

Beépített Tetőterek Tűzvédelmi Kérdései Magyarországon Szakdolgozat



Készítette:
Szabadi Renáta
Okleveles Építészmérnök

BME-Posztgraduális Épületszigetelő Szakmérnök Képzés
2011. június 22.

TARTALOMJEGYZÉK

1	FEJEZET – AZ EMBER, AKI FÖLMENT A PADLÁSBA, ÉS BEÉPÍTETT TETŐTÉRŐL JÖTT LE	5
1.1	ELŐSZÓ.....	5
1.2	DIPLOMAMUNKÁM CÉLJA.....	5
1.3	A TETŐ TERÉNEK BELAKÁSA: TETŐHASZNOSÍTÁS MEGJELENÉSÉNEK OKAI ÉS ELTERJEDÉSE ÉS TÍPUSAI	5
1.4	TETŐTÉRI TŰZVÉDELMI ÉPÜLETSZERKEZETEK = PROBLÉMÁK?	6
1.5	LAKJUK BE OKOSAN A TETŐ TERÉT !	6
2	FEJEZET - TETŐTÉRI TŰZESETEK MAGYARORSZÁGON	7
2.1	TETŐTÉRI TŰZESETEK ARCHÍVUMA	7
2.2	TETŐTÉRI TŰZESETEK GYÚJTÓFORRÁSAI	7
2.3	KÉMÉNYTEST PROBLEMATIKÁJA	8
3	FEJEZET - BEÉPÍTETT TETŐTEREK TŰZÁLLÓSÁGI KÖVETELMÉNYEI.....	10
3.1	BEÉPÍTETT TETŐTEREK SPECIÁLIS TŰZÁLLÓSÁGI KÖVETELMÉNYEI: OTSZ- 3.7.1. FEJEZET.....	10
3.2	TETŐK ÉS TETŐHÉJALÁSOK KÜLSŐ TŰZZEL SZEMBENI TELJESÍTMÉNYEK OSZTÁLYOZÁSA.....	11
3.2.1	<i>Fedélhéjazattól függő követelmények.....</i>	<i>11</i>
3.2.2	<i>Tetőfelülvilágítók.....</i>	<i>12</i>
4	FEJEZET - TETŐTÉR-BEÉPÍTÉSEK SORÁN FELHASZNÁLT ANYAGOK ÉS SZERKEZETEK TŰZVÉDELMI ASPEKTUAI, HASZNÁLATUK RÉGEN ÉS MA	13
4.1	TARTÓSZERKEZETEK.....	13
4.1.1	<i>Fa</i>	<i>13</i>
4.1.2	<i>Fa anyagok(tartószerkezeti funkció) tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint:</i>	<i>14</i>
4.1.3	<i>Szeglemezes faszerkezetek.....</i>	<i>16</i>
4.1.3.1	<i>Vékonygerincű fatartó.....</i>	<i>17</i>
4.1.4	<i>Acél</i>	<i>17</i>
4.1.5	<i>Szilikát anyagú tartószerkezetek: téglá, beton, vasbeton.....</i>	<i>17</i>
4.1.6	<i>Kő.....</i>	<i>19</i>
4.2	HŐSZIGETELÉSEK.....	20
4.2.1	<i>Hőszigetelések tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint:</i>	<i>20</i>
4.2.1.1	<i>A hőszigetelő anyagok égése</i>	<i>21</i>
4.2.2	<i>Kőzetgyapot.....</i>	<i>22</i>
4.2.3	<i>Üveggyapot.....</i>	<i>22</i>
4.2.4	<i>PUR / PIR.....</i>	<i>23</i>
4.2.5	<i>Papír (cellulóz), mint szigetelőanyag.....</i>	<i>23</i>
4.2.6	<i>Vízszigetelések tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint.....</i>	<i>24</i>
4.3	BELSŐ BURKOLATOK, TÉRELHATÁROLÁSOK.....	24
4.3.1	<i>Belső térbe épített burkolatok tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint.....</i>	<i>25</i>
4.3.2	<i>Gipszalapú építőlemezek.....</i>	<i>26</i>
4.3.3	<i>Cementalapú építőlemezek.....</i>	<i>26</i>
4.3.4	<i>Műanyag jellegű Hőre habosodó tűzvédő lap.....</i>	<i>27</i>
4.3.5	<i>Kiselemes faburkolat</i>	<i>28</i>
4.3.6	<i>Speciális burkolatréteg légréshen.....</i>	<i>28</i>
4.3.7	<i>Belső szárazépítési rendszerek: Válaszfalak, aknák, álpadlók és álmennyezetek.....</i>	<i>28</i>
4.3.8	<i>Installációs tér kialakítása szárazépítési rendszerek tetőfödémben :.....</i>	<i>30</i>
4.3.9	<i>Megoldások a tűzvédelmi szempontból lényeges rétegek felület-folytonosságának biztosítására.....</i>	<i>31</i>
4.3.10	<i>Háromdimenziós falburkolatok</i>	<i>33</i>
4.4	TETŐFEDŐ BURKOLATOK	34
4.4.1	<i>Fedélhéjazatok OTSZ előírásai.....</i>	<i>34</i>
4.4.2	<i>Tetőfedő anyagok tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint.....</i>	<i>34</i>

4.4.3	<i>Tetőfedő anyagok és hátszerkezetük kapcsolata</i>	35
4.4.4	<i>Tetőfedő anyagok tüzesetei</i>	35
4.5	NYÍLÁSZÁRÓK.....	37
4.5.1	<i>Tetőfelülvilágítók</i>	38
4.5.2	<i>Tűzgátló üvegezések</i>	38
4.5.3	<i>Palusol 210 tűzgátló ajtó</i>	38
4.6	EGYÉB SPECIÁLIS SZERKEZETEK.....	39
4.6.1	<i>Alumínium záró fólia nádtetőhöz</i>	39
4.6.2	<i>Hőreflexiós fóliák</i>	40
4.6.3	<i>Tetőnedvesítő csőhálózat</i>	40
4.6.4	<i>Falfűtés</i>	40
4.7	LÉGRÉS A TETŐSZERKEZETBEN.....	40
5	FEJEZET - TETŐTÉR BEÉPÍTÉSEK TŰZÁLLÓSÁGÁT NÖVELŐ, ILLETVE BIZTOSÍTÓ ÉPÍTŐANYAGOK ÉS ÉPÜLETSZERKEZETI KIALAKÍTÁSOK SZÁMBAVÉTELE, HELYES HASZNÁLATUK	42
5.1	TÖBBRÉTEGŰ SZERKEZETEK TŰZVÉDELMI SZEMPONTBÓL HELYES SZEMLÉLETŰ TERVEZÉSE ÉS KIVITELEZÉSE	42
5.2	MAGASTETŐBEN KELETKEZŐ TŰZTERJEDÉSI ELLENI GÁT KIALAKÍTÁSA	43
5.3	FAANYAG TŰZVÉDELMI TULAJDONSÁGAINAK JAVÍTÁSA	47
5.3.1	<i>Kötőelemek helyzetének hatása</i>	47
5.4	FA SZERKEZETEK TŰZÁLLÓSÁGI ÉRTÉKEINEK JAVÍTÁSA MEGERŐSÍTÉSSEL:	48
5.4.1	<i>Faszerkezet megerősítése faszerkezettel</i>	48
5.4.2	<i>Faszerkezet megerősítése acélszerkezettel</i>	48
5.4.3	<i>Fafödém megerősítése felkötéssel</i>	49
5.4.4	<i>Kompozit anyagokkal történő megerősítés</i>	49
5.5	FA SZERKEZETEK TŰZÁLLÓSÁGI ÉRTÉKEINEK JAVÍTÁSA BURKOLÁSSAL, KÖRÜLBURKOLÁSSAL:	49
5.5.1	<i>nádvakolat(stukadúr)</i>	49
5.5.2	<i>építőlemezek</i>	49
5.5.3	<i>építőlemezek alkalmazása tűzvédelmi borításként</i>	50
5.5.4	<i>Körülburkolás kivitelezési hibái</i>	53
5.6	ÉGÉSKÉPLELTETÉSI MÓDSZEREK.....	53
5.6.1	<i>Égéskeleltetési módszerek összegezeve</i>	53
5.6.2	<i>Égéskeleltetés kivitelezési hibái</i>	54
5.7	ACÉLSZERKEZETEK TŰZÁLLÓSÁGI TULAJDONSÁGAINAK JAVÍTÁSA	54
5.7.1	<i>acél szerkezetek tűzállósági értékeinek javítása burkolással, körülburkolással</i>	54
5.7.2	<i>acél szerkezetek tűzállósági értékeinek javítása felületi védelemmel</i>	55
5.7.3	<i>Égéskeleltetés kivitelezési hibái</i>	55
5.7.4	<i>Katalógusokban ajánlott rétegrendek és csomópontok elemzése tűzvédelmi aspektusból</i>	56
5.7.4.1	<i>Beépített tetőtér korszerűsítése - fatartós fedélszék - általános rétegrend</i>	56
5.7.4.2	<i>Beépített tetőtér korszerűsítése - fatartós fedélszék - általános rétegrend</i>	58
5.7.4.3	<i>Beépített tetőtér korszerűsítése - fatartós fedélszék - általános rétegrend</i>	60
5.7.4.4	<i>Új építésű beépített tetőtér – könnyűszerkezetes építési rendszerrel – tető és oromszegély csatlakozásán keresztül bemutatva</i>	62
5.7.4.5	<i>Új építésű beépített tetőtér – könnyűszerkezetes építési rendszer – tetősík ablak beépítése</i>	64
5.7.4.6	<i>Vasbeton trapézfödém- általános csomópont</i>	66
5.7.4.7	<i>Új építésű koporsófödém tetőszerkezet- ablak csomópont</i>	68
5.7.4.8	<i>Új építésű szarufás tetőszerkezet- innovatív / passzív ház rendszer - eresz csomópont</i>	70
5.7.4.9	<i>Új építésű koporsófödém tetőszerkezet - innovatív / passzív ház rendszer - eresz csomópont</i>	72
5.7.4.10	<i>Fenti csomópontok elemzését követően a következő megállapításokat teszem</i>	73
6	FEJEZET – TERVEZÉSI ÉS KIVITELI HIBÁK ,MŰSZAKI ELLENŐRZÉS SORÁN ELLENŐRIZENDŐ TÉTELEK 75	
6.1	TERVEZÉSI PROBLÉMÁK	75
6.2	KIVITELEZÉSI PROBLÉMÁK ÉS MEGOLDÁSAIK	75
7	FEJEZET - ÖSSZEFOGLALÁS	78

8	FEJEZET - MELLÉKLETEK.....	79
1. számú melléklet: Történelmi áttekintés		79
8.1	FEDÉLSZERKEZETEK TÍPUSAI.....	79
8.1.1	Fából készült ácsszerkezetek	79
8.1.2	Acél anyagú rácsos tartók	83
8.1.3	Beton anyagú tetőszerkezetek	84
2. számú melléklet: OTSZ vonatkozó paragrafusainak és előírásainak ismertetése.....		85
8.2	KULCSFOGALMAK AZ OTSZ-BÓL, MELYEKSEL BEÉPÍTETT TETŐTÉR ESETÉN TALÁLKOZHATUNK.....	85
8.2.1	Tűzvédelmi általános és tűzállóság-vizsgálati fogalmak.....	85
8.2.2	Tűzvédelmi tervezés fogalmi	85
8.2.3	Épületszerkezetekkel kapcsolatos fogalmak	88
8.3	TŰZVESZÉLYESSÉGI OSZTÁLY ÉS TŰZÁLLÓSÁGI FOKOZAT	89
8.3.1	Speciális szabályok tűzállósági fokozatra.....	90
8.3.2	Az épületszerkezetek tűzállósági teljesítményének meghatározására	91
8.4	AZ ÉPÍTŐANYAGOK TŰZVÉDELMI OSZTÁLYBA SOROLÁSA.....	92
8.4.1	Tűzvédelmi osztályok:.....	92
8.4.2	Tűzvédelmi osztályba egyértelműen nem sorolható szerkezetek	93
3. számú melléklet: Égetési kísérletek		95
9	FEJEZET - FORRÁSOK	102

1 Fejezet – Az ember, aki fölment a padlásba, és beépített tetőtérből jött le . . .

1.1 Előszó

A tetőtér beépítések problémaköreiből általában a következőket említi meg a tervező és a kivitelező:

- Statikai állékonyság: megfelelő-e az aléptítmény? – és a tetőszerkezet?, mit kell tenni, hogy az legyen? akarunk-e belmagasságot növelni?
- Hőhátartás: télen ne legyen hideg, nyáron ne legyen túl meleg
- Párahátartás: erre már laikusok általában nem gondolnak, és a kivitelező sem. . .
- Mennyi idő alatt lesz kész, mert jó lenne ha már kész lenne. . . .
- Mennyiből ússzuk meg? Mert jó lenne, ha olcsóbban is meg lehetne oldani. . Láttunk már olyat. . .

A tűzvédelemmel általában addig nem foglalkoznak, amíg ki nem gyullad a tető és tetemes anyagi kár nem keletkezik, vagy ember élet nem kerül veszélybe. Ne feledjük, hogy a tetőtér beépítések nagy többsége akkor történik, amikor gyarapodik a család, vagy az ifjú (és kísérletező) gyerekeknek nagyobb helyre van szüksége. Mindenkire igaz, hogy amíg nem velünk történik meg a baj, addig azt el sem tudjuk képzelni, hogy az velünk is megtörténhet.

1.2 Diplomamunkám célja

Célom, hogy egy olyan értekezést állítsak össze, amely a tűzvédelem összetett és bonyolult összefüggéseit nem ismerő tervező építészek és műszaki ellenőrök szemszögéből közelíti meg a tűzvédelem kérdéseit, tehát a konklúziók inkább gyakorlati jellegűek, kézzel foghatóak, esetleg alkalmazhatóak.

Célom, hogy részletes ismertetőt adjak új építésű tetőterek beépítésének tűzvédelmi kérdéseiről és rávilágítsak, hogy mennyire összetett és nagy figyelmet igényelő tervezési-kivitelezési munka a tűzvédelmileg biztonságos tér kialakítása a rendelkezésre álló épületszerkezeti eszközökkel.

Célom, hogy az, aki kezébe veszi ezt az írást, amikor leteszi, sokkal tudatosabban, és több ismerettel gondoljon a tetőtér beépítések összetett építészeti kialakítására.

Mennyiségi és szakmai lehatárolás miatt kutatómunkámnak nem képezi tárgyát az szabványok és előírások magyarázata, vizsgálati módszerek bemutatása, az égéskésleltetési módszerek bemutatása, továbbá az utólagosan beépítéssel kialakított tetőtér kialakítás tűzvédelmi kérdéseinek tételes taglalása.

1.3 A tető terének belakása: Tetőhasznosítás megjelenésének okai és elterjedése és típusai

„Tradicionális” magyar építési szokások szerint a tetőteret nem lakták. Ezzel párhuzamosan a ház lakásra használt részeit olyan szerkezetek vették körül melyek nem vagy nehezen éghetőek: kő, tégl, vasbeton.

Magyarországon a rendszerváltás óta, cirka húsz év folyamatos emelkedéssel oly módon drágultak az ingatlan árak, melyet az állampolgárok pénztárcái nem tudtak követni, ezért nyugati példákat követve elkezdődött a padlásterek lakótérre való beépítése.

Beépített tetőterek három féle módon keletkeznek:

- meglévő üres padlásterek átalakítása lakótérre,

- meglévő lapostető átalakítása beépített magastetővé,
- új építésű ház térdfalas, beépített magastetővel történő tervezése.

(A fedélszerkezetek alapvető típusai a szakdolgozat 1. számú mellékletében kerültek ismertetésre.)

Mindamellett, hogy a tulajdonosok meglévő ingatlanjaik alapterületét és értékét a padlástér beépítésével jelentős mértékben növelni tudják, mai beépítési szokások szerint felbecsülhetetlen mértékben kockáztatják életüket.

A köztudatban ma egyetlen egy tetőtér beépítési szándék során sem merülnek fel megrendelői oldalról tűzbiztonsági kérdések, sőt a kivitelezők és műszaki ellenőrök (már ha van egy családi ház tetőtér beépítésénél) háttértudásából is hiányzik ezen szempont mérlegelése.

1.4 Tetőtéri tűzvédelmi épületszerkezetek = problémák?

A tűzvédelmi követelmények és ajánlások gyakorlati alkalmazása számos kérdést és problémát vet fel a tervezés, kivitelezés és használat során.

A megrendelő, aki az esetek 95%-ában laikus, nem ismeri a tűzvédelmi épületszerkezeteket.

A tervezők és kivitelezők a spórolás egyik módjának a tűzvédelmi szerkezetek megspórolását, kispórolását látják.

Az építészet tervezőkből hiányzik a tűzvédelmi szemléletmód, vagy a tervezői elképzeléseket előtérbe helyezik ha döntést kell hozni design és tűzbiztonság között.

A szakszerű kivitelezés során nem az előírt védelmi szintű építőanyagok kerülnek beépítésre, majd ezt a műszaki ellenőr sem kifogásolja hiányzó háttértudása miatt.

Segítséget kívánok adni a tervezőknek és kivitelezőknek, hogy az elméleti tudásukat a gyakorlatban miként tudják a tűzbiztosabb tetőterek kialakításában érvényre juttatni.

1.5 Lakjuk be okosan a tető terét !

Beépített tetőtér tűzvédelmileg biztonságos kialakításához törvényileg is elfogadott, hierarchikus döntéssorozat vezet, melynek során a tervező és a kivitelező adott esetben nem csak anyagi, hanem büntetőjogi felelősséggel is tartozik, amely főleg egy bekövetkezett tragikus tüzeset során válhat valóságossá.

