felületén, AK, KK, MK osztályú épületek nyitott áthajtóinak fal és mennyezeti felületein, valamint menekülési útvonalain és tűzfalon [6] [11].

Egyéb helyen A1-E osztályú lehet azonban, ha a hőszigetelő mag 10 cm-nél vastagabb (azaz manapság mindig), akkor a nyílászárók felett tűzvédelmi célú sáv építendő be, mely szintén csak A1-A2 anyagú hőszigetelés lehet. A 2. ábrán látható módon, ha a nyílászáró a fal síkjában van, a tűzvédelmi célú sávot a nyílászáró fölé kell beépíteni. Azonban, ha a nyílászárót a hőszigetelés síkjába építjük be (mely passzív házak esetén gyakori), akkor körbe tűzvédelmi célú sávval kell ellátni a nyílászárót [6] [11].

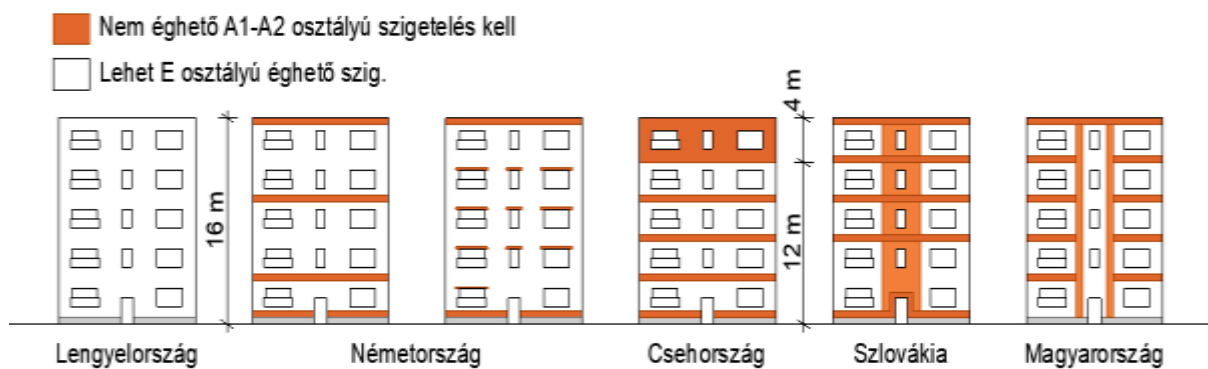


2. ábra: Tűzvédelmi célú sávok kialakítása (nyílászáró a fal síkjában - balra, nyílászáró a hőszigetelés síkjában – jobbra) (forrás: szerzők összeállítása [11] alapján)

4.1. Tűzvédelmi célú sávok kialakítása

Itt tapasztalható az első eltérés az európai országok szabályozásában. Országonként különbözik ugyanis, hogy milyen szintszám felett és mennyi szintenként kell a tűzvédelmi célú sávot kialakítani (3. ábra).

- Lengyelországban például 25 m magasságig egyáltalán nem követelmény kőzetgyapot alkalmazása.
- Németországban valamivel szigorúbb a szabályozás, ott 16 m felett minden második szinten vagy minden nyílászáró felett követelik meg tűzvédelmi célú sávok beépítését.
- Csehországban minden szint felett kötelező beépíteni és a felső 4 m teljes egészében nem éghető anyagból készül [12].



3. ábra: Kőzetgyapot sávok kialakításának követelményei európai országokban (forrás: szerzők összeállítása [12] alapján)

4.2. Különböző vizsgálati módszerek

A hőszigetelő rendszer be lehet vizsgálva kőzetgyapot sávokkal együtt, vagy anélkül is homlokzati tűzterjedésre. Itt tapasztalhatunk újabb eltérést. A vizsgálati módszerek és szempontrendszer ugyanis igencsak eltérőek a különböző európai országokban [12]. A szabványok harmonizálására vannak törekvések, egyelőre azonban még nem történt meg. Egy tanulmányban felmérést végeztek 24 európai országban, összegyűjtve és összehasonlítva a homlokzati vizsgálati módszereket. A felmérésben a 24 ország közül 14 támaszt olyan követelményeket a homlokzati rendszerekkel szemben és vizsgál olyan jellemzőket, melyeket a már harmonizált EN 13501-1 és 13501-2 nem tartalmaz. Ezen vizsgálati szempontokat tartalmazza a 2. táblázat az őket alkalmazó országok szerint [13]:

Szabályozott jellemző	Tűzterjedés – függőleges	Tűzterjedés – vízszintes	Tűzterjedés – beltér	Homlokzat, földém csatlakozás	Parázslás	Leeső darabok, csepegés	Füst	Hő (hőmérséklet, vagy fluxus)	Részletképzések (ablak nyitása, tűzgátlás)
SK	X		X						
HU	X	X		X		X		X	X
CH	X	X	X			X			



SE	X		X	X		X	X	X	X
AT	X	X	X			X		X	
DE-DIN	X	X	X		X	X	X		
FI	X		X			X			
PL	X		X			X			
GB, IE	X	X	X			X			
FR	X	X	X	X					X
DK, NO	X		X			X		X	X

2. táblázat: Vizsgálati szempontok homlokzati tűzterjedésre (forrás: szerzők összeállítása [13] alapján)

Látható, hogy elég sok eltérő tényezőt vizsgálnak az egyes országok. A függőleges és a beltéri tűzterjedést, valamint a leeső darabokat és csepegést szinte az összes felmérésben résztvevő országban vizsgálják, azonban vannak tényezők, melyeket nagyon kevesen vizsgálnak, a sugárzó hőre való viselkedés pedig egyáltalán nincs a vizsgálati szempontok között. Jelen cikkben két gyakran alkalmazott polisztirol hőszigetelés viselkedését mutatjuk be sugárzó hő hatására, melyek a grafit adalékos expandált polisztirolhab (továbbiakban GPS), valamint az extrudált polisztirolhab (XPS).

5. SUGÁRZÓ HŐ HATÁSÁNAK VESZÉLYEI POLISZTIROL HŐSZIGETELÉSEKRE

A polisztirol hőre lágyuló műanyag, ezért nagyobb hőmérsékleten (+80 °C felett) romlik a terhelhetősége, méretállandósága, alakváltozást szenved a hő hatására. Előbbi tulajdonsága miatt nem javasolt a tartósan +70 °C feletti hőmérsékletnek kitett helyeken való alkalmazása. A hőszigetelésre használható polisztirolokat égésgátló adalékkal kezelik, ami azt jelenti, hogy a gyújtóforrás vagy közvetlen tűzhatás megszűnése után az anyag önállóan nem ég tovább. A 3. táblázat a vizsgált anyagok tűzvédelmi szempontból fontos jellemzőit gyűjti össze.



Különböző hazai és külföldi kutatások, szakirodalmak jelentősen eltérő értékeket állapítanak meg az egyes hőszigetelés típusokra olvadáspont, gyulladási hőmérséklet és fűtőérték tekintetében, valamint a gyári katalógusok, biztonsági adatlapok, sem mindig tartalmazzák ezeket az információkat, vagy nem érhető el a biztonsági adatlap, mivel kiadása nem kötelező. Így a táblázatban található adatok a szakirodalmak, termékadatlapok, biztonsági adatlapok, valamint [12] adatai alapján meghatározott jellemző értékek.

Tulajdonság	Mérték- egység	GPS	XPS
Tűzvédelmi osztály	-	E	E
Testsűrűség (ρ)	kg/m ³	17	33
Nyomószilárdság (σ nyomó)	kPa	70	300
Hővezetési tényező (λ)	W/m·K	0,031	0,34
Olvadáspont (T_o)	°C	70	160
Gyulladási hőmérséklet (T_{GY})	°C	175-185	365-370
Fűtőérték	kJ/kg	35000	39100
Fajhő	kJ/kg·K	1,4	1,5

3. táblázat: Vizsgált hőszigetelő anyagok tűzvédelmileg fontos jellemzői (forrás: szerzők összeállítása)

A sugárzó hő hatásának megfigyelésére laborkísérleteket végeztünk, melynek első lépésként a hőszigetelés mintadarabokat készítettük elő. A minták különböző gyártóktól származó, építkezésen fel nem használt hőszigetelő anyagokból készültek lézervágóval, egységesen 100x100 mm keresztmetszeti mérettel és különböző, gyakran alkalmazott vastagságokkal (80, 100, 120, 140, 150, 160 mm). A mintadarabok felsorolását a 4. táblázatban láthatjuk.