Elsőként¹ tisztázandó a legfontosabb: mi a tetőtér rendeltetése. Huzamos emberi tartózkodás, amely egyben a tűzveszély legfőbb tényezője és a tűz esetén a leginkább gondot okozó tényező. Meg kell említeni még az egyéb rendeltetéseket is, mint pl. a kazánhelyiség, további gépészeti, villamos terek, .. Általános ügy, hogy az eredeti, terveken szereplő funkció később megváltozik.

Ezt a fontos lépést követi a tűzveszélyességi besorolás megállapítása, tűzterhelés előkalkulálása,

szintszám és magasság figyelembevétele, majd a tűzszakasz méretének megállapítása. Ide kapcsolódó záró mozzanat lehet a villámvédelem műleírásban való kikötése.

Nagyobb léptékű problémaköröknél ezt követően történik a kiürítés számítás, a füstmentes lépcsőház és a rejtett részek megközelítésének kialakítása, tűzivíz rendszer és tűzjelző rendszer beépítésének mérlegelése az épület megközelítésének és hálózati tűzivíz ellátás figyelembevételével.

¹ Forrás: Verlag Dashöfer: Tetőtterek tűzbiztos kialakítása- lépések, 2004

2 Fejezet - Tetőtéri tüzesetek Magyarországon

2.1 Tetőtéri tüzesetek archívuma

Országos kimutatások és statisztikák, vagy bármely más kimutatások után kutatva arra a konklúzióra jutottam, hogy a tetőtéri tüzesetek nagyon nagy károkkal járó eseteiről sem országos, sem részleges statisztikák nem találhatóak. Tűzoltósággal történt konzultáció szerint ők sem ismernek ilyeneket.

Információként hosszas kutatás után is csak sajtócikket lehet találni – általában egy távlati fotóval- a világhálón, teljesen összefüggéstelenül.

Sajnálatos módon ma a tűzoltóság egy-egy tűzoltási esetben nem készít részletes fotódokumentációt és állapotleírást az épületszerkezetek eredeti (épen maradt részek és felületek) és a tüzeset miatti elváltozott állapotáról, a tűzterjedést segítő anyagokról vagy szerkezeti kialakításokról.

Véleményem szerint amennyiben a tűzoltóság ezen szempontokat is belevenné a jegyzőkönyvekbe, vagy szerkezeteket mutató fotódokumentációkat készítenének, melyek szakmai körökben hozzáférhetőek lennének, az nagyban segítené a szerkezetek valós beépítési szituációban a tűz hatására történő viselkedés kutatását, majd innovatív fejlesztését, betervezésük fejlesztését és kivitelezésük sarkalatos pontjainak jobb megértését, esetlegesen kötelezővé tételét.

Kissé utópisztikus az a gondolatom, hogy egy független szakmai szervezet működtethetne egy zárt weboldalt, ahol egy közös excell-be arra jogosultak felvihetnék az eset adatait, és fotóit a következő pontok szerint: helyiség, épület elhelyezkedése és építészeti adottságai, időpont, káreset mértéke, személyi sérülés volt-e és annak súlyossága, gyújtóforrás, érintett szerkezetek anyagai és elváltozásai.

2.2 Tetőtéri tüzesetek gyújtóforrásai

Külső tűzkeltő gyújtóforrások:

- villámcsapás
- szomszéd épületekről, növényzetről, tárgyakról tűzátterjedés
- tetőre szerelt berendezések meghibásodása
- szomszéd épületek tükröződése lencsehatással együtt

Belső tűzkeltő gyújtóforrások:

- konyha és berendezései meggondolatlan betervezése
- dohányzás
- gyertyahasználat
- elektromos fal- és padlófűtés
- kandalló, mely újra divat lett
- bármely legkülönbözőbb emberi tevékenység

Tetőtér határoló szerkezetében lévő tűzkeltő gyújtóforrások:

- elektromos kábelek tetőszerkezetben, álmennyezetben, álpadlóban
- kéményttest

Fontos megemlíteni a klímaváltozás következményeinek kihatását az építési szokásokra. Emelkedett a hirtelen érkező viharos órák száma a nyári évszakban, mely a hirtelen felhőszerkezet és nagy sebességű szélnyomás mellett emelkedett számú villámlással jár, mely növekvő számban csap építményekbe és épületekbe.

Egy példa belső gyújtóforrásra: Családi ház kazánhelyiségében ütött ki a tűz. Emberi felelőtlenség miatt nagyobb méretű fával tüzeltek, így annak ajtaját nem tudták bezárni. Elképzelésük szerint pár perc múlva beljebb tolták volna a túlméretes tüzelőanyagot, de elfelejtkeztek róla. A tűz a kazánhelyiségekből kivezető drótokon, lambérián és polisztirol burkolólapokon pillanatok alatt felszaladt a ház legfelső tereibe, majd onnan szétterjedve kiégett az egész ház:²



Villámcsapás okozta tüzeset³:



2.3 Kéménytest problematikája

A régen használt kandallók, kályhák rosszabb hatásfokkal működtek, mint a ma használatban lévő berendezések, ráadásul a nyílt égésterű fűtőberendezések a kéményből is kaphatnak némi hideg levegőt, amely keveredve a füstgázzal csökkenti annak hőmérsékletét, ezáltal is csökkentve a tűz kockázatát. Szilárd tüzelés esetén (kandallók) a berendezések füstgázának hőmérséklete elérheti a 300-600 °C-ot, gáz esetes ~60 °C, így sokkal nagyobb kockázatot hordoz magában. Ezt a kockázatot csökkenthetjük a megfelelő belésű kémény kiválasztásával, de a kockázatot ezzel nem lehet megszüntetni.

A magas hőmérséklet elérését kiválthatja az is, ha a fűtés során a kéményben lerakódott korom begyullad és az így termelődött hő régi, vagy nem megfelelően karbantartott kémény esetében elszökhet és akár közvetlenül a náddal is érintkezhet. Ennek a tetőn vagy

² Forrás: Kalocsai Városi Tűzoltóság, 2010 - Dunaegyháza

³ Forrás: www.langlovagok.hu

padlásokon keletkezett lerakódások lehetnek a figyelmeztető jelei. A kémény károsodását okozhatja az égés folyamán létrejövő gázok által beindított kémiai reakciók, a kémények bélésében, ez leginkább a régebbi épületekben áll fent.

Fontos tehát, hogy a kémény körül ne legyen túl nagy nád réteg és, ha lehet kerüljön közé szigetelés.

A kéménnyel szomszédos éghető anyag felületi felmelegedése 60°C is lehet ezért a tetőszerkezet fagerendája és minden éghető anyag a kéménytesttől minimum 12cm távol legyen.

Nádfedés esetében a National Society of Master Thatchers (NSMT) (UK) végzett kísérletek azt bizonyították, hogy a nád szikrák, illetve kisebb égő anyagok hatásaival szemben rendkívül ellenálló, ha a nád hideg és nedves állapotban van, ami mindig fennáll abban az esetben, ha az épületben használják a fűtést.

Ami a problémát a kísérletek szerint az okozza, hogy a kéményben lévő füstgáz felmelegíti a mellette lévő falat és magát a kéményt is és, ha ez a hőmérséklet eléri az ilyen szempontból kritikus 200°C-ot és ez az állapot huzamosabb ideig fennáll, akkor az a tűz kialakulásához vezethet, mivel a nád rendkívül jó hőszigetelő és ezért a kialakuló hő könnyen megreked a nád és a kémény között. A kísérletek szerint a kémény hőmérsékletének 85%-át is elérheti a nád.

3 fejezet - Beépített tetőterek tűzállósági követelményei

Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat - 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet - ide vonatkozó, de általános, bevezető jellegű paragrafusainak és előírásainak ismertetését a 2. számú melléklet tartalmazza.

Címszavakban ezek a következők:

- Kulcsfogalmak az OTSZ-ből, melyekkel beépített tetőtér esetén találkozhatunk
 - Tűzvédelmi általános és tűzállóság-vizsgálati fogalmak
 - Tűzvédelmi tervezés fogalmai
 - Épületszerkezetekkel kapcsolatos fogalmak
- Tűzvesélyességi osztály és tűzállósági fokozat
- Építőanyagok tűzvédelmi osztályba sorolása
 - Tűzvédelmi osztályok
 - Tűzvédelmi osztályba egyértelműen nem sorolható szerkezetek
 - EN. 13501-1 besorolási táblázat

3.1 Beépített tetőterek speciális tűzállósági követelményei: OTSZ- 3.7.1.4 fejezet

Beépített tetőterek tűzállósági követelményeit az alábbiak szerint lehet meghatározni:

A tetőteret is tartalmazó tűzszakasz tűzállósági fokozata alapján, az OTSZ 3.1. – 3.4. táblázatok szerint kell kialakítani.

Ehhez képest engedményezően a **legfeljebb 3 szintes beépítendő, és I - III. tűzállósági fokozatú** épületek esetén az itt látható táblázat követelményei is alkalmazhatóak.

Szerkezet csoport	Szerkezet megnevezése	Beépítendő épület szintszáma		
		N=1	N=2	N=3
Tartó-szerkezetek	Tetőtéri teherhordó és merevítő szerkezetek elemei (keretállások, székoszlopok, szelemenek, dúcok, könyökök, szélrácsok, kötőgerendák stb.), amennyiben az használati téren kívül, vagy belül található	D R 15	D R 30	C R 45
	Amennyiben külső térelhatároló funkcióval rendelkezik	D RE 15	D R 30 E 15	C R 45 E 30
	Amennyiben belső térelhatároló funkcióval rendelkezik	D REI 15	D R30 EI 15	C R45 EI 30
Térelhatároló szerkezetek	Tetőtéri térelhatároló szerkezetek (ferdetető, vízszintes zárófödém)	D E 15	D E 15	C E 30
Szkipari szerkezetek	Magastetők hőszigetelése, amennyiben az légréssel vagy egyéb, légréssel érintkező éghető anyaggal érintkezik	D	C	A2

A tartószerkezetekre vonatkozó tűzállósági határérték-követelményt az alábbi módon lehet kielégíteni:

- A használati tér felőli burkolat (vagy tűzvédő álmennyezet, valamint önálló tűzállósági határértékkel rendelkező membrán) tűzvédő képességével, amennyiben az a tartószerkezettel együtt biztosítja a tartószerkezetre előírt tűzállósági követelményt;
- A tartószerkezeti elemek és azok szerkezeti kapcsolatainak Eurocode szerinti erőtani és tűzállósági méretezésével.
- Akkreditált laboratóriumban végzett tűzállósági vizsgálattal igazoltan.

A tartószerkezet tűzvédelmére alkalmazott burkolat tűzvédő képessége az alábbi feltételek együttes teljesülésével vehető figyelembe:

- A burkolat mögött, a tartószerkezet felőli oldalon gyújtóforrást okozható vezeték, berendezés nem található (gépészeti berendezés, elektromos vezeték, stb.);
- Amennyiben a burkolat síkjába vagy a burkolat síkja mögé kerülő épületgépészeti és épületvillamossági szerelvények beépítési módja a burkolat folytonosságát nem szakítja meg;
- Amennyiben a burkolatot áttörő és önmagukban gyújtóforrást nem okozó épületgépészeti vezetékek (csatornaszellőző, stb.) a burkolat síkjában a burkolat tűzállósági határértékével megegyező és a burkolatot áttörő vezeték jellegének megfelelő tűzgátló tömítéssel és elzáró szerelvényel ellátottak;
- Tetősík ablakok alkalmazása esetén a káva burkolata a tűzvédő burkolat módjára kialakított burkolattal megegyező tűzállósági határértékű és kialakítású legyen.
- Amennyiben a tetőszerkezet nyílásos homlokzati sík elé lógó szakaszát (eresz) alsó síkján és homlokvonalán teljes hosszában és szélességében a belső burkolat tűzállósági határértékével megegyező, alsó tűzhatás ellen védő tűzgátló burkolattal kell ellátni.

A fenti táblázat alkalmazásának további feltételei:

- A tetőre való kijutás és a be nem épített tetőtéri rész megközelíthetőségét biztosítani kell. A be nem épített tetőtéri részbe vezető nyílászáró legalább EI 15 minőségű legyen;
- A beépített tetőtér alatti födém szerkezet a tetőtéri szerkezetek állékonyság-vesztése esetén őrizze meg teherviselő képességét.
- **Tetőtérben óvodák, valamint mozgásukban és cselekvőképességükben korlátozott gyermekek részére létesített iskola, oktatási helyiségei nem alakíthatók ki.**

3.2 Tetők és tetőhéjalások külső tűzzel szembeni teljesítmények osztályozása⁵

A tetők és tetőhéjalások osztályozási rendje külső tűzhatásra bekövetkező tűzterjedési jellemzők alapján az MSZ EN 1187 szabvány 1. vizsgálata szerint történik a Broof (t1) és Froof (t1) osztályokba. További osztály és alosztály nem létezik!

Az osztályba sorolással kapcsolatos előírásokat a MSZEN 13501-5 tartalmazza.

3.2.1 Fedélhéjazattól függő követelmények⁶

A tetők héjazata - a lapos tetők kivételével - I-II. tűzállósági fokozatú, bármely szintszámú, valamint III. tűzállósági fokozatú 3-5 szintes épületekben A1 vagy A2 legyen. III-IV. tűzállósági fokozatú legfeljebb kétszintes épületek tetőhéjazata legalább a Broof(t1) (a vonatkozó előírások) kategóriába sorolt legyen. I-II. tűzállósági fokozatú és két szintesnél magasabb épületeknél - a magas épületek kivételével - Broof(t1) kategóriájú (vonatkozó előírások) fedélhéjazat alkalmazása megengedett, amennyiben az épület tetőszerkezetét (padlástérnél), vagy a fedélhéjazatot és annak tartószerkezetét (törtalakú önhordó tetőfödémnél) az építmény szintektől tűzgátló födémmel egyenértékű REI kritériumokat kielégítő födém szerkezettel választották el.

Középmagas épületeknél ez a kedvezmény csak abban az esetben alkalmazható, ha az épület tűzoltási felvonulási területe legalább két oldalról biztosítható.

Broof(t1) osztályba sorolt fedélhéjazattal rendelkező **épület tetőterében huzamos emberi tartózkodásra alkalmas helyiség(ek)** (lakás stb.) csak abban az esetben helyezhető(k) el, ha a fedélhéjazat hordozó szerkezete legalább C és az alkalmazott hőszigetelés és a tetőtér felőli burkolat A1 vagy A2 anyagból készül.

⁵ Forrás: 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet 4.12.2. fejezet

⁶ Forrás: 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet 4.12. fejezet

A legfeljebb 13,65 m építményszintű tetőterek beépítése során B-E anyagú, Broof(t1) kategóriájú fedélhéjazat alkalmazható, ha a tetőtéri helyiségek térelhatároló szerkezetei A1 vagy A2 osztályúak, és kielégítik a EI 30 tűzállósági határérték-követelményt, valamint az alkalmazott hőszigetelés is A1 vagy A2.

Zsindely-, nád-, szalma és egyéb E, F kategóriába tartozó anyag önálló fedélhéjazatként - típusstervek kivételével - csak a területileg illetékes tűzvédelmi hatóság külön, egyedi esetekre (egyedi esetként kezelendő a tájegység vagy területrendezési egység is) vonatkozó engedélye és annak feltételei alapján, legfeljebb kétszintes épületeknél alkalmazható.

3.2.2 Tetőfelülvilágítók⁷

A B-E tűzvédelmi osztályú anyagból készült felületek összes területe nem haladhatja meg a tetőfelület alapterület 1/3-át, távolságuk a tűzszakasz határától I-II. tűzállósági fokozatú építményeknél legalább 1,8 m, III-V. tűzállósági fokozatú építményeknél legalább 3,0 m legyen.

⁷ Forrás: 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet 4.13. fejezet

4 Fejezet - Tetőtér-beépítések során felhasznált anyagok és szerkezetek tűzvédelmi aspektuai, használatuk régen és ma

Ezen fejezettel célom, hogy felhasználói szemszögből tekintve tételesen bemutassam az építőanyagokat és szerkezeteket. Fő rendezési elvnek a szerkezet funkciója szerinti rendezést választottam, majd ezen belül a Magyarországon rendelkezésre álló anyag típusokat rendezem tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint.

4.1 Tartószerkezetek

Tartószerkezetek tűzvédelmi problémái⁸:

- **Zárófödémről függetlenített** (pl. kötőgerendás, beépítetlen fedélszékek): az épületre a fedélszék csak függőleges erőket közvetít. A fedélszerkezet elemeiben keletkező vízszintes erőket a kötőgerendák veszik fel. Jellemző, hogy a zárófödémről függetlenített fedélszékek tüze esetén az épületre a tűz gyakran nem terjed át, mert a csapos-gerendás zárófödém agyagtapasztása vagy a később alkalmazott beton járófelület a tűzterjedést megakadályozza még faszervezetű födém esetén is. A vasbeton koporsófödémre épített tetőszerkezet (vagy tetőhéjalást alátámasztó szerkezet) bizonyos szempontból szintén független az épület zárófödémétől, azaz épülettűz esetén szintén előfordulhat, hogy a koporsófödém belüli belső terek csak kisebb mértékben károsodnak.
- **Az épület zárófödémével vagy térdfallal egybeépített** (pl. torokgerendás, fogópáros stb. fedélszékek). A fedélszerkezet rúdelemeiben ébredő húzóerőt a felmenő szerkezetek veszik fel (zárófödém, vagy a térdfal és zárófödém együttesen). Az ilyen tetőszerkezetek tüze esetén a belső terek – beépített tetőtér – szinte mindig károsodik.

4.1.1 Fa

A faanyagok égésekor jelentős hőmennyiség szabadul fel. **A fa** termikus bomlása már 100-105°C hőmérsékleten megkezdődik, gyulladáspontja – amikor a bomlástermékei a levegő oxigénjétől maguktól meggyulladnak – 250-350°C között van. A tűz kiterjedésével (flash over) a tűzben mérhető hőmérséklet az 1000°C-ot is meghaladhatja, így a fa gyulladása (idővel) elkerülhetetlen. Az égés során a tűznek kitett felületek elszenesednek, ami jó hőszigetelő képessége révén lassítja a belső fa részek felmelegedését és meggyulladását. A faanyagok keresztmetszetének belseje felé irányuló elszenesedését nevezzük beégésnek, a folyamat időtől történő függését beégési sebességnek. A faanyag keresztmetszete beég, de az el nem égett „maradó keresztmetszet” továbbra is képes a terhek hordására.

A beégés sebessége az Eurocode 5 (EN 1995-1-2:2004-E) szerint tervezhető. A szabvány megkülönböztet egydimenziós és többdimenziós (több irányból egyszerre történő, pl. oszlop) beégést. Ezen kívül a teherhordó fa szerkezetek tervezésekor több befolyásoló tényezőt vesz figyelembe.

A beégési sebesség az alábbi paramétereiktől függ⁹:

- A fa tömegsűrűségétől (a nehezebb fa beégési sebessége lassabb)
- A fa nedvességtartalmától (minél nagyobb a nedvességtartalom, annál lassabb a beégés)
- A tűznek kitett felület és a térfogat arányától (minél nagyobb a tűznek kitett felület adott térfogat mellett, azaz minél tagoltabb a szelvény, annál kisebb a tűzállóság)

⁸ Forrás: Verlag Dashöfer 2004 Tetőtterek tűzbiztos kialakítása

⁹ Forrás: Verlag Dashöfer: 2004 Tetőtterek tűzbiztos kialakítása

- ez a külföldi gyakorlatban U/A viszonyszámként ismert
- A faelemet terhelő tűz intenzitása (tűzterhelés)
- A légáramlási viszonyok (huzathatás)
- A fa minősége (repedés, kieső ággöcs, csavarodottság, deformációs hajlam általában növeli a beégési sebességet)
- A tényleges tűzállóság függhet még a beépített faelem statikai modelljétől is (statikailag határozatlan szerkezetek tűzállósága általában nagyobb), azonban ezt bizonytalansága miatt a számítási eljárásokban rendszerint nem veszik figyelembe

A tűzállósági méretezéshez a fa fajtájától függő beégési sebességek ismerete szükséges, amely a fa tartószerkezetek tűzállósági vizsgálata során a teherviselő keresztmetszeti méretek¹⁰.

Faanyag tervezési beégési sebessége EC 5 szerint :

	β_0 mm/min	β_n mm/min
a) puhafa és bükkfa: rétegelt ragasztott tartók minimum testsűrűség $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ tömör fa minimum testsűrűség $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 0,65	0,7 0,8
b) keményfa: tömör fa vagy rétegelt ragasztott tartók minimum testsűrűség $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ tömör fa vagy rétegelt ragasztott keményfa tartók minimum testsűrűség $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,65 0,50	0,7 0,55
c) LVL(Laminated veneer lumber): rétegelt ragasztott keményfa tartók minimum testsűrűség $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
d) Panelek: fafurnér borítású faanyagú építőlemezek, és más fa alapanyagot is tartalmazó építőpanelek	0,9 ⁺ 1,0 ⁺ 0,9 ⁺	- - -

⁺az értékek 20 mm vastagságú, 450 kg/m³ testsűrűségű paneleken lettek megállapítva más keresztmetszetű és sűrűségű anyagokra : 3.4.2(9) pont

β_0 tervezési beégési sebesség egydimenziós beégés esetén szabványos vizsgálat alatt
 β_n mértékadó tervezési beégési sebesség szabványos vizsgálat szerint

Annak ellenére, hogy a rétegelt-ragasztott szerkezetek nagy nyomáson történő ragasztásából származó repedésmentesség miatt jobban ellenállnak a tűz hatásának, és így a beégési folyamat kedvezőbb a tömör tartókéhoz képest, az átlagos adatoktól az eltérést a korlátozott számban elvégzett kísérletek, illetve a biztonsági szempontok nem támasztják alá kellő mértékben a magasabb tűzvédelmi besorolást..

4.1.2 Fa anyagok(tartószerkezeti funkció) tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint:

A1 vagy A2 Faanyagból égéskésleltető anyagokkal A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú anyag nem állítható elő!

- B- s1-d0 cementkötésű faforgácslap –CK (Bentonyp)
- B- s1-d0 nagy ellenállású egyrétegű faforgácslap melamin-karbamid formaldehid, (MUF) műgyanta kötőanyaggal : (QSB P5 E1)
- B-s2-d0 égéskésleltetett fa EN 13501-1
- D-s1-d0 faforgács
- D-s1-d0 OSB (Kronowood - OSB E1 S100)
- D-s2-d0 kezeletlen faEN 13501-1
- D-s2-d0 Szerkezeti faanyag - Négyzetes keresztmetszet, fűrészelt áru, égéskésleltetés nélkül (Minimális testsűrűség 450kg/m³, Minimális vastagság 22 mm)

10 Forrás: Eurocode 5: Faszerkezetek tervezése/1-2. rész: Általános szabályok: Tervezés tűzterhelésre/ 3.1.táblázat

D-s2-d0 Rétegelt-ragasztott tartók- EN 14080 alapján gyártva, égéskésleltetés nélkül (Minimális testsűrűség 380kg/m^3 , Minimális vastagság 40mm) (Steico)

Magyarországon legelterjedtebb tetőtéri kialakítás:

Faanyagú födém és tetőszerkezet, OSB szárazépítésű járófelület képzés, fa nyílászárók.



11



12



13

Ácsszerkezet csomópontját összekötő laposvas, mely az emelt hőhatás és a megnövekedett teher hatására eltorzult.



14

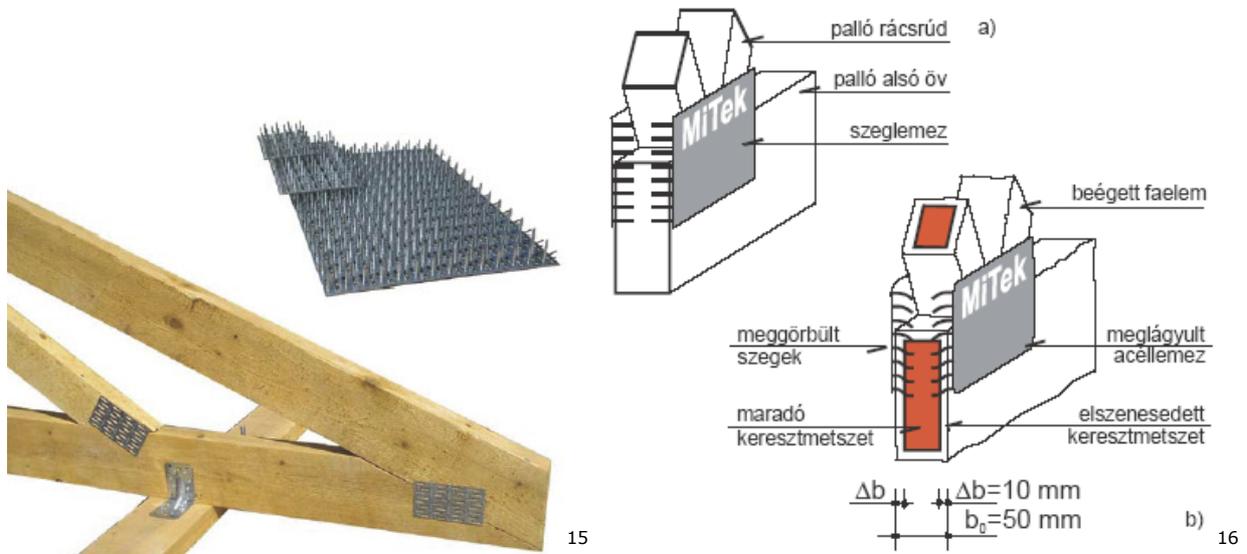
11 Forrás: <http://www.zakariacsok.hu/tetofedes-naplo/komplett-teto-epitese-fa-fodemmel-velux-ablakok-beepitesevel-budakeszi-2010.html>, letöltés ideje: 2011.05.10.

12 Forrás: fotók: Molnár Eszter – Faanyagvédelmi Szakértő

13 Forrás: fotók: Molnár Eszter – Faanyagvédelmi Szakértő

14 Forrás: fotó: Király András – Tűzvédelmi Szakértő

4.1.3 Szeglemezes faszerkezetek



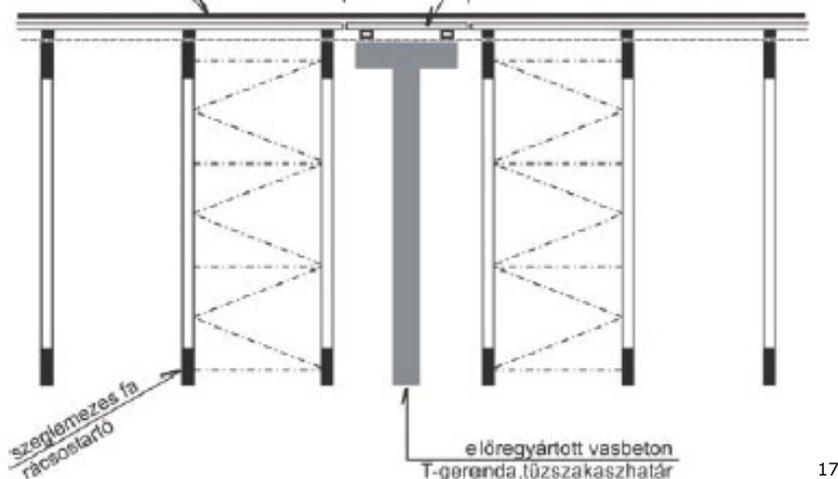
Látszó szeglemezes faszerkezet éghetősége és tűzállósága:

A horganyzott acél szerelvények utólagos, hőhatásra habosodó festéssel történő ellátása sem megfelelő megoldás, mert a horgany bevonat tűz esetén megolvad, mielőtt a felhabosodás bekövetkezne.

Jobb oldali ábrán látható a szeglemezes fa rácsos csomópont „hideg” állapotban (a) és 10 perc tűzhatás után (b).

A szeglemezek anyaga, az acél nem éghető (A1), de 500 °C hőmérsékleten folyáshatára megfelelődik. A fa külső kérge beég, a szeglemez kilágyul, végül a meggörbült szögek kihúzódnak a fa még el nem égett részéből is.

A látszó szeglemezes faszerkezetek tűzállóságát EC 5 szerint kell méretezni és tervezni .



Szeglemezes tetőszerkezet tűzszakasz-határon meg kell szakítani, és az utolsó két traktusban rácsostartós merevítést kell kialakítani.

A szeglemezes fatetőék jelentős hányada tűzvédő (jellemzően gipszkarton) álmennyezettel és nem éghető (cserép vagy fémlemez) fedéssel épülnek.

15 Forrás: http://www.igmh.hu/system/files/MiTek_szeglemezes_faszerkezetek.pdf, letöltés ideje: 2011.05.15.

16 Forrás: http://www.igmh.hu/system/files/MiTek_szeglemezes_faszerkezetek.pdf, letöltés ideje: 2011.05.15.

17 Forrás: http://www.igmh.hu/system/files/MiTek_szeglemezes_faszerkezetek.pdf, letöltés ideje: 2011.05.15.

4.1.3.1 Vékonygerincű fatartó¹⁸

A Steico cég által kifejlesztett innovatív fatartó (és teljes könnyűszerkezetes építési rendszer) hővezetési ellenállása a vékony gerincnek köszönhetően kimagaslóan jó ($\lambda_D 0,043 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), a gerinc két oldali tűzvédelmi kialakítása gyári körülmények között megoldható. Használata rohamosan terjed, a passzívház építések fontos eleme.



4.1.4 Acél

Acélszerkezeteket tűzterherre az Eurocore 3. 1-2 fejezet szerint kell tervezni.
Tűzvédelmi besorolása: A1

Acél viselkedése tűz hatására:

- 100-200 °C az acélszerkezet lágyulni kezd
- 600 °C a folyáshatár több, mint 50%-kal csökken, a rugalmassági modulus kb.70%-al csökken
- 700 °C már csak a rendes hőmérséklethez tartozó szilárdság 23%-a áll rendelkezésre
- 700–800 °C lelassul az acél hőtágulása a kristályszerkezet átalakulása miatt
- 800 °C-ig a szilárdság 11%-ra, 900 °C-ig 6%-ra csökken.
- kb. 1500°C az olvadás bekövetkezik.



19

4.1.5 Szilikát anyagú tartószerkezetek: téglá, beton, vasbeton

Tűzvédelmi besorolásuk:

beton, téglá, vasbeton: A1

polisztirolgyöngy-beton: A2

Beton= megszilárdult cementpép + adalékanyag + szálak/acélbetétek

¹⁸ Forrás: <http://www.steico.com/>, letöltés ideje: 2011.06.12.

¹⁹ Forrás: Forrás: Kalocsa Városi Tűzoltóság; Dunaegyház, Határ Út

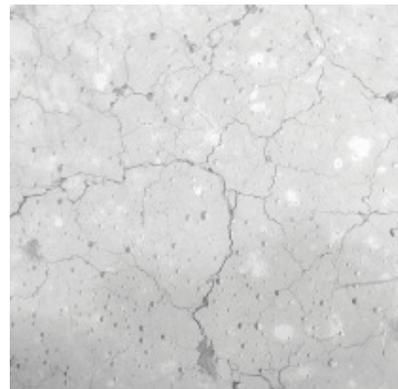
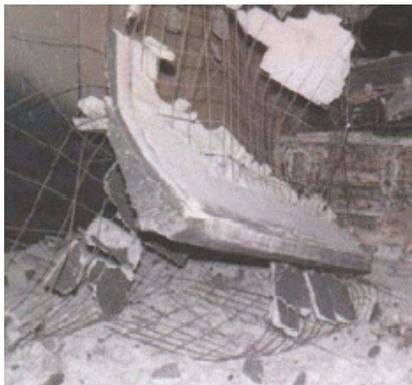
Beton szerkezetek tűzterherre történő tervezését az Eurocore 3. 1-2 fejezet szerint kell végezni.

Beton viselkedése tűz hatására²⁰:

Tűzkárosult feszített vasbetongerenda (feszítáv 18 m, tűzeset 1985) és oszlop:



Szerkezeti elem tönkremenetele közelről:



Mi történik a betonnal magas hőmérséklet hatására?

A magas hőmérsékleten való viselkedés elsősorban a felhasznált adalékanyagoktól függ.

Épületekben a beton általában nem éri el a 700°C-ot, de a lehűlés során nem nyeri vissza rugalmasságát !

Szerkezeti anyag károsodása:

100°C	víz távozása, szilárdságvesztés kezdete	
200°C	Ca cementkő dehidratációjának kezdete	(polipropilén szálak)
400°C	bomlás – olvadás megkezdődik	(polipropilén szálak)
500°C	Ca(OH) ₂ bomlása	(megszilárdult cementpép)
500- 600°C	kvarc átalakulása	(adalékanyag)
700°	CCSH bomlása	(megszilárdult cementpép)
800°C	CaCO ₃ bomlása	(megszilárdult cementpép)
1200°C	olvadás	

A cementkő mikrostruktúrájának változása:

100°C	kémiailag kötött víz távozásának kezdete
400°C	kalcium-hidroxid dehidratálódása, a beton szilárdságvesztésének kezdete

²⁰ Forrás: Balázs L. György- Lublós Éva: Beton, előadásvázlat, letöltés ideje: 2011.04.12.

573°C	kúszás erőteljes növekedése, kvarc térfogat növekedéssel járó átkristályosodása
(0°C - 500°C	növekvő repedés szám, 600°C-tól nem alkalmazható teherhordó betonként)
700°C	CSH hőbomlása
800°C	kalcium-karbonát hőbomlása, kerámiai kötés felbomlása
1300°C	megkezdődik a beton olvadása
1400°C	beton megolvad

Robbanásszerű spalling befolyásoló tényezői (spalling= lepattozás):

- 1) áteresztő-képesség: tömörebb szerkezet → *veszély nagyobb*
- 2) beton kora: idősebb beton → kisebb nedvességtartalom → *kisebb kockázat*
- 3) beton szilárdsága: nagyobb szilárdság → tömörebb szerkezet → *nagyobb kockázat*
- 4) adalékanyag típusa: kisebb lináris hőtágulás → *kisebb kockázat*
könnyű adalékanyag < bazalt < mészkő < kvarckavics
- 5) adalékanyag szem nagysága: nagyobb szem nagyság → *nagyobb kockázat*
- 6) repedések: mikrorepedés → *segít*, makrorepedés → *növeli a kockázatot*
- 7) vasalás: kedvezőtlen elhelyezés → repedések számát növeli → *nagyobb kockázat*
- 8) betonfedés: nagyobb betonfedés → *nagyobb kockázat*
- 9) kiegészítő vasalás: kiegészítő kéregvasalás (vasháló) →→ *csökkenti a kockázatot*
- 10) száladagolás:
 - acélszálak:* a húzószilárdság növelése miatt a tönkremenetelkor még több energia szabadul fel → *veszélyes*
 - PP szálak:* NC → *kockázatot csökkent*
UHPC → *nem bizonyított a kedvező hatás*
- 11) légpórus – tartalom: pórus-gőznyomást csökkent → *kisebb kockázat*

Tűzterherre való betontervezéskor a következőket kell figyelembe venni:

1. Cement:

- Mészkőliszt kiegészítő tartalmú cementek alkalmazása nem javasolt.
- kohósalak kiegészítő tartalmú cementek kedvezőek.
- Magas hőmérséklet hatására kvarckavics adalékanyagú betonok felületén megjelenő repedések száma és mérete a cement típus függvényében változik.