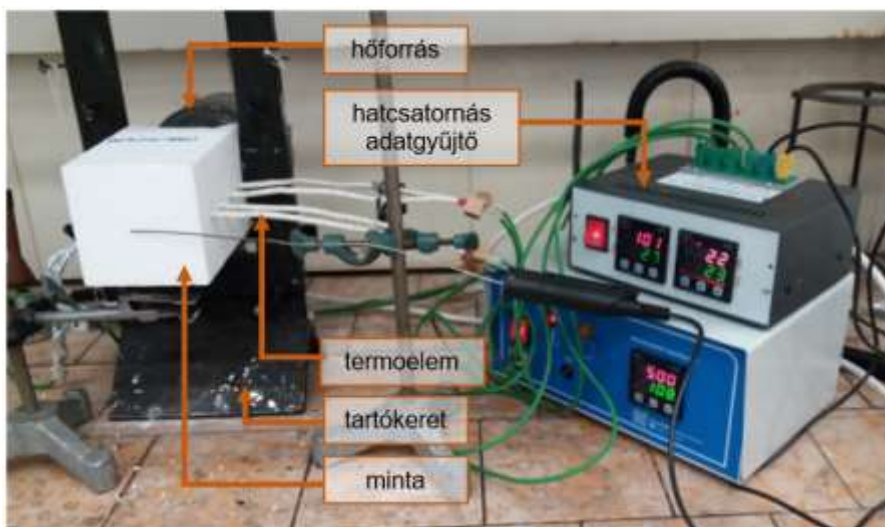
Minta	Szélesség (mm)	Magasság (mm)	Vastagság (mm)	Tömeg (g)	Gyártó/ Termék
GPS1	100	100	160	25,27	C/2
GPS2	100	100	140	21,89	C/2
GPS3	100	100	100	16,23	C/2
GPS-V2	100	100	140	61,66	C/2V
GPS4	100	100	140	21,74	C/3
GPS5	100	100	80	12,52	C/3
GPS-V1	100	100	140	64,65	C/3V
XPS1	100	100	140	46,19	C/4
XPS2	100	100	120	37,87	C/5
XPS-V1	100	100	140	92,41	C/4V
XPS-V2	100	100	120	93,31	C/5V
XPS4	100	90	100	28,69	D/1
XPS5	100	90	120	32,62	D/1
XPS6	100	90	150	41,87	D/1

4. táblázat: Vizsgált mintadarabok (GPS – grafitos expandált polisztirolhab; GPS-V – vakolt grafitos expandált polisztirolhab; XPS – extrudált polisztirolhab; XPS-V – vakolt extrudált polisztirolhab) (forrás: szerzők összeállítása)

A vizsgálat célja, hogy azonos gyártó azonos termékeinek viselkedését hasonlítsuk össze különböző vastagságú minták esetén. A táblázatban azonos színnel kerültek megjelölésre az egymással összehasonlított mintadarabok. A „V” betűvel megjelölt minták 3 mm vastag, szabványos rétegfelépítésű szilikonos vakolattal ellátott mintadarabok.



A 4. ábrán a mérőberendezés összeállítását láthatjuk egy minta mérése közben. Az egyes mintákban oldalról 5 cm mélységben, a minta vastagsága mentén egymástól 3 cm távolságra helyeztünk el hőérzékelő termoelemeket, majd a mintát rögzítettük a mintatartó keretre. A mérésekhez állítható hőmérsékletű hőforrást helyeztünk a minták elé 500 °C-ra állítva. A mintadarabot a hőforrástól 5cm-re rögzítettük, és a kísérlet megkezdéséig egy hőszigetelő kerámia lapot állítottunk be közéjük.