2. Adalékanyag:

- Mészkő adalékanyag alkalmazása nem javasolt.
- Duzzasztott habüveg adalékanyagú beton nem javasolt.
- Duzzasztott agyagkavics csak kizárólag PP szálakkal együtt javasolt.

3. Szálak:

- Műanyag szálak alkalmazása javasolt nagy szilárdságú, illetve kis porozitású beton esetén.
- Műanyag szálak alkalmazása esetén ügyelni kell a megfelelő szálgeometriára felületi károsodás megolvadt szálak égés nyomok nem látható.

4.1.6 Kő

A1 nem éghető tűzvédelmi besorolású.

A kőszervezetek ugyan "**nem éghető – A1**" besorolásúak, azonban a kőzetet alkotó ásványok magas hőmérséklet mellett átkristályosodnak, roncsolódnak, térfogatuk eközben növekszik és új ásványok is létrejöhetnek, amelyek következtében a kőanyag integritását veszíti. Jellemző még a felforrósodott kövek oltóvíz hatására gyors lehűlésekor keletkező repedések is, amelyek a hajlított szerkezeteknél és a konzoloknál okozhatnak azonnali állékonyságvesztést. A kőszervezetek utólagos megerősítési módszerei (ún. kővarrás, egyéb acélszerkezetes megerősítés, szénszálalás anyagú megerősítés) a megerősítési módszerek gyenge tűzállósága ellenére sem eredményez kedvezőtlenebb tűzállóságot. A kőszervezetek tűzállóságát vakolatokkal, torokrét köpenyezéssel lehet javítani, amellyel azonban elveszítik eredeti megjelenésüket, történeti szerkezetek esetén ezért csak takart helyzetben

alkalmazhatók. A torkrét megerősítéssel önmagában kielégíthetjük a tűzállósági követelményt, ügyelni kell azonban az acélgerenda megfelelő betontakarására, illetve a betontakarás rabichálós erősítésére, védelmére.

4.2 Hőszigetelések

Építőipari alkalmazásuk kezdete:

- 1935: Kőzetgyapot
- 1941: Extrudált Polisztirolhab – XPS(haditechnikai felhasználás, 1944 hőszigetelő anyag)
- 1950: Expandált Polisztirolhab – EPS, és poliuretán (PUR)
- 1990: Formahabosított Expandált Polisztirolhab – FPS

A szarufák feletti hőszigetelés anyaga lehet:

expandált polisztirol (EPS), extrudált polisztirol (XPS), formahabosított polisztirol (FPS), poliuretán (PUR), poliizocianurát (PIR)

A szarufák közötti hőszigetelés anyaga lehet:

kőzetgyapot, üveggyapot, expandált polisztirol (EPS), extrudált polisztirol (XPS), befújt cellulóz őrlemény, PIR

A szarufák alatti hőszigetelés anyaga lehet:

kőzetgyapot, üveggyapot, expandált polisztirol (EPS), extrudált polisztirol (XPS) PUR/PIR hab, befújt cellulóz őrlemény

Tűzvédelmi szempontból a kőzetgyapot és az egyéb más alapanyagú hőszigetelő anyagok között az a legfőbb különbség, hogy a kőzetgyapot 1000 °C -ot meghaladó hőnek is ellenáll. Az üveggyapot ennél alacsonyabb hőmérsékleten (600°C) elolvad. A műanyaghabok többségénél már 300 °C hőmérséklet alatt bekövetkezik a teljes tönkremenetel, égnek és/vagy elbomlanak. A kőzetgyapottal hőszigetelt szerkezetek hosszabb ideig képesek ellenállni a tűznek, mint más hőszigetelő anyaggal kialakított épületszerkezetek. Ennek eredményeként több idő áll rendelkezésre a személyek kimenekítésére az égő épületből, és a tűzoltóknak is több idő áll a rendelkezésükre a tűz eloltására, mielőtt az épület teljesen lángba borulna, majd összeomlana.

4.2.1 Hőszigetelések tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint:

- A1: kőzetgyapot (légzárósági probléma: a füst átszivárog rajta)
- A1, A2: üveggyapot (légzárósági probléma: a füst átszivárog rajta)
- B-s1-d0: fagyapot építőlemezek, (hőszigetelés fölötti kiszellőztetett légrés gyors tűzterjedést eredményezhet)
- B-s2-d0: befújt cellulóz őrlemény
- B-s2-d0: egykomponensű, módosított poliuretánhab, hajtógázzal kiszórva, a légnedvesség hatására hőszigetelő keményhabbá szilárdul. (Promafoam-C)
- D: alufólia kasírozású PUR (Bachi)
- D: égéskésleltetett polisztirolhabok
- D-s3-d0: PIR
- E: PIR és PUR hőszigetelések, kókuszrost hőszigetelés, befújt cellulóz őrlemény minden csupasz polisztirol: extrudált, expandált, formahabosított
- F vagy E: természetes alapanyagokból készülő szálal hőszigetelések, égéskésleltetésük nem mindig biztosítható
- E: MDF lappal és fóliákkal kombinált PUR

4.2.1.1 A hőszigetelő anyagok égése²¹

Az épülettüzek nagy részénél a vezető halálok nem az égés okozta sérülés, hanem a keletkezett füst miatti mérgezés, fulladás. A füst nem csak az épületben tartózkodók menekülését, a látást és a láthatóságot korlátozza, hanem jelentősen megnehezíti, rontja a mentés, oltás feltételeit. A maró füst nem csak az emberekre veszélyes, de az épületben található gépek, berendezések tönkremenetelét is okozhatja.

Füstképződés és toxicitás:

A keletkező füst összetétele bonyolult, tartalmaz párákat (gőzt), gázokat, lebegő részecskéket, mint a korom és a hamu.

A valóságos tűz lefolyása nagyban függ az égés oxigén ellátásától, valamint az éghető anyagok mennyiségétől. A szabványos vizsgálatok ezért is szolgálhatnak csak ugyanolyan körülmények mellett egyes anyagok tűzzel szembeni viselkedésének összehasonlítására, amitől az anyagok valós tűzben való viselkedése – tekintettel a változó körülményekre – igen eltérő lehet.

A mérgező gázok hatásai:

A nemzetközi szakemberek a mérgező gázokat két fő csoportra osztják:

Kábító gázok, mint a szén-monoxid (CO), szén-dioxid (CO₂), hidro-cián ecetsav, melyek befolyásolják a vér oxigén szállítását.

Irritáló gázok, melyek irritálják a nyálkahártyát Ezek közé tartozik a sósav (HCl), hydrobromic sav (HBr), kén-dioxid (SO₂) és nitrogén-dioxid (NO₂).

A formaldehid a szem kötőhártyájára van maró hatással, valamint a bőrre és a felső légutak nyálkahártyájára. Következésképpen köhögés, szemkönnyezés, mellszorítás, álmoság lép fel. 10-20 ml/m³ esetén a légzés nagyon nehézé válik.

Láthatóság és toxicitás								
Hőszigetelő anyag típusa	Füst átláthatósága*		Füstgáz toxicitása** (mennyiség egysége mg/g)					
	Összesített sötétségi adat	Maximális optikai sűrűség	CO	CO ₂	HCN	HCl	HBr	SO ₂
PIR	165	52	598	1170	34	28	0	0,5
PUR	585	182	442	1375	38	45	0	0,5
XPS	230	170	96	1041		4	16	0,5
EPS	28	60	165	1881		1	3	0,5
Üvegyapot	4	1	25	136				0,4
Kőzetgyapot	0	0	17	83				

*Analysis following NF X 10702

** Analysis following NF X 70100 (combustion at 600 °C)

File LNE # 9110670

Néhány hőszigetelő anyag égés során felszabaduló gázok:

Anyag	Gáz összetevő	Mennyiség (ppm) a füstgázban			
		300 °C	400 °C	500 °C	600 °C
EPS	Szénmonoxid	10	50	500	1.000
	Aromás	50	120	520	60
Fa (fenyő)	Szénmonoxid	400	6.000	12.000	15.000
	Aromás	-	-	-	-
Fagyapot	Szénmonoxid	14.000	24.000	59.000	69.000
	Aromás	Nyomokban	300	300	1.000
Parafa	Szénmonoxid	1.000	3.000	15.000	29.000
	Aromás	Nyomokban	200	1.000	1.000

Példa néhány hőszigetelő anyag fűtőértékére:

Anyag	Fűtőérték kJ/kg	1 kg =? kg fa megfelelője	1m ² felületű és 10 cm vastag =? liter benzin megfelelője
Benzin	43 000	2,5	100
Polisztirol	42 000	2,5	2,6
Poliuretán	28 000	1,65	2,45
Gyapjú	21 000	1,25	1,3
Parafa	20 000	1,20	6
Celullóz	18 000	1,05	4,5
Fa	17 000	1	18
Gyapot	17 000	1	0,9
Kőzetgyapot	1250	0,07	0,15

A táblázat adataiból jól láthatók a különböző hőszigetelő anyagok közötti fűtőértékbeli különbségek. Látható, hogy az egyes anyagok között nagyságrendi különbségek vannak, amit tovább ront azok leégési sebessége. Míg a papír alapú könyveké, folyóiratoké 0,7 addig például az EPS és PUR hab leégési sebessége 1,5.

Minél kisebb egy anyag fűtőértéke, annál kisebb mértékben lehet szerepe egy épülettűz kifejlődésében.

4.2.2 Kőzetgyapot²²

Főként vulkanikus és üledékes kőzetek, (pl. bazalt, diabáz, mészkő stb.) keverékének olvadékból előállított üveges szerkezetű szálakból, hőre keményedő, (általában fenol-formaldehid) kötőgyantával előállított termékek. Testsűrűségük: 40–220 kg/m³ között, hővezetési tényezőjük 0,032–0,042 W/mK értékek között van általában. Az ásványgyapot minimum 90 százalékban ásványi alapanyagból áll és maximum 7 százalékban organikus kötőanyagot is tartalmaznak.

4.2.3 Üvegyapot

Az üvegyapot homok alapanyagból készül, illetve nagy százalékban újrahasznosított üvegből, így a források gyakorlatilag kimeríthetetlenek. Az üveg 1400 °C fok körüli hőmérsékleten olvad az olvasztóhútában. Innen a szálaszó abroncsba folyik, ami magas fordulatszámra pörög, így az olvadt üveg az abroncs apró, finom résein keresztül préselődik, nagyon hosszú, rugalmas szálakként. A szálakat rögtön kötőanyaggal vonják be (cca. 5%) amivel kialakítják az üvegyapot birkagyapjúhoz hasonló szerkezetét és tulajdonságait (pl.



²² Forrás: <http://www.rockwool.hu/tobb+mint+hoszigeteles/tuzbiztonsag/a+tuz+meghatarozasa>, letöltés ideje: 2011.04.20.

rugalmasság), majd egy csökemencében cca. 250°C-on megkapja tartását az anyag. Ezt követően történik a méretre vágás tekercesekre vagy lapokra.

A képen üveggyapot szigetelés látható szarufák közötti elhelyezésben. A látható állapot gyanúsán azt sugallja, hogy erre már csak gipszkarton térelhatárolás fog kerülni, és páratechnikai réteg kimarad, továbbá az installációs réteg sem kap tűzvédelmi borítást a tartószerkezet felőli oldalára.

4.2.4 PUR / PIR

Poliuretán habok előállítás²³:

A poliuretán keményhab 90 %-o tis meghaladó zárt cellatartalma eredményezi a jó hőszigetelő képességet ($\lambda = 0,019...0,030$ W/m·K). -180...+100 °C hőmérsékleten alkalmazható, sűrűsége 10 és 300 kg/m³ közötti. Vegyszerálló és biokárosodás-álló, de nem tűzálló és nem öregedésálló.

A kemény PUR habot két folyékony anyagból (di-vagy poliizocianátból és di- vagy polioltól), kis mennyiségű víz hozzáadásával állítják elő. A folyadék- komponensek összekeverése után 1- 2 percen belül megindul a térhálósodási reakció, mely gázképződéssel (pl. CO₂-fejlődéssel) jár. A keletkező gáz (buborékként a polimerben maradván) alakítja ki a sejtszerű cellaszerkezetet, a folyadékállapothoz képest 10-20-szoros térfogat növekedéssel.

A túlnyomás alkalmazása nélkül lejátszódó habkészítési eljárás 3 percig, az utókeményítés 10-12 óráig tart. Az exoterm (hőtermelő) poliaddíciós reakció oldatban, emulzióban vagy olvadéokban is lejátszódhat és a hőmérséklet 160 °C -ig is emelkedhet. Szállítószalagokra történő felhordással habtömböket állítanak elő, majd a kívánt végleges méretre vágják.

Tűznek kitett kemény poliuretán (PUR/PIR) hőszigetelések nem folynak meg, ezért nem alakulhatnak ki másodlagos tüzek.

4.2.5 Papír (cellulóz), mint szigetelőanyag²⁴

Az anyag alapját rosttá darált újságpapír adja, amit bóraxszal és magnézium-szulfáttal kevernek el. (81 % újrahasznosított farostból álló massa 19 % tűzgátló és fakonzerváló anyag, pl. bórásványok) A cellulózrostok és a közöttük lévő levegő kiváló hőszigetelő képességet biztosítanak, a bórax tűzzel szemben ellenállóvá teszi, a magnézium-szulfát, vagy más néven keserűsítő pedig távol tartja a rágcsálókat.

A cellulóz szigetelés hővezetési tényezője: 0,038 W/mK. A magas hőkapacitásának köszönhetően hatékonyabb védelmet nyújt a nyári hőség ellen, mint a hagyományos szigetelőanyagok. A cellulóz szigetelőanyagot nem szabad olyan szerkezetekbe beépíteni, ahol a szigetelőanyag csapadéknak és időjárásnak kitett, illetve nem szabad ráterhelni, nyomásnak kitenni.



23 Forrás: <http://www.banki.hu/~aat/oktatas/menedzser/TF/NTF10ea.pdf>, letöltés ideje: 2011.06.12.

24 Forrás: <http://pezocell.hu/isocell-galeria.html>



25



Gyakorlati alkalmazási területek	Éghetőségi osztály ²⁶
A szigetelőanyag beépítési sűrűsége: 30kg/m ³ - 65 kg/ m ³ A szigetelőanyag vastagsága: 100 mm-től Gyakorlati alkalmazás: légrés nélkül Gyakorlati alkalmazás érvényes hordozói: az EN1323810) szabvány szerint, az alábbi „szabványos hordozó”-hoz : 1. „Faforgácslap”: Lemez sűrűség > 680 t +/- 50 kg/ m ³ , lemezvastagság > 12 +/- 2 mm, Éghetőségi osztály D 2. „Kalcium-szilikát lemez”: Lemez sűrűség > 870 +/-50 kg/ m ³ , lemezvastagság > 11 +/- 2 mm. Éghetőségi osztály: A2	B-s2,65 d0 B éghetőségi osztály, illetve az a tény, hogy a tűzvédelmi besorolás javítása céljából (éégsgátló adalék) egyértelmű lépcsőt lehetett azonosítani a gyártási eljárásban.
A szigetelő anyag beépítési sűrűsége: 30 kg/ m ³ től A szigetelőanyag vastagsága: 40 mm-től	E bárhova befűjva

Tamperei Műszaki Tudományegyetem / Építőmérnöki Kar Tűzbiztonság:

„E” osztály (prEN ISO 11925-2): 1999., VTT (Finn Műszaki Kutató Központ) /Tűztechnológia 2006, VTT/Tűztechnológia.

4.2.6 Vízszigetelések tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint

- E: minden vízszigetelő réteg és műanyag alátéthéjazat
 E: minden alátéthéjazat
 E: kátránypapír
 E: bitumenes vízszigetelések
 E: „Cut Fire” innovatív termékcsalád: kívülről támadó tűz ellen, önkioltó adalékkal.

E és Broof (t1) : műanyag vízszigetelés: termoplasztikus poliolefinnek(TeMa Barrier TPO termékcsalád)

4.3 Belső burkolatok, térelhatárolások

A tetőtér belső burkolata önmagában teljesítheti a teljes szerkezetre vonatkozó tűzállósági követelményt, amennyiben:

- A burkolat kielégíti a védelmi síkok folytonosságának elvét;
- A burkolat mögött gyújtóforrást okozható vezeték, berendezés nem található;
- Amennyiben az eresztűzvédelme megoldott;
- Amennyiben a be nem épített tetőtér megközelítésére szolgáló nyílászáró tűzálló kivitelű (a lehajtható padlásletra is!) ;
- Amennyiben a tetősík ablakok kává kialakítása is a burkolattal megegyező kialakítású(!)

²⁵ Forrás: <http://www.pannoncell.hu/felhasznal.html>

²⁶ Forrás: Clima-super, Isozell, trendisol, climacell, Zimmermeisterhaus - Flocke, Isodek, Dobry – Ekovill, Izocell, Pezocell ETA-06/0076

A szerelt szerkezetek megfelelő tűzállósága csak megfelelő légtömorséget biztosító hézagolással biztosítható, ellenkező esetben lángáttörés következhet be, ami a szerkezet tűzállósági határállapotának elérését jelenti.

4.3.1 Belső térbe épített burkolatok tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint

A1	Gipszrostlemez (Rigidur)
A1	Cementkötésű tűzvédő lap mindkét oldalán perforált horganyzott acéllemez héjalással.(Durasteel)
A1	Kis fajsúlyú kalciumszilikát lap, amely kiválasztott szálakkal és töltőanyagokkal erősített vermikulitet tartalmaz.(Vermiculum)
A1	Közepes sűrűségű, szálerősített kalcium-szilikát alapú lap.(BluClad)
A1	Közepes fajsúlyú kalcium-szilikátlap 500 °C - 800 °C
A1	megnövelt fajsúlyú szigetelőlapok, magas szilárdsággal (Monolux 500, -800)
A1	Kalciumszilikát lap, amelyet kiválogatott szálal anyaggal és töltőanyaggal erősítettek fel. Nem tartalmaz azbesztet vagy bármely szerves szálal. (Masterboard)
A1	Xonolit = Hidrotermikus kalciumszilikát kötőanyagú rostsilikát építőlemez (Promat, Promatect)
A1	Cementkötésű kötőanyagú szilikát anyagú, könnyű tűzvédő építőlapok (Promat, Promatect)
A1	Rosterősítésű vakolat (Hasit 650)
A1	Alumínátcement kötőanyagú rostsilikát építőlemez
A1	hőre habosodó műanyag építőlemez (Palusol)
A2- s1-d0	gipszkarton kazettás álmennyezet (Knauf rendszer – AMF)Rejtett és látszóbordás álmennyezeti rendszer beton födémen, fa födémen vagy tetőszerkezet belső oldalán.15-40 mm vtg betétek
A2- s1-d0	Gipszkarton (Rigips RF,RB)
A2- s1-d0	habarcs: mész-cement vakolatkeverék (Ytong Multipor) pszáráz: = kg/m3
B-s1-d0	Cementkötésű faforgácslemez- Légrés és kiegészítőégéskésleltetés nélkül (min. 1000 kg /m2, min. 10 mm vtg)
B-s1-d0	Gipszkarton lemez (GK 9,5)
C _{fi} -s1	Parketta- Tömör tölgy-vagy kőris parketta, az aljzathoz ragasztva (aljzat: A2-s1,d0), bevonattal, égéskésleltetés nélkül (min. Tölgy: 650 Kiris: 680 kg /m2, min. 8 mm vtg)
C _{fi} -s1	Parketta- Tömör tölgy, kőris vagy lucfenyő parketta, alatta légréssel vagy anélkül, bevonattal, égéskésleltetés nélkül Parketta- Rétegelt szalagparketta, legalább 5 mm tölgy fedőréteggel, bevonattal, az aljzathoz ragasztva (min. Tölgy: 650 Kiris: 680 kg /m2, min. 20 mm vtg)
D-s2-d0	OSB- Zárt vagy nyitott, 22 mm-nél nem vastagabb légréssel, égéskésleltetés nélkül (min. 600 kg /m2, min. 9 mm vtg) Parketta- Horonyeresztéssel vagy anélkül, nélkül vagy zárt légréssel , égéskésleltetés nélkül (min. 450 kg /m2, min. 9/6 mm vtg)
E	Bármely egyéb OSB termék (min. 600 kg /m2, min. 3 mm vtg) Formahabosított polisztirol dekor (sima és 3D) burkolólapok 3D-s MDF burkolólapok
E	A horonyeresztékes deszkaburkolat tűzállósági határértékkel nem rendelkezik.
E	Folyékony textiltapéta (Flowtex)

4.3.2 Gipszalapú építőlemezek²⁷

Gipszkarton lemezek fa- vagy acélvázon.

A gipsz építőlemezek kedvező tűzállóságát a gipsz anyagban lévő, kémiaailag kötött nedvesség biztosítja, amely tűz esetén a tűznek kitett felületen vékony, vízgőzzel telített filmet képez, amelynek elpárolgása hőt von el a gipszkarton lemez felületéről. Az égéskésleltetett papír hordozórétegű tűzvédelmi gipszkarton építőlemezek, 12,5 és 15 mm vastagságban – 1,5 óra tűzállósági határértékig tudnak funkcionálni. A gipsz kristályszerkezete a kémiaailag kötött víz leadásával átalakul, ezt követően a belső kohézió megszűnik, így a lemez felrepedezik, majd deformálódva és töredezve integritását veszíti.

Gipszkarton lemezek képe tüzeset után²⁸:



Gipszrost lemezek

A gipszkarton lemezek tűzállóságát a gipsz anyagba bekevert ásványi rostszálakkal lehet növelni, amelyek a kémiaailag kötött nedvesség elvesztése után is összetartják az építőlemezt, azaz a belső kohéziót biztosítják. Ezek járulékos előnye a nagyobb szilárdság és nem utolsósorban az oltóvízzel szemben mutatott nagyobb ellenálló képesség.

Vakolható fagyapot lemezekkel szintén el lehet érni a megfelelő tűzállóságot; itt a tűzállósági határérték a lemezek vastagságától függ (25, 35, 50, 75, 100 mm lemezek– 3 óra tűzállósági határértékig).

Jó tűzállóságuk titka szintén a vegyileg kötött állapotban lévő víz, amely a tűzben felszabadulva jelentősen megnöveli a tűzállósági határértéküket.

Bomlástermékek: 140 °C felett: CaSO₄ és H₂O. Kb. 1000 °C felett CaO és SO₃.

Veszélyes reakciók, összeférhetetlen anyagok: nem ismertek.

A tűzvédelmi borítások vázszerkezetre csavarozott vagy az építőlemezek egymáshoz tűzésével rögzített tűzvédelmi borítások. A borítás vastagságát a védendő szerkezet statikai szerepe (gerenda vagy pillér) és a szerkezet anyaga valamint az előírt tűzvédelmi követelmény határozza meg.

4.3.3 Cementalapú építőlemezek²⁹

Finomra őrölt hidraulikus kötőanyagok, melyek vízzel péppé keverve levegőn és víz alatt kőszerűen megszilárdulnak.

Jelentős mechanikai szilárdsággal rendelkeznek, „nem éghető” besorolásúak jellemző vastagságuk: 6-60 mm, amellyel arányosan növekszik a körbeburkolt, komplett szerkezet tűzállósági határértéke. Fajsúlyuk általában 500-900 kg/m³ közötti. Alkalmaskor 60-180 perc tűzállósági határérték elérésére is. Égésükkor jelentős mennyiségű kémiaailag kötött nedvesség szabadul fel, amely hőelvonással jár). Hőállóságuk 750-800 C fok, de a kötőerő folyamatossága tűz esetén is sokáig megmarad.

²⁷ Forrás: Verlag Dashöfer

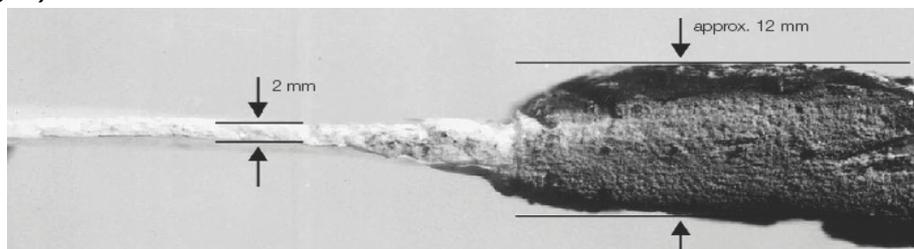
²⁸ Forrás: LB Knauf: Tűzvédelem a szárazépítésben. előadás, Wiesner György, 2009. április 16.

²⁹ Forrás: Dr Takács Lajos: Magastetők, beépített tetőterek tűzvédelmi kérdései c. előadásvázlat

- **Azbesztcement építőlemezek** (rákkeltő, betiltották)
- **Portland vagy szilikát cementek:**
 80% mészkő + 20% agyag, $3\text{CaO} \times 2\text{SiO}_2 \times 3\text{H}_2\text{O}$ és $\text{CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$
- **Aluminát cementek:**
 mészkő + bauxit, ill. timföld nyersliszt, bauxit cementben 40% CaO és 40% Al₂O₃
 gyors hidratáció, nagy kezdőszilárdság
 $3\text{CaO} \times 2\text{Al}_2\text{O}_3 \times 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{H}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3 \times 3\text{H}_2\text{O}$
- **Aluminát cement kötőanyagú rotszilikát építőlemezek:**
 nem éghető töltőanyag, a pórusszerkezet miatt jó hőszigetelő képesség, hőálló kötőanyag, 3 óra tűzállósági határértékig
- **Hidrotermikus kalciumszilikát kötőanyagú rotszilikát építőlemezek**³⁰:
 = ún. Xonotlit.

4.3.4 Műanyag jellegű Hőre habosodó tűzvédő lap³¹

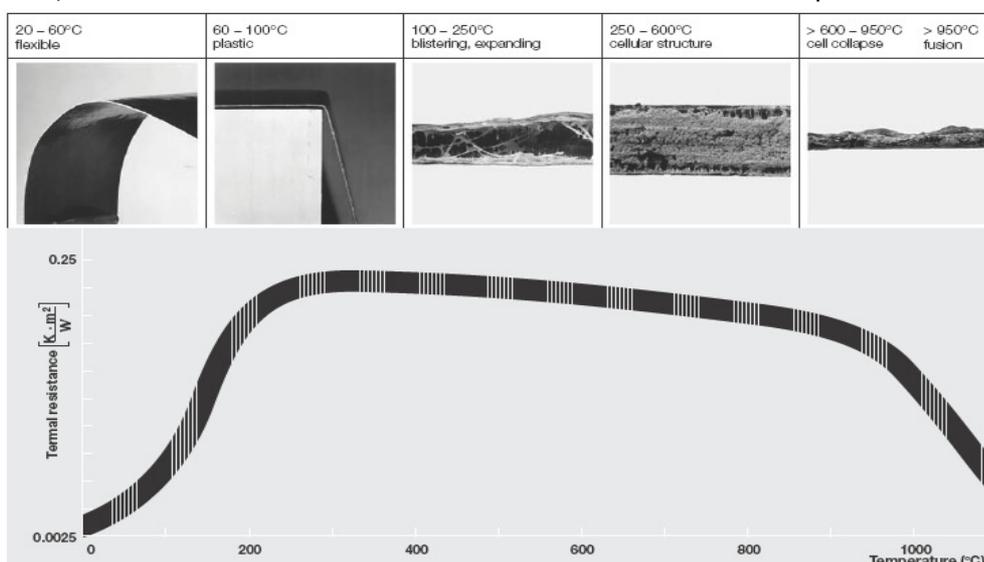
A Palusol tűzvédő lapok magja víztartalmú nátrium-szilikátból és kis mennyiségű szerves adalékból áll. Tartalmaz továbbá üvegrostot és üvegszál fonatot vagy huzalhálót. A magot kétoldalt felhordott epoxigyanta-réteg védi az időjárás határoktól, (amilyen a szén-dioxid, a víz és a vízgőz).



A tűzvédő lapok 20 – 40 °C hőmérséklettartományban rugalmasak és könnyen kezelhetők. Melegben tűzvédő lapok formázhatóvá válnak. 100 °C hőmérséklettől a tűzvédő lap (belső rétege) felhabzik (elsősorban a vastagság irányában), finom pórusú, hőszigetelő és nyomás ellen stabil habréteg képződik. A habosodás meggátlása esetén puffasztó nyomás lép fel, mely 1,5 N/mm² értéket érhet el. Ez a leragasztott védőrétegeket vagy az élprofilokat is kinyomhatja.

A tüzeset alkalmával felhabzó tűzvédő lapok lehetőséget nyújtanak a tervezőknek, hogy tűzvédelem szempontjából lényegesen javítsák szerkezeteiket.

Konkrét alkalmazás esetében figyelembe kell venni az alkalmazással kapcsolatos sajátos szempontokat. A vékony Palusol lapoknak viszonylag kicsi a saját szilárdságuk. Ezért törésbiztosan, ütés és mechanikai sérülés ellen védve kell azokat beépíteni.



30 Forrás: www.promat.hu, 2011.05.20.

31 Forrás: *Bas plasticsf: Palusol fireboard system: Provisional technical information, 2008.march, pdf*

4.3.5 Kiselemes faburkolat

A lambéria a legelterjedtebb tetőtéri burkolatok egyike, annak nyugtató és meleg kisugárzása miatt. Ezzel ellentétben az egyik legtűzveszélyesebb beltéri burkolóanyag. A második képen kiégett lépcsőház körülburkolása **lambériával**³²:



4.3.6 Speciális burkolatréteg légrésben

A hőszigetelés és tartószerkezet felett és a légrés alatt új kiegészítő réteg beépítése terjed az elmúlt években.

A jellemzően fa alapanyagú, nút- féderes élképzésű réteg a beépített tetőtér hőháztartását és hangszigetelését nagymértékben javítja. Ezzel ellentétben a tűzvédelmi szempontokat ronthatja, tekintve, hogy eddig a légréssel (a magasabb hőszigetelési igény szintű építési rendszerekben) kőzetgyapot vagy üveggyapot szigetelés került érintkezésbe, mely helyett most belép a ~D2-s2-d1 - B-s1,d0 tűzvédelmi besorolású anyag. Alkalmazásakor figyelmet kell fordítani a választott termék tűzvédelmi besorolásának ellenőrzésére.



4.3.7 Belső szárazépítési rendszerek: Válaszfalak, aknák, álpadlók és álmennyezetek

A lakások közötti elválasztó falat tűzálló fallal egyenértékű, nem éghető falként kell építeni. Ez a szigorú követelmény különösen olyan tetőtéri beépítéseknél indokolt, ahol több önálló lakást alakítanak ki, így a lakásban kialakult tűz a határoló szerkezeteken belül marad a falszerkezetre előírt tűzállósági határértékig, amely gyors észlelésnél az épületre nézve kisebb tűzkockázatot jelent, a tetőtérben a tűz általi károsodás kisebb mértékű. Tehát nem szabad megengedni, hogy a létesítési tervekben a lakások közötti elválasztó falak tűzállósági határértékkel nem rendelkező, ellenőrizetlen szendvics szerkezetként kerüljenek

³² Forrás: Kalocsa Városi Tűzoltóság, 2011.05.

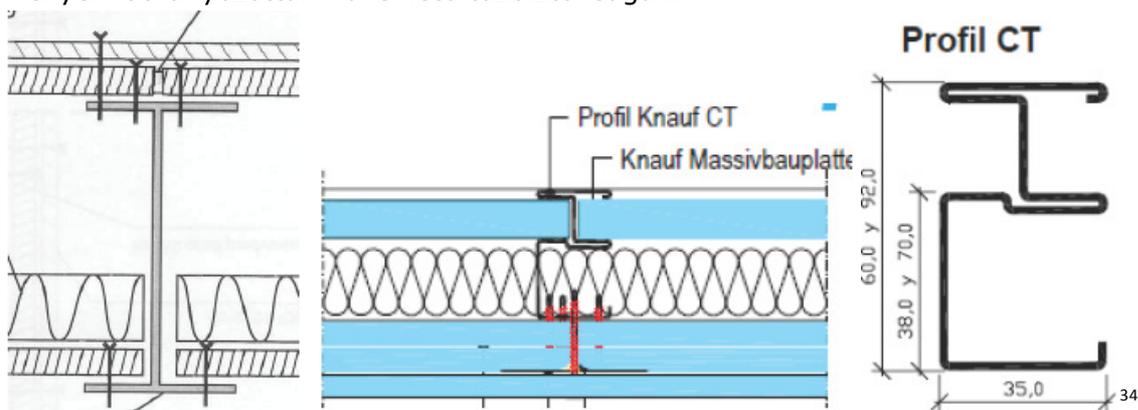
³³ Forrás: <http://www.steico.com/>, letöltés ideje: 2011.06.12.

kialakításra. A válaszfal szerkezetekben általában hangszigeteléseket is szoktak beépíteni. Az előírás a **tetőtéri lakások válaszfalainak** hangszigetelésénél megengedi a könnyen éghető szigetelő anyagok használatát, ha az nem éghető burkolat alatt van elhelyezve. Ilyen esetben, ha a lakásban intenzív tűzhatás alakul ki, a válaszfalakban hőátadás következtében az éghető hangszigetelés meggyulladhat. A hangszigetelés égése (izzása) a falakon belül nem jelent komoly veszélyt, azonban a lakóknál ijedtségre adhat okot, hogy miután a tűzoltók elmentek a falból füst szivárog ki.

A függőleges helyzetű **aknák** a tűzterjedés szempontjából komoly veszélyt jelent, mivel az akna az épület teljes magasságán végigfuthatnak, egybefüggő légteret alkotva. Ezen tulajdonság miatt a falszerkezeteket égéskésleltetett kivitelben kell kialakítani.

Ezen szerkezeteknek tűzállósági teljesítményét EI (álpadló: REI) jellemzőkkel írja elő az OTSZ. A kívánt igénynek megfelelő EI teljesítményű szerkezetípust a gyártói ajánlások teljeskörű betartásával kell kivitelezni, mivel ezekre rendszerengedélyek állnak rendelkezésre. A gyártó által garantált teljesítőképességért kizárólag az általa kiadott ajánlás teljeskörű betartása mellett.

Tűzvédelmi álmennyezetek esetében a lapok nem csupán pontonkénti átszúrással kerülnek rögzítésre, hanem látszó-, vagy rejtett módon vonalmenti alátámasztást is kapnak, mellyel hatványozottan növelhető tűzbiztonságuk.