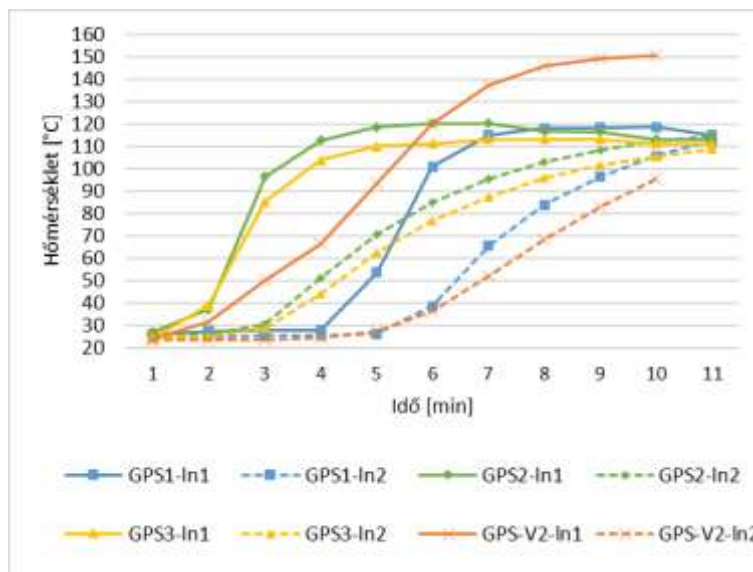
4. ábra: A laborkísérlet összeállítása (forrás: szerzők összeállítása)

A tartókeretre rögzítve található még egy hőérzékelő, mely szintén a hőforrástól 5 cm-re volt, egyvonalban a mintadarab hőforrásra merőleges felületével. A kísérletet minden esetben akkor kezdődött meg, mikor ez az érzékelő 100°C-os hőmérsékletet mért. Ekkor elvettük a minta és a hőforrás közötti hőszigetelő lapot és 10 perc időtartamig 100°C-os sugárzó hőnek tettük ki a mintát. A mérés végével a hőszigetelő kerámia lapot ismét elhelyeztük a minta és a hőforrás közé, majd a minta lehűlése után a termoelemeket kiszedtük a mintából és megvártuk, míg szobahőmérsékletűre hűlnek a következő mérés előtt. A mérési eredményeket a termoelemekhez kapcsolódó hatcsatornás adatgyűjtőn keresztül egy számítógép rögzítette.

Minden minta esetében elmondható, hogy 3-6 perc elteltével hőfejlődés tapasztalható. Tehát a sugárzó hő hatására a GPS és XPS polisztirol habokban exoterm folyamatok indulnak be. A C/2 gyártmányú grafit adalékos EPS esetében az első érzékelőnél (In1) a két kisebb vastagságú



minta (GPS2, GPS3) már 3-4 perc között átlépi a 100 °C-ot, míg a 160 mm vastagságú (GPS1) csak 6 perc elteltével. Maximális hőmérsékletüket 5-6 perc között érik el a 100 és 140 mm vastag minták, míg a 160 mm-es minta 8-9 perc között. A maximális hőmérséklet értéke azonban mindhárom esetben közel azonos. Elmondható tehát hogy a vastagabb minta lassabban melegedett fel, lassabban indult be az exoterm folyamat, azonban a maximális hőmérséklet értéke a vastagságtól függetlenül bizonyul. A vakolattal ellátott minta 140 mm vastagságú, így a GPS2 görbéjével érdemes összevetni. A grafikon alapján megfigyelhető, hogy a vakolat késlelteti az exoterm folyamat beindulását, végül azonban a vakolat nélküli mintához képest 2 perccel később az is átlépi a 100 °C-ot, maximális hőmérséklete pedig jóval meghaladja a vakolat nélküli mintáknál tapasztaltat. A második érzékelőnél (ln2) közel azonos időpontban (1,5 percen belül) éri el mindhárom bevonat nélküli minta a 100 °C-ot, a bevonatos minta viszont épphogy, de nem éri el ezt a hőmérsékletet a vizsgálat időtartama alatt (5. ábra).