Formahabosított dekor polisztirol álmennyezet:

Olcsósága miatt rendkívül elterjedt a polisztirol alapanyagú burkolat rendkívül tűzveszélyes. Tűz esetén a magas hőterhelés megszorul a mennyezet alatt, s a termék a hő hatására leolvad, lecsepeg. Képek tüzeset után³⁵:



34 Forrás: Wiesner György: LB Knauf/Tűzvédelem a szárazépítésben c. előadás, 2009. április 16.

35 Forrás: Kalocsa Városi Tűzoltóság: Dunaegyház, Határ úti tüzeset



stukadúr födém³⁶:

Régi, mára ritkán alkalmazott szerkezet. Ritkított, vagy teljes deszkázaton készíthető „nádvakolat”, amelynek a deszkaburkolaton történő megmaradását kétirányú nádazás biztosítja. A deszkázatot védő vakolat tönkremenetelét lassítja a vakolatnak húzószilárdságot adó és a tűzben feldarabolódott vakolatdarabokat összetartó kétirányú nádazás, amelynek teljes tönkremenetelét követően gyullad csak meg az alsó deszkázat.



Beépített tetőtér éghető belső burkolattal volt elválasztva a tetőtértől, melyben tűz ütött ki.

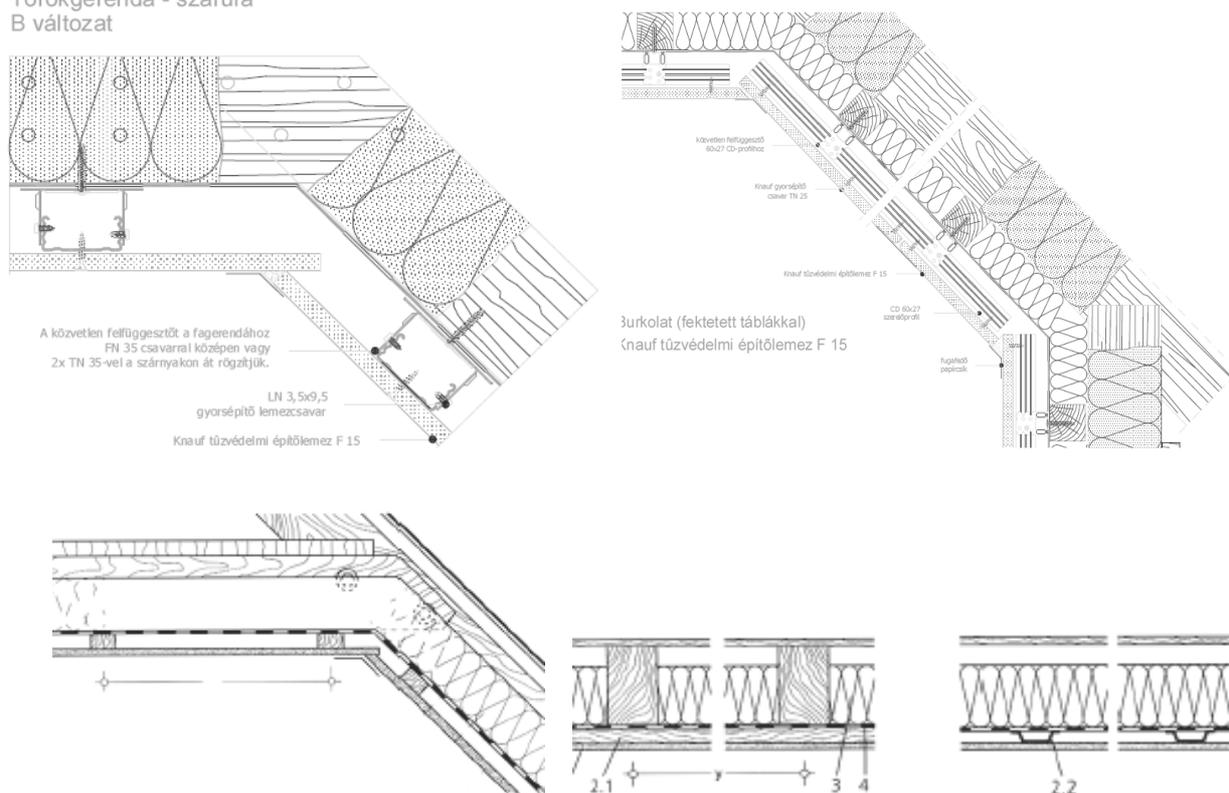
4.3.8 Installációs tér kialakítása szárazépítési rendszerek tetőfödémében³⁷ :

Szerelőréteg hiányában a vezetékek áttörnek a párazárást, illetve ellenőrizhetetlenül helyezkednek el a hőszigetelés alatt. A tetőszerkezetben jelenlévő éghető anyagok aránya miatt kialakult a szerelőréteg, melyben elvezetésre kerül az összes elektromos vezeték, speciális dugalj, és revíziós nyílások.

36 Forrás: www.langlovagok.hu 100724_Pilisborosjenő, letölté idejes: 2011.05.10.

37 Forrás: <http://www.orisoft.pmmf.hu/cegek/rigips/#>, letölté idejes: 2011.05.20.

Torokgerenda - szarufa
 B változat

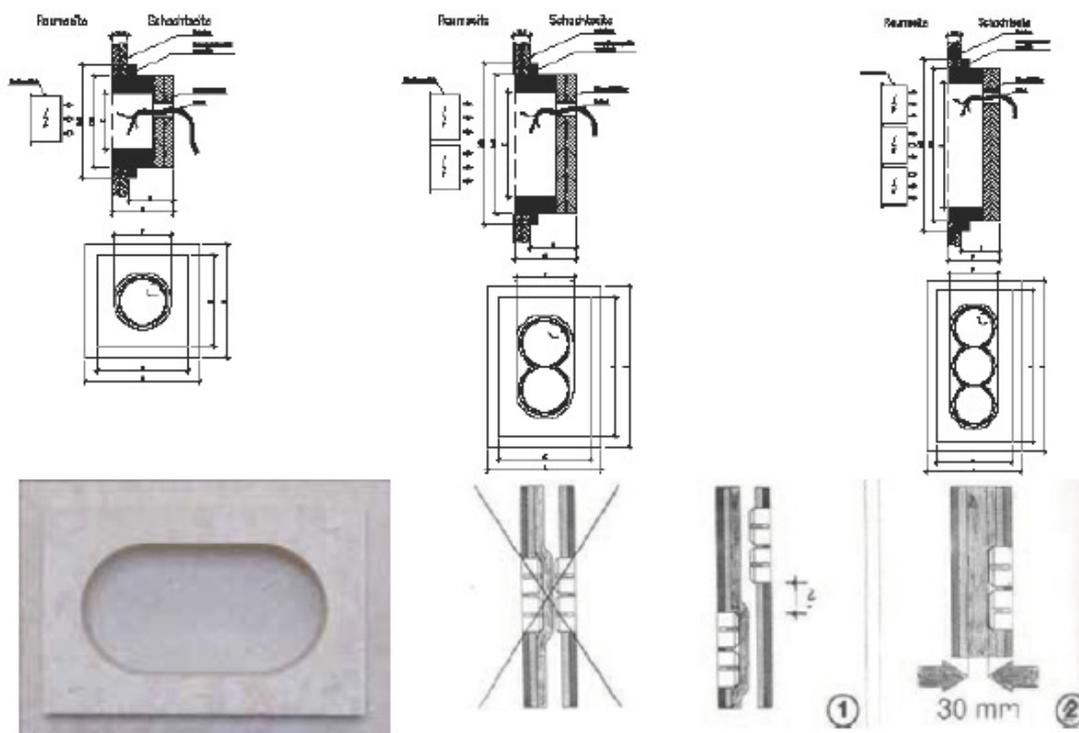


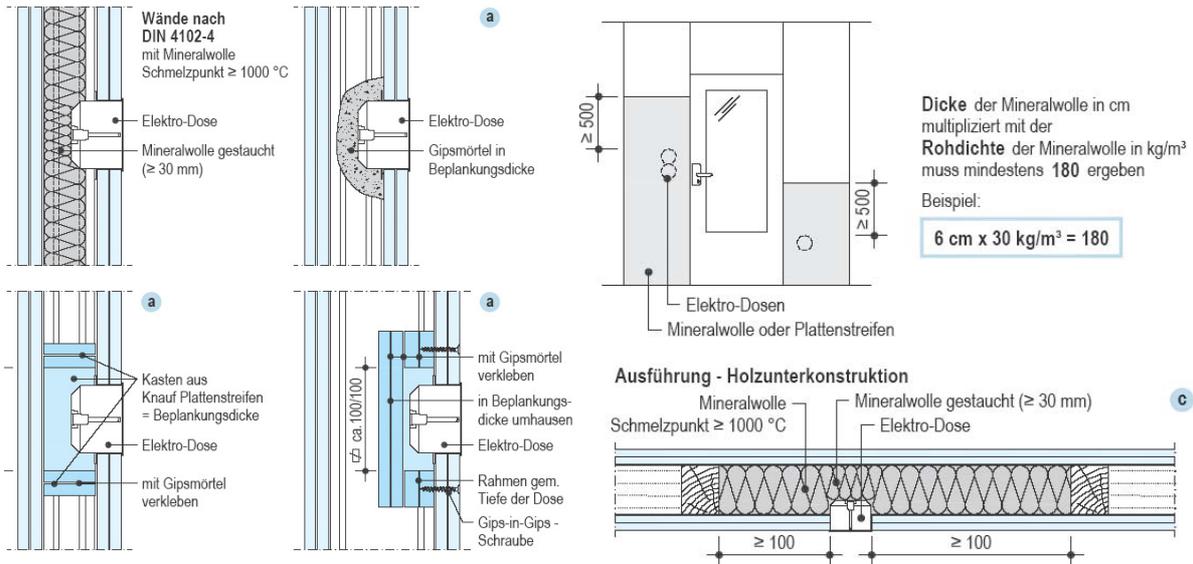
4.3.9 Megoldások a tűzvédelmi szempontból lényeges rétegek felület-folytonosságának biztosítására

A tűzvédelmi szempontból lényeges rétegek felület-folytonosságának biztosítására kifejlesztett tűzvédelmi dobozok (fire hoods) segítségével ezen áttörések tűzvédelmi teljesítőképessége azonosan jó, vagy jobb tud lenni az általános felületeknél.

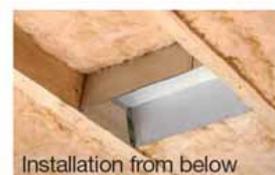
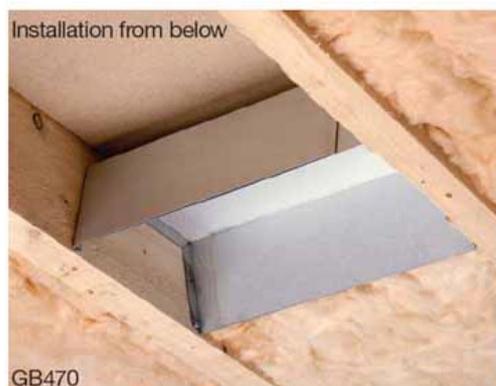
Beépítésükkor a környezetükben akkor is nem éghető hőszigetelés kitöltést kell képezni, ha egyébként az nem kerül a szerkezetbe, vagy éghető kerül.

Külföldi gyakorlatban már elterjedt ek ezek a termékek, Magyarországon sajnos még nem, de már több gyártó terméke elérhető.





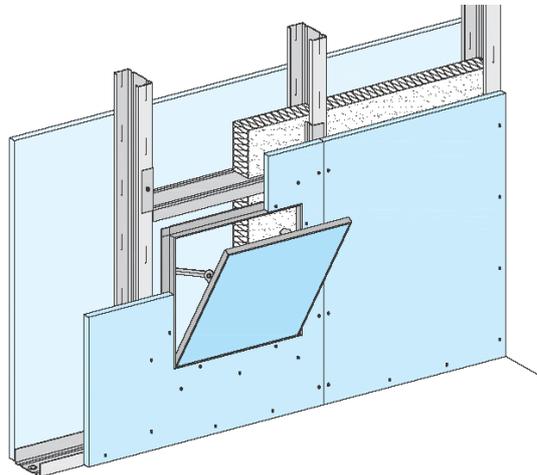
38



39

Revíziós nyílás beépítése:

Revíziós nyílásnak nevezzük mindazon nyílásokat, melyek a beépített tetőterekben azért kerülnek kialakításra, hogy az általánosan használaton kívüli tetőterek, az aknák és az elektromos szerelvényeket tartalmazó falszakaszok felülvizsgálata a tetőtér folyamatos használata során bontás nélkül ellenőrizhető legyen. Kialakításuknak az általános felületekkel megegyező tűzvédelmi teljesítőképességgel kell rendelkeznie. Több késztermék is elérhető Magyarországon. Beépítésükkor a gyártó által kiadott használati utasításokat kötelező betartani és betarttatni.



40

Válaszfalak hangszigetelésének anyagai :

Ajánlatos nem éghető, A1 és A2 tűzvédelmi besorolású önhordó hangszigetelő anyagot választani, tekintve, hogy a válaszfalakban jelentős mennyiségű elektromos vezeték helyezkedik el.

4.3.10 Háromdimenziós falburkolatok

Tűzvédelmi besorolásuk: E1- E2 , anyaguk MDF vagy polisztirolok.

„3D BIO falpanelek: Természetes növényi rost alapanyagú, környezetre káros anyagot nem tartalmaz, préseléssel készül.” Használatuk rohamosan terjed, mivel a panelek igen dekoratívak, könnyen sorolhatóak.



41



42

39 <http://www.lightingstyles.co.uk/Accessories-switch-plates-dimpull-lamps/Fire-hood/>

40 Forrás: Wiesner György: LB Knaufl/Tűzvédelem a szárazépítésben c. előadás, 2009. április 16.

41 Forrás: <http://epitesz.kp.hu/ujdontag-3d-falpanelek-a-lakas-diszitesere-bio-alapanyagokbol/>, letöltés: 2011.05.20.

42 Forrás: <http://www.pangu.hk/GP4037-pro-173.htm>, letöltés: 2011.05.20.

4.4 Tetőfedő burkolatok

4.4.1 Fedélhéjazatok OTSZ előírásai

A tetők **héjazata** - a lapos tetők kivételével - I-II. tűzállósági fokozatú, bármely szintszámú, valamint III. tűzállósági fokozatú 3-5 szintes épületekben A1 vagy A2 legyen. III-IV. tűzállósági fokozatú legfeljebb kétszintes épületek tetőhéjazata legalább a B_{roof}(t1) (a vonatkozó előírások) kategóriába sorolt legyen. I-II. tűzállósági fokozatú és kétszintesnél magasabb épületeknél - a magas épületek kivételével - B_{roof}(t1) kategóriájú (vonatkozó előírások) fedélhéjazat alkalmazása megengedett, amennyiben az épület tetőszerkezetét (padlástérnél), vagy a fedélhéjazatot és annak tartószerkezetét (törtalakú önhordó tetőfödémnél) az építményszintektől tűzgátló födémmel egyenértékű REI kritériumokat.

kielégítő födém szerkezettel választották el. Középmagas épületeknél ez a kedvezmény csak abban az esetben alkalmazható, ha az épület tűzoltási felvonulási területe legalább két oldalról biztosítható.

Broof (t1) osztályba sorolt fedélhéjazattal rendelkező épület tetőterében huzamos emberi tartózkodásra alkalmas helyiség(ek) - lakás, stb. - csak abban az esetben helyezhető(k) el, ha:

- **a fedélhéjazat hordozó szerkezete legalább C és**
- **az alkalmazott hőszigetelés és a tetőtér felőli burkolat A1 vagy A2 anyagból készül.**

A legfeljebb 13,65 m építményszintű tetőterek beépítése során B-E anyagú, B_{roof}(t1) (a vonatkozó előírások) kategóriájú fedélhéjazat alkalmazható, ha a tetőtéri helyiségek térelhatároló szerkezetei A1 vagy A2 osztályúak, és kielégítik a EI 30 tűzállósági határérték-követelményt, valamint az alkalmazott hőszigetelés is A1 vagy A2.

Zsindely-, nád-, szalma és egyéb E, F kategóriába tartozó anyag önálló fedélhéjazatként - típusstervek kivételével - csak a területileg illetékes tűzvédelmi hatóság külön, egyedi esetekre (egyedi esetként kezelendő a tájegység vagy területrendezési egység is) vonatkozó engedélye és annak feltételei alapján, legfeljebb kétszintes épületeknél alkalmazható.

4.4.2 Tetőfedő anyagok tűzvédelmi osztályba sorolásuk szerint

A1:	agyagcserép, pala, betoncserép, szálcement (Cembit Alterra), hullámlemez, bevonat nélkül acél trapézlemez Korcolt fémlemez (réz, titáncink, horgany-lemez, cink-alumínium (Zincalume®) ötvözettel bevont acéllemez): bitumenes lemez vagy műanyag alátétszigetelő paplan elválasztással - az anyag A1, de B-D alátétszerkezeten készül
A2-d0-s1:	szálcement hullámpala - struktúrált sík szálcement tetőpala (Cembit)
A2-d0-s1:	műanyag bevonatú fém hullámlemezek (Lindab)
Broof(t1):	egyes, minősített bitumenes zsindelyek
Broof(t1):	fémborítású zsindelycsalád (Tegola Prestige) zúzalékszórású bitumenes zsindelycsalád (Tegola Prémium)
Broof(t1):	TEGOSOLAR fotovoltaikus energiatermelő zsindely
Broof(t1):	bitumenes hullámlemez, bitumenes zsindely
Broof(t1):	fa zsindely, nád, zsúp - növényi fedések (a nád esetén létezik minősített égéskésleltető szer)
Broof(t1):	zúzalékszórású poliészterbetétes bitumenes zsindelycsalád (Tegola Top és Eco Roof) papírbetétes bitumenes zsindelycsalád (BP)

4.4.3 Tetőfedő anyagok és hátszerkezetük kapcsolata

1. éghető aljazaton nem éghető fedés esete: fémlemez (réz, titáncink, horganylemez), cserépfedés, spec. bitumenes lemez vagy műanyag alátétszigetelő paplan elválasztással.
2. nem éghető aljazaton nem éghető fedés esete: kvasbeton trapézfödém
3. éghető aljazaton éghető fedés: nádfedés, zsúptető, bitumenes lemezfedés
4. nem éghető aljazaton nem éghető fedés: vasbeton trapézfödém fém fedéssel

4.4.4 Tetőfedő anyagok tüzesetei

Nádtető kezelése égéskésleltető anyaggal:



43

Nádtető tüzesete:

Rendkívül gyorsan ég. Maga az alapanyag könnyen ég, illetve a nádszál csöves szerkezete elősegíti az anyag kiégését⁴⁴:



Palatetős ház égése: a vékony pikkelyek a pala természetes rétegződése mentén szétpattannak a tűz okozta egyenetlen felforrósodás hatására



45

43 forrás: http://tomexrenovierungen.de/media/images/Konserwacja_dachow/pict0031.jpg, letöltés ideje: 2011.01.04.

44 forrás: www.tuzoltosagbp.hu/ocsa_20070119, letöltés ideje: 2011.05.10.

45 forrás: www.laglovagok.hu, letöltés ideje: 2011.05.10.

Sajtolt kerámiaacserepes fedések tüzesetei: hő hatására szétpattogzott cserepek.sajtolt agyagcserép fedésű háztető⁴⁶**Bitumenes zsindely fedésű tető tüzesete⁴⁴:** (Tegola Canadese termék)

Jó minőségű bitumenes zsindelyfedésen a tűz nem terjed tovább. Jó tulajdonsága, hogy tűz hatására nem robban/ pattog szét, nem ég a fedés, továbbá a tűzoltók nagyobb biztonsággal mennek fel rá, mivel felület folytonos aljzaton kell kivitelezni. Viszont jól látható, ahogy hő hatására a különálló pikkelyelemek szétcusúznak a bitumentartalom felolvadása miatt.

**Zúzalékszórású tekerceses bitumenes lemezfedésű tető tüzesete⁴⁴:** (Villas termék) :

jól látható, ahogy a teljesen felület folytonos bitumenes zárólemez lefolytja a keletkezett tüzet, mivel az nagyon korlátozottan kap oxigén utánpótlást. Valószínűsíthető, hogy költséghatékony átfedés készült és alatta síkpalafedés van, melynek tartószerkezete sűrű deszkázat.



⁴⁶ forrás: www.laglovagok.hu, letöltés ideje: 2011.05.10.

Kiselemes sajtolt fémlemezfedés viselkedése tűz hatására:

A termék újdonság a magyar piacon. Tartószerkezetét 25-30 cm-ként kell elhelyezni, melynek anyaga lehet fa, vagy fém. rögzítése szegezéssel történik. Tűzhatásnak rendkívül jól ellenáll, a kiselemes kialakítás lehetőséget ad a hőtágulásra. Lépcsős, kettős ütköztetésű egymásra takarás kialakítása miatt részeken jellemzően nem tud betervedni a tűz.



Tetőfedő anyag szabványos éghetőségi vizsgálata (képen: „Gerard” fedés)

Nagyablás trapéz fémlemez fedés : tűzteherre való viselkedése előző termékkel azonosan kiváló.



47

4.5 Nyílászárók

A **nyílászáró** különösen ha nyitva van a tűzterjedés egyik leggyakoribb formája. A tetőtéri tűzfalokban lehetőleg törekedni kell arra, hogy ne legyen nyílászáró szerkezet kialakítva. Amennyiben elkerülhetetlen úgy erre kifejlesztett, speciális tűzgátló nyílászárót kell beépíteni.

47 Forrás: Kalocsa Városi Tűzoltóság: Dunaegyház, Határ Út

Amennyiben a tetőtérben tűzszakaszolás válik szükségessé úgy a tűzszakasz határokra megfelelő tűzállósági határértékű tűzgátló **ajtókat** kell beépíteni. Ezeknél az ajtóknál általános használati probléma, hogy az ajtókat kiékelik, kitámasztják így a tűz akadálytalanul áttérjedhet rajtuk. A nagy forgalmú tetőtéri irodahelyiségben ahol a nehéz ajtók nyitása csukása nem biztosítható ott az ajtók záródását (vezérlését) tűzjelző központtal és a tűzszakasz határokra elhelyezett füstérzékelőkkel kell megoldani.

Nyílászárókban tűz esetén az üvegfelületek a hőhatástól szilánkosra robbannak, ezáltal súlyos arcsérüléseket okozhatnak !

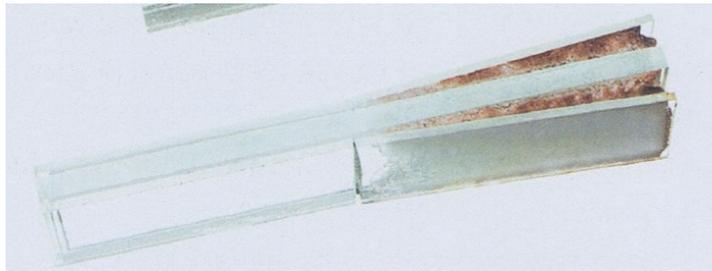
4.5.1 Tetőfelülvilágítók

Az B-E tűzvédelmi osztályú anyagból készült felületek összes területe nem haladhatja meg a tetőfelület alapterület 1/3-át, távolságuk a tűzszakasz határától I-II. tűzállósági fokozatú építményeknél legalább 1,8 m, III-V. tűzállósági fokozatú építményeknél legalább 3,0 m legyen.

4.5.2 Tűzgátló üvegezések

A többrétegű tűzgátló üvegtábla különleges köztes rétegkitöltéssel. Különleges tűzgátló tulajdonságai lehetővé teszik új építésmódok alkalmazását, mint pl. szilikonkaucuk fugázású üvegfalak vagy különösen karcsú keretbe szerelt tűzgátló ajtók készítését. Többrétegű, ragasztott szerkezetű üvegek. Hő hatására a felhabosodó ragasztó a tűzoldali üveglapot leválasztja, a keletkező hab védi a másik üvegréteget a tűz hatásától.

(Promaglas és Promat-Systemglas)

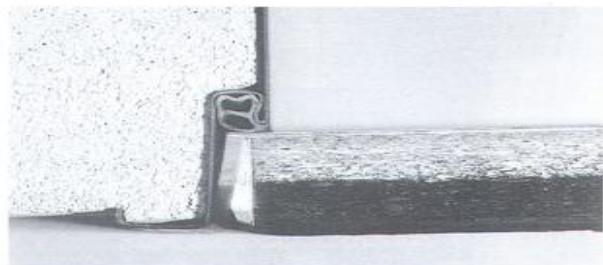
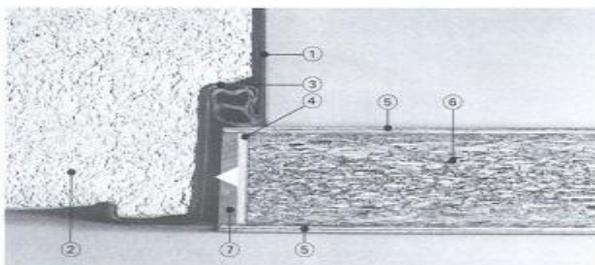


4.5.3 Palusol 210 tűzgátló ajtó

Magréteg huzalhálóval. A huzalháló vastagsága 0,5 mm, lyukbőség 25 mm x 25 mm. Nagy felületű felhasználásra.

Fából készült tűzgátló ajtóknál a Palusol biztonságosan védve van mechanikai és időjárás ellen, ha teljes felületén ráragasztott vagy rányvezett réteges falemezzel vagy furnérral vagy kemény, műanyag alapú, sajtolt farostlemezzel vagy legalább 0,8 mm vastag műanyaglemezzel védjük.

Nagy hőmérséklet (kb. 90 °C-ig) rövid időtartamú hatása nem befolyásolja a habzóképeséget. 40 °C feletti tartós hőhatás esetében a habzóképeség fokozatos csökkenésével kell számolnunk.



Normál esetben a levegő a függőleges Palusol lemezek között halad át.



Tömítőanyagok hézagztömítésre: normál állapotukban rugalmasak, magas hő hatására felhabosodnak.



Hőre duzzadó tűzvédelmi laminátot, mint forrógáz tömítést tűzvédelmi ajtóknál és üvegezéseknél kell alkalmazni, és mindenütt, ahol tűz esetén térközököt kell lezárni. A termék oldószerektől mentes.(Intumex L/LD,LP,LPE,LA/)

4.6 Egyéb speciális szerkezetek

Ezek a szerkezetek kizárólag éghető tulajdonságú másodlagos szerkezetek, melyeknek hő- és páraháztartási funkciójuk miatt kell beépíteni.

Párazáró fóliák- akár alumíniumfilm betéttel, páraszabályozó és páraáteresztő fóliák, szövetek és filcek, biztonsági alátétfóliák, légzárást javító fóliák.

4.6.1 Alumínium záró fólia nádtetőhöz

Ez a fólia a tűzhöz való oxigén ellátását akadályozza meg a fóliát a tetőlécek alá kell elhelyezni, a fólia két irányú védelmet biztosít az épületnek, mivel a belső térben keletkezett tüzeiktől is védi a tetőt. A fóliát úgy alkalmazzák, mint pl. a kátránypapírt és mivel időjárás állóságot is biztosít, így annak alkalmazása is szükségtelenné válik. A fóliát 50mm-es átfedéssel kell alkalmazni, a megfelelő védelem érdekében. Hordozó anyaga nylon, vagy PVC.



48



49

pezocell.hu

48 kép: Alumínium zárófólia, Forrás: <http://www.sidson-craftworks.ie/fireproofing.html>, letöltés ideje: 2011.01.04.

49 Forrás: <http://pezocell.hu/isocell-galeria/category/19-prokoncept-haz-foedemszigetelése.html>, letöltés ideje: 2011.01.04.

4.6.2 Hőreflexiós fóliák

Többrétegű termékek, melyben alumínium bevonatos polietilén fólia rétegek és műanyagszövet rétegek váltják egymást. Használatuk több építési szituációban elterjedt. Alátét-héjazatként 3-5 Celsius fokkal csökkentheti a nyári felmelegedést a beépített tetőtérben. Tűz hatására összeolvad, füst keletkezik.

4.6.3 Tetőnedvesítő csőhálózat⁵⁰

A módszer angolszász területen alkalmazott nádtetők esetében. A tető nedvesítésével egyfelől a meggyulladást nehezíti a rendszer, másfelől a bekövetkezett tűz oltását és égés késleltetését segíti elő. Működése igen egyszerű a tető mindkét oldalára elhelyeznek egy csövet amelyen lyukak találhatók és a ház alján elhelyezett csappal lehet szabályozni, amihez megfelelő nyomáson rendelkezésre álló víz szükséges.

Felhasználásának különösen száraz tájakon van igazi létjogosultsága.

4.6.4 Falfűtés⁵¹

Alapanyaga térhálósított polietilén, vagy nagy sűrűségű polietilén (HDPE). A stabilizátorok és egyéb segédanyagok alkalmazása a gyártóra van bízva. Éghetőségi besorolása nem ismert, információhoz nem lehetett jutni.



4.7 Légrés a tetőszerkezetben

Hőháztartásra gyakorolt kedvező szerepe, mely miatt kialakítása elhagyhatatlan:

A tetőtér-beépítés tetőszerkezetének kis felülettömege magában hordozza ezen szerkezetek korlátait is. A hőtárolás, hőcsillapítás legfeljebb megközelítheti a szilikátanyaggal létesített szerkezetek hasonló tulajdonságait.

A nyári hővédelem érdekében a felmelegedett tetőhéjalás hátoldali hűtése szükséges annak érdekében, hogy a körülbelül 60-70 °C-os felület teljes hőterhelése ne a hőszigetelést és a tartószerkezetet vegye igénybe.

Az ellenléc által biztosított légréteg (minimum 40 mm esetén) a naplég hőmérsékletnek megfelelő 32-35 °C -os levegőt vezet át a fedés alatt, ezzel - 30-40 fokos hőlépcsőt beiktatva - jelentősen tehermentesíti a hőszigetelést. Téli körülmények között az épület hővesztesége gyors hóolvadást eredményezne, ám ismét csak az átszellőztetés jótékony hatású. A légrés ekkor hideglevegő-utánpótlást kap, amely megfelelő légrétegvastagság mellett gátolja a hóolvadást. Különösen jelentős ez a 0 és nagyjából - 4 °C közötti hőmérsékleti tartományban, mivel ekkor a belső tér hővesztesége miatt a héjalás felülete már fagypont feletti lehet, ezzel szemben a vízlevezetés - többnyire fémlemez - szerkezetei fagypont alatti hőmérsékletűek maradnak. Ez a csatornák

50 Forrás: http://en.howtopedia.org/wiki/Biomass_Roofing_Materials-Principles#Fire_protection, letöltés ideje: 2011.01.05.

51 Forrás: <http://www.poly-mix.hu/falfutes/>, letöltés ideje: 2011.04.10.

elfagyásának, az ereszek jegesedésének, jégdugók kialakulásának fizikai magyarázata. Figyelmet érdemel ez a hazai szerkezettervezésben annál is inkább, mivel a statisztikai adatok szerint Magyarországon leggyakoribb a -3 és -5 °C közötti hőmérsékletű napok száma.

Tűzvédelemre gyakorolt kedvezőtlen szerepe, mely miatt kialakításakor kiegészítő intézkedéseket kell alkalmazni:

A légrésben kívánt kürtőhatás tűzvédelmileg rendkívül kockázatos tényező, mivel a beszellőző nyílásokat elérő tűz tovaterjedését rendkívül elősegíti.

A légrésben a tűz nehezen hozzáférhető, a tetőfelület hátrahajlása nehezíti az oltást, illetve a tűz oltásakor nem lehet rálépni, ezzel párhuzamosan kockázatos a belülről történő oltás is a tetőszerkezet összeomlásának (takart tartószerkezetek) kiszámíthatatlansága miatt.

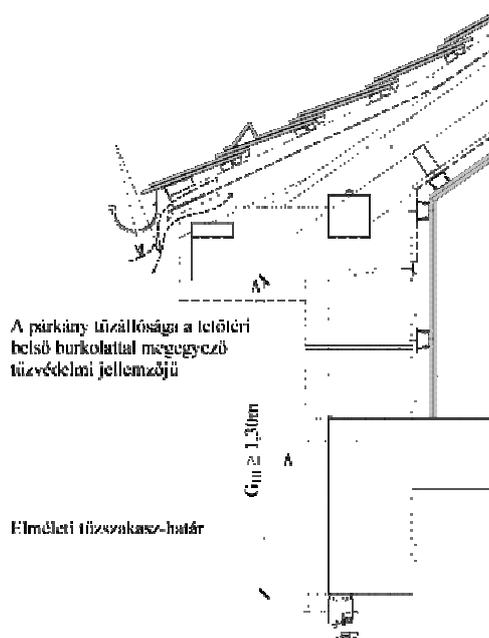
A légrésbe bekerülő tűz az alátét-héjazatokat összeolvasztja, melyet követően a tűz közvetlenül éri a tetőszerkezeti elemeket:

- hőszigetelő anyagot: problémát okoz, ha az éghető, mert gyorsan tovaterjeszti a tüzet.
- faanyagú zárólemezt: éghető anyagú (B-D)(de lassítja a tűz szerkezetbe való betérését)
- fatartó szerkezet B-s2-d0
- Tetőszerkezetekben (és homlokzatokon) terjed a háromdimenziós, térhálósított HDPE szellőztető szőnyegek alkalmazása. Tűzvédelmi besorolásuk: E

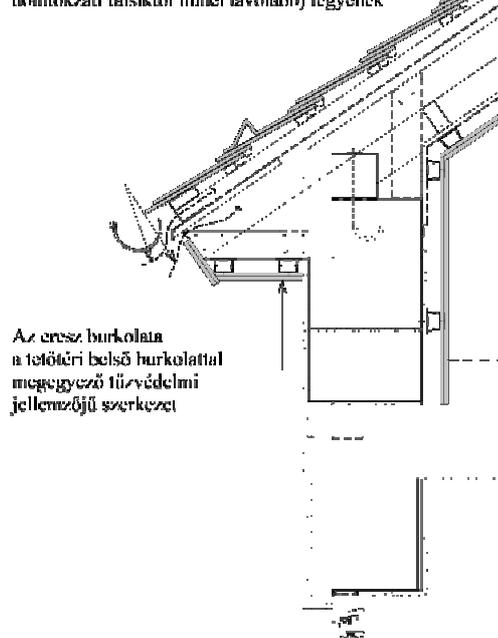
A légrés jelenléte miatt a szerkezetben a következő előírásokat kell figyelembe venni hőszigetelés választásakor⁵²:

- 3 szint, és magasabb épületek: kizárólag A1 és A2 tűzvédelmi besorolású hőszigetelések alkalmazhatóak (üveggyapot és kőzetgyapot)
- 2 szint+tetőtérbeépítés: C tűzvédelmi besorolású hőszigetelések alkalmazhatóak (műanyag habok kizárva, parafa és fagyapot megfelelhet)
- 1 szint+tetőtérbeépítés: égéskésleltetett polisztirolhabok, szarufa feletti hőszigetelések (D tűzvédelmi besorolású hőszigetelések alkalmazhatóak)
- Eresznél kialakított különleges intézkedések⁵³:

A légrések beszellőzősi pontjai az ereszhez minél közelebb (a nyílásos homlokzati falsíktól minél távolabb) legyenek



A légrések beszellőzősi pontjai az ereszhez minél közelebb (a nyílásos homlokzati falsíktól minél távolabb) legyenek



52 Forrás: Dr. Takács Lajos Gábor: Tetőtér-beépítések anyagainak tűzvédelmi sajátosságai c. előadásvázlat

53 Forrás: Dr. Takács Lajos Gábor

5 Fejezet - Tetőtér beépítések tűzállóságát növelő, illetve biztosító építőanyagok és épületszerkezeti kialakítások számbavétele, helyes használatuk

5.1 Többrétegű szerkezetek tűzvédelmi szempontból helyes szemléletű tervezése és kivitelezése

Átgondolandó kérdések a tervezési fázis előtt:

- Mit tehetünk/tegyünk, ha tűz üt ki?
- Hová/ hogyan tudunk menekülni, ha tűz üt ki?, mentés feltételei?
- Tűzkeletkezési helyek, várható tűz nagysága, lefolyása, toxikus anyagok keletkezése?
- Tűz eseti menekülési terv oltási terv(mit mivel)
- Kiszámíthatatlan elemek és rizikó faktorok számbavétele:
 - Épület adottságai (helység, hely, kubatúra, rendeltetés) és elavultsága, meglévő és várható kivitelezési hibák
- Rendeltetésváltás esetén különös gonddal kell elvégezni az áttervezést.
- Megnövekedett éghető anyaghasználat miatt nem érdemes- e a legnagyobb mennyiségű éghető anyagot, a hőszigetelést A1 és A2 anyagból megvalósítani?
- Rendszerben gondolkodás! ne csak a meghatározó felületképző anyagokra gondoljunk, hanem azok komplett rendszerére:
 - Pl. hőszigetelés: anyaga, vastagsága, éghetősége, érintkező anyagok anyaga és annak vastagsága és éghetősége, rögzítések: ragasztó tapasz/ üvegháló/ dűbel , gyártó beépítési útmutató (megléte?) szerinti alkalmazás, hordozó felület anyaga
 - Pl. belső burkolat: anyaga, vastagsága, éghetősége, helyzete (függőleges, függesztett, alátámasztott) érintkező anyagok anyaga és annak vastagsága és éghetősége, felületfolytonosságát biztosító kiegészítők, rögzítések: ragasztótapasz/ üvegháló/ dűbel , gyártó beépítési útmutató (megléte?) szerinti alkalmazás, hordozó felület anyaga
- kiváltások, megerősítések, sőt zárófödém-megerősítések, felkötések, amelyek kiegészítő védelméről gondoskodni kell.