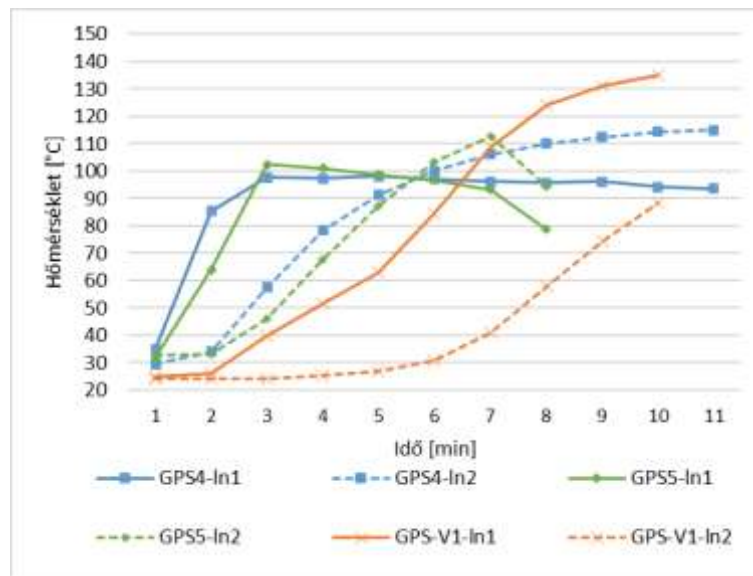


5. ábra: Hőmérséklet változása a minta vastagságának függvényében GPS esetén C/2 gyártmány (GPS1 – 160mm; GPS2 – 140 mm; GPS3 – 100 mm; GPS-V2 – 140 mm) (forrás: szerzők összeállítása a mért adatok alapján)

A 6. ábra grafikonján a C/3 gyártmányú hőszigetelés különböző vastagságú mintáinak eredményeit láthatjuk. A vakolt és vakolat nélküli minták vonatkozásában hasonló jelenséget láthatunk az előbbi mintáknál tapasztaltakhoz, viszont érdekes módon az ln1 érzékelőnél a két

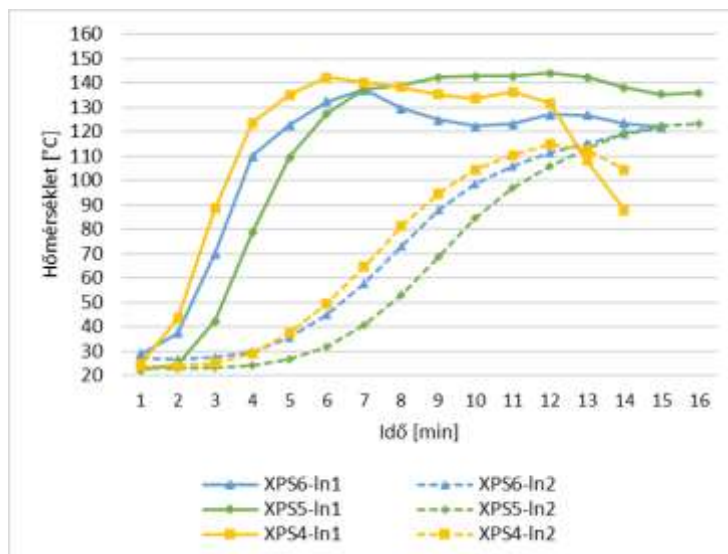


különböző vastagságú minta közel egyidőben ér el közel azonos maximum hőmérsékletet. Az In2 érzékelőnél azonban szintén az tapasztalható, hogy a vékonyabb minta (GPS5) hamarabb melegszik fel, mint a vastagabb (GPS6), maximális hőmérsékletük viszont itt is közel azonos.



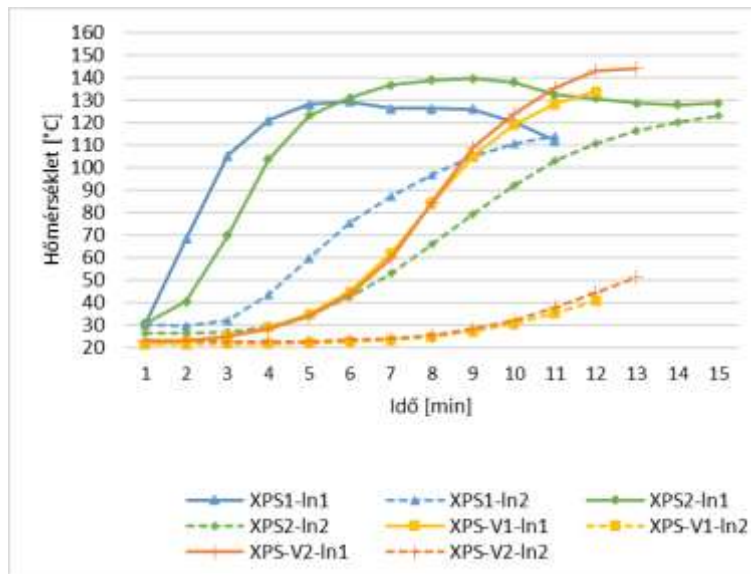
6. ábra: Hőmérséklet változása a minta vastagságának függvényében GPS esetén C/3 gyártmány (GPS4 – 140mm; GPS5 – 80 mm; GPS-V1 – 140 mm) (forrás: szerzők összeállítása a mért adatok alapján)

A 7. ábrán a D/1 típusú XPS minták hőmérsékleteinek alakulását követhetjük le vastagságtól függően. Itt a közepes vastagságú (XPS5), minta In1 görbéje eleinte nem a legvastagabb (XPS6) és legvékonyabb (XPS4) minta között helyezkedik el, hanem mindkét mintánál alacsonyabb értékeket produkál, majd 8 perc környékén elérve a maximumát, hosszan tartja a 140 °C körüli hőmérsékletet. A második érzékelő esetében hasonló jelenséget láthatunk. Az első érzékelőnél mindhárom minta esetében hasonló maximális értéket mérhetünk, azonban az In2 érzékelő esetében a két vastagabb minta tovább melegszik, mint a 10 cm-es, melynek hőmérséklete 12-13 perc körül hirtelen esni kezd az tömegveszteség miatt. Ezen minták esetén tehát azt láthatjuk, hogy a közepes vastagságú minta melegedett fel a leglassabban, de alapvetően nincs akkora különbség a görbék között, mint a GPS minták esetében, maximális hőmérséklet tekintetében pedig itt is közel azonos értékeket kaptunk vastagságtól függetlenül.



7. ábra: Hőmérséklet változása különböző vastagságú XPS esetén D/1 gyártmány (XPS6 – 150mm; XPS5 – 120 mm; XPS4 – 100 mm) (forrás: szerzők összeállítása a mért adatok alapján)

A C/4 és C/5 gyártmányú XPS hőszigetelések esetében azonban ismét nagyobb eltérést tapasztalhatunk vastagságtól függően, főleg az ln2 érzékelő tekintetében. Illetve érdekes, hogy ezen mintáknál a vastagabb (XPS1) hőszigetelés melegedett fel gyorsabban. Maximális hőmérsékletükben közel 10 °C az eltérés. Érdekes megfigyelés az is, hogy a vakolattal ellátott minták bár különböző vastagságúak, közel azonos ütemben melegedtek fel, görbéik majdnem teljesen fedik egymást.



8. ábra: Hőmérséklet változása különböző vastagságú XPS esetén C/4 és C/5 gyártmány (XPS1 – 140mm; XPS2 – 120 mm; XPS-V1 – 140 mm; XPS-V2 – 120 mm) (forrás: szerzők összeállítása a mért adatok alapján)

Az eredményeket elemezve megállapítható, hogy a kísérletek során a mintákban exoterm folyamatok zajlottak le, melyek alakváltozással is jártak (9. ábra). Ezek mértéke függ a hőszigetelés vastagságtól, de függ a hőszigetelés típusától is, hiszen míg a GPS minták esetén a maximális hőmérséklet vakolat nélküli mintáknál 110-120 °C, addig az XPS mintáknál meghaladta a 140 °C-ot is.



9. ábra: Polisztirolok alakváltozása sugárzó hő hatására (GPS fent, XPS lent) (forrás: szerzők összeállítása)



6. ÖSSZEGZÉS

Írásunkban bemutattuk a lakóépületek tűzterjedési és homlokzati tűzterjedési veszélyeit, valamint a homlokzati tűzterjedésre vonatkozó szabályozást, feltárva annak európai szintű problémáit és a sugárzó hő hatásai vizsgálatának fontosságát. A fent részletezett laborkísérlet tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a polisztirol hőszigetelések nem csak égés esetén károsodnak, hanem már viszonylag alacsony hőmérsékletű sugárzó hő hatására is. Valamint fontos tényező, hogy a károsodás mellett exoterm folyamatok indulnak el, mely jelentős hőfejlődési többletet jelenthet egy tüzeset során ezzel elősegítve a tűz terjedésének sebességét. A hőfejlődés mértéke függ a hőszigetelés típusától és vastagságától is valamint egyértelműen befolyásolja a vakolat. A legtöbb tüzeset azáltal válik tragikus kimenetelűvé, hogy az adott helyen keletkező tűz különböző tényezők következtében gyorsan átterjed a további szintekre veszélyeztetve ezzel a többi lakót. Egy tüzeset során a menekülés és mentés sikerességének esélyei szempontjából minden perc számít, éppen ezért nagyon fontosnak tartjuk a homlokzati tűzterjedés kérdéseinek további kutatását a lakóépületek biztonságának növelése érdekében.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] László Gabriella: Lakófunkciójú épületek általános tűzterhelésének változása Magyarországon, *Műszaki Katonai Közlöny*, 29 (2), pp. 155-164, 2019
- [2] I. Dzolev, M. Laban, S. Draganic: Survey based fire load assessment and impact analysis of fire load increment on fire development in contemporary dwellings, *Safety Science*, Vol. 135., 2021
- [3] S. Kumar, C.V.S. Rao: Fire load in residential buildings, *Building and Environment*, Vol. 30 Iss. 2, pp.299-305, 1995
- [4] Dorothy Bruck, Michelle Ball: Sleep and Fire: Who is at Risk and Can The Risk be Reduced?, *Fire Safety Science* 8, pp. 37-51, 2005 doi: 10.3801/IAFSS.FSS.8-37



- [5] Lestyán Mária: Európai tűzvédelmi szabályozási törekvések, BM OKF – NKE – TSZSZ Tudományos Konferencia, 2019. 04. 10. Budapest, 2019 Online: <https://vedelem.hu/letoltes/document/337-nke-eloadas-lestyan.pdf> (megtekintve: 2023.02.24.)
- [6] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
- [7] Dr. Beda László: Mérnöki módszerek a tűzvédelemben II. – sztochasztikus tűzmodellezés, Védelem XVII. évf., 5. sz., p. 25-28, 2010
- [8] Dubravka Bjegović, Ivana Banjad Pečur, Bojan Milovanović, Marija Jelčić Rukavina, Marina Bagarić: Comparative full-scale fire performance testing of ETICS systems, *Gradevinar* Vol. 5., pp 357-369, 2016 doi: 10.14256/JCE.1347.2015
- [9] European Commission: COM/2010/0639 Communication from the Commission to the European Parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Energy 2020 A strategy for competitive, sustainable and secure energy, Brussels, 2020
- [10] European Parliament, Council of the European Union: Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), *Official Journal of the European Union*, L 153/13, 2010
- [11] TvMI 1.4:2020.07.20. Tűzterjedés elleni védelem, BM OKF, 2020
- [12] Lestyán Mária: Homlokzati tűzterjedési gátak, tűzvédelmi célú sávok tervezési elvei az EU-ban és Magyarországon, BM OKF Tudományos Tanácsa és Védelem Katasztrófavédelmi Szemle konferenciája, 2020. 11. 02.
- [13] J. Anderson, L. Boström, R. Chiva, E. Guillaume, S. Colwell, A. Hofmann, P. Tóth: European approach to assess the fire performance of facades, *Fire and Materials*, Vol. 45. pp 598-608, 2021 doi: 10.1002/fam.2878
- [14] M. Lestyán: Bárhol is próbáljuk vizsgálni a polisztirol hab éghető, *Védelem Katasztrófa-és Tűzvédelmi Szemle* (ISSN 1218-2958), vol. 18. no. 5., pp. 40–42, 2011 Online: <http://vedelem.hu/letoltes/ujsag/v201105.pdf?7> (megtekintve: 2023.02.24.)



László Gabriella, PhD hallgató,

Széchenyi István Egyetem, Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, 9026 Győr, Egyetem tér 1.

E-mail: laszlo.gabriella@sze.hu

Gabriella László, PhD student,

Széchenyi István University, Doctoral School of Multidisciplinary Engineering Sciences, 9026 Győr, University Square 1.

E-mail: laszlo.gabriella@sze.hu

ORCID: 0000-0001-5932-4358

Prof. Dr. Kuti Rajmund PhD, egyetemi tanár

Széchenyi István Egyetem, Gépészmérnöki, Informatikai- és Villamosmérnöki Kar, 9026 Győr, Egyetem tér 1.

E-mail: kuti.rajmund@sze.hu

Rajmund Kuti PhD professor

Széchenyi István University, Faculty of Mechanical Engineering, Informatics and Electrical Engineering, 9026 Győr, University square 1.

E-mail: kuti.rajmund@sze.hu

ORCID: 0000-0001-7715-0814