Fő tervezési – kivitelezési szabályok:

- **Védelmi síkok folytonosság elve⁵⁴:**

Ez az elv a legfontosabb, hiszen tűzvédelmi réteg betervezésekor ennek meglétét mindig folytonosnak feltételezzük, ennek hibájára általában nincs betervezett kiegészítő intézkedés.

Amennyiben a tetőszerkezet valamely síkján, egy vagy több tűzálló vagy tűzgátló réteg kerül kialakításra, annak felületi folytonossága nem szakítható meg a tűzszakasz határon belül. Amennyiben erre mégis szükség van, ott kiegészítő intézkedéseket kell eszközölni. (lámpatest, dugalj, elektromos vezeték, repedés és eldilatálódás..).

A tetőtéri burkolatok mögött sok éghető anyag található, a burkolat áttöréseiben a tűzterjedés következhet be.

- Elektromos dugaljak, lámpatestek: a burkolat kerülje meg őket
 - A szerelt térfal kettős legyen, ha elektromos vezeték húzódik mögötte
 - Csatornaszellőzők (áttörések)
 - Ablakok – a káva tűzállósága nagymértékben növeli a tető rétegeinek védelmét
- Élvédelem sarokillesztéseknél (mechanikai sérülések ellen)
 - Tömítőpaszta alkalmazása a toldásokban
 - Tűzgátló tömítések, kiegészítők tűzszakasz határokon
 - egy réteg burkolat esetén toldások kitömítése szükséges
 - Két réteg burkolat esetén eltolt hézagképzést kell készíteni
 - gipszkartonból csak segédvázalattal lehet burkolatot kialakítani

54 Forrás: Dr. Takács Lajos Gábor: Tetőszerkezetek és beépített tetőszerkezetek tűzvédelme – előadáson kézi jegyzet

- hidrotermikus kalciumszilikát építőlemezről segédváz nélkül is lehet burkolatot kialakítani
- függesztett gipszkarton esetén a függesztést tűzterhelésre is kell méretezni!
- A fedélszerkezet tartóelemeit (székoszlopok, fogópárok stb.) - amennyiben azok belső téren áthaladnak –a tűzhatástól védeni kell ! A merevítő elemek is védelemre szorulnak (pl. könyökök, dúcok).
- A beépített tetőtér fölötti padlástér megközelíthetőségét biztosítani kell. (revíziós nyílások)
- A tetőhéjalás szintjén túlvezetett, „nem éghető szerkezetű tetőszinti tűzterjedés elleni gátak létesítése kötelező tűzszakasz határok vonalában.
- Takart szerkezetek megfelelő tűzállóságú kialakítását be kell tartani. (Faanyag égéskésleltetése, acél szerkezetek tűzvédelmi bevonatolása)
- Felület folytonos mögött ne legyen beépített gyújtóforrás (pl. elektromos vezeték)
- kiírt tűzállósági határértékek betartása kivitelezéskor minden szerkezeti anyag esetében
- Égéskésleltetett anyagokból mintát kell pluszba készíteni és minimum helyszíni ellenőrző égetési tesztet végezni a mintán.

5.2 Magastetőben keletkező tűzterjedés elleni gát kialakítása⁵⁵

Tűzszakaszok vonalában a magastetőn tetőszinti tűzterjedés elleni gátat kell létesíteni, amely a magastető homlokzati sík elé kilógó szerkezetét is meg kell szakítsa, a tetőszinti tűzterjedés elleni gátakra vonatkozó követelménynek megfelelő szerkezettel (ún. ereszmenti tűzterjedés elleni gát). A tetőszinti tűzterjedés elleni gát minimális mérete 0,6 m, amelynél a gát szélessége és éghető hő- és csapadékvíz elleni szigetelés fölötti magassága összeadható. A tetőszinti tűzterjedés elleni gát tűzvédelmi osztálya és tűzállósága feleljen meg az alatta lévő tűzgátló szerkezetre vagy füstkötény-falakra vonatkozó követelménynek, de legalább legyen A2, EI 30. (A tűzterjedés elleni gátak kialakítását az OTSZ M2. melléklet tartalmazza.)

A magastetők tűzének tovaterjedése megakadályozása céljából az tűzszakasz-határok vonalában az A1 tűzvédelmi osztályú tűzterjedés elleni gátak, osztósávok az alábbiak szerint alakítandók ki:

A tetőszinti tűzterjedés elleni gát legkisebb mérete a 3.1. és a 4. ábrák szerint:

$$G_{T1} + 2 G_{T2} \geq 0,60 \text{ m}$$

A tetőszinti tűzterjedés elleni gát legkisebb mérete a 3.2. ábra szerint:

$$G_{T3} \geq 0,90 \text{ m, ahol:}$$

G_{T2} A1 tűzvédelmi osztályú anyagú tűzterjedési gát magassága, m,

G_{T1} az A2, B, C, D, E, F tűzvédelmi osztályú anyagból készülő épületszerkezeteket megszakító A1 tűzvédelmi osztályú anyagból készülő osztósáv szélessége, m.

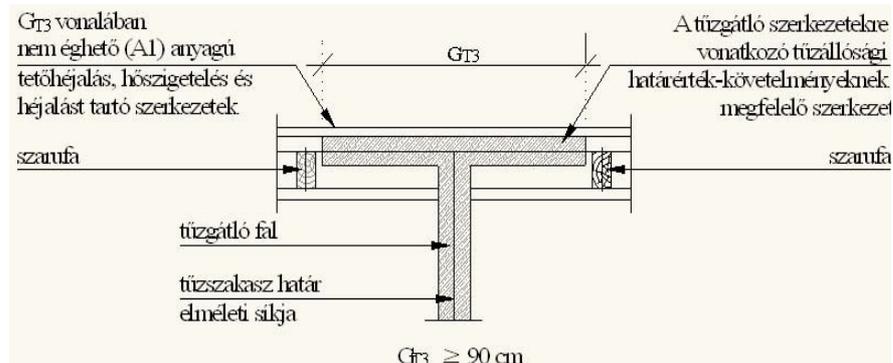
$G_{T1} \geq 0,60 \text{ m}$ esetén a B, C, D, E, F tűzvédelmi osztályú csapadékvíz elleni szigetelés megszakításától el lehet tekinteni, ha a G_{T1} szélességében a csapadékvíz elleni szigetelést felülről „nem éghető” anyagú réteggel fedik.

$G_{T3} \geq 0,90 \text{ m}$ A1 tűzvédelmi osztályú anyagú tűzterjedési gát szélessége, ahol a tűzterjedés elleni gát fölött csak A1 tűzvédelmi osztályú tetőhéjalás, hőszigetelés és tetőhéjalást tartó szerkezetek alkalmazhatók.

55 Forrás: OTSZ kivonat : M2.2. Tetőszinti tűzterjedés elleni gátak, osztósávok kialakítása

Példák tűzterjedés elleni gátak kialakítására:

- Magastető tetősíkban tartott tűzterjedés elleni gátak metszete:
elméleti ábra (OTSZ):



kiviteli terv szintű részletrajz:

120 kg/m³ térfogattömegű
 kőzetgyapot hézagkitöltés

horganyzott acél C profilon acél
 zártszelvényekkel alátámasztott eszrepek



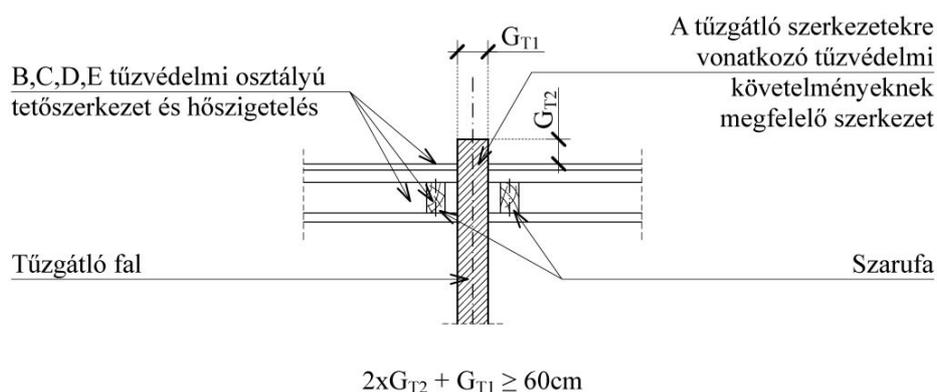
Monolit vasbeton földem

Tűzgátló fal megfelelő
 tűzállósági határértékű
 falszerkezetből

Tűszakasz határ
 elméleti síkja

56

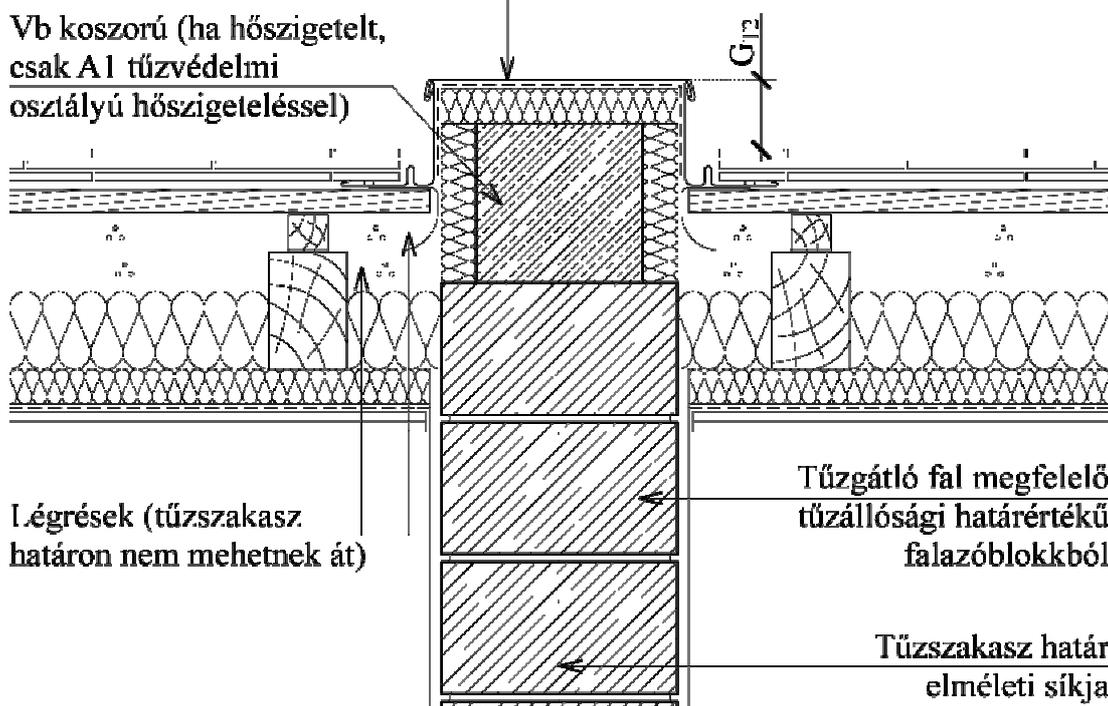
- Magastető tetősíkból kiemelkedő tűzterjedés elleni gátjának metszete:
elméleti ábra (OTSZ):



kiviteli terv szintű részletrajz:

**A1 tűzvédelmi osztályú kétvízorros
 fallfedés (pl. titáncink)**

**Vb koszorú (ha hőszigetelt,
 csak A1 tűzvédelmi
 osztályú hőszigeteléssel)**

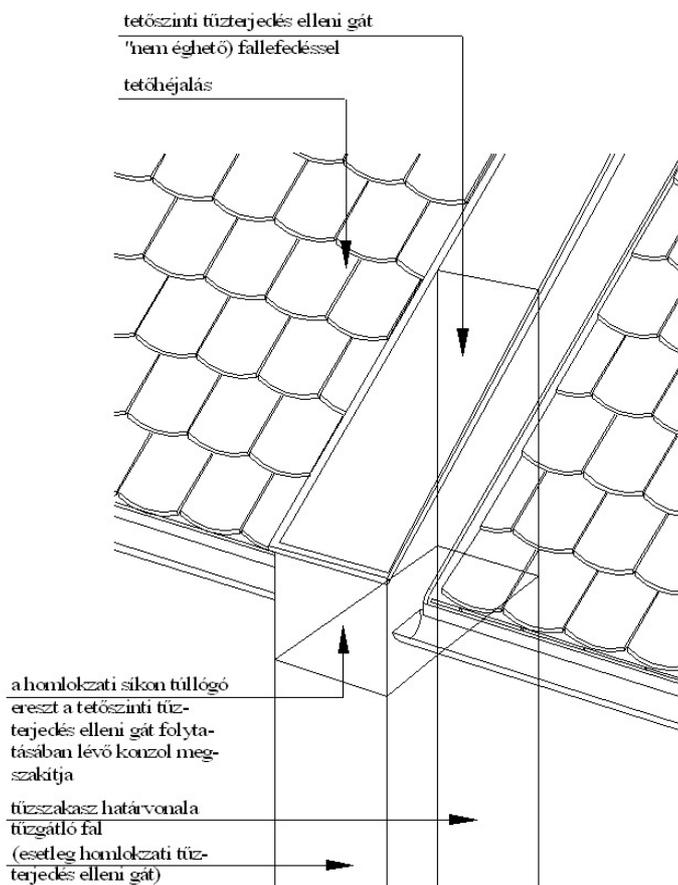


**Légrések (tűszakasz
 határon nem mehetnek át)**

**Tűzgátló fal megfelelő
 tűzállósági határértékű
 falazóblokkból**

**Tűszakasz határ
 elméleti síkja**

- Magastető tűzterjedés elleni gátjának ereszmenti meghosszabbítása:

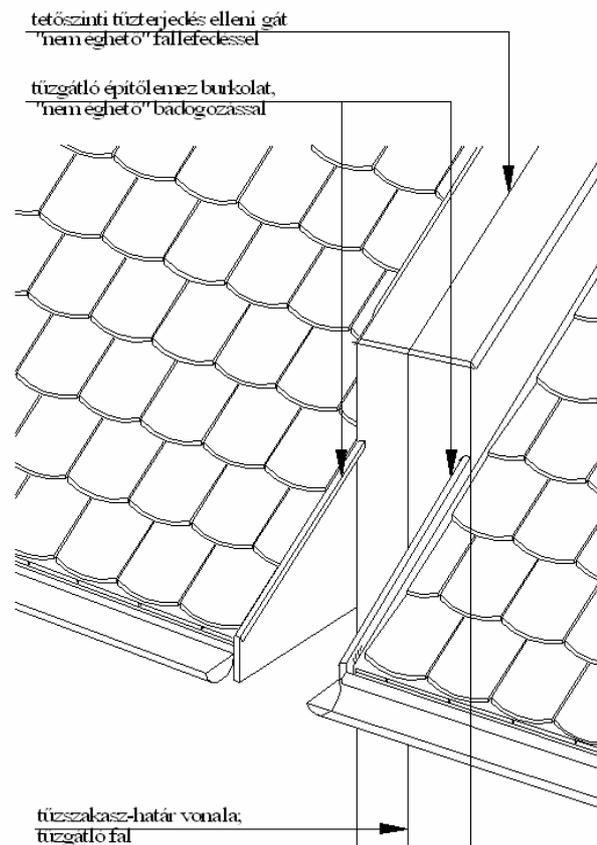


tetősínti tűzterjedés elleni gát
 (nem éghető) fallfedéssel
 tetőhéjalás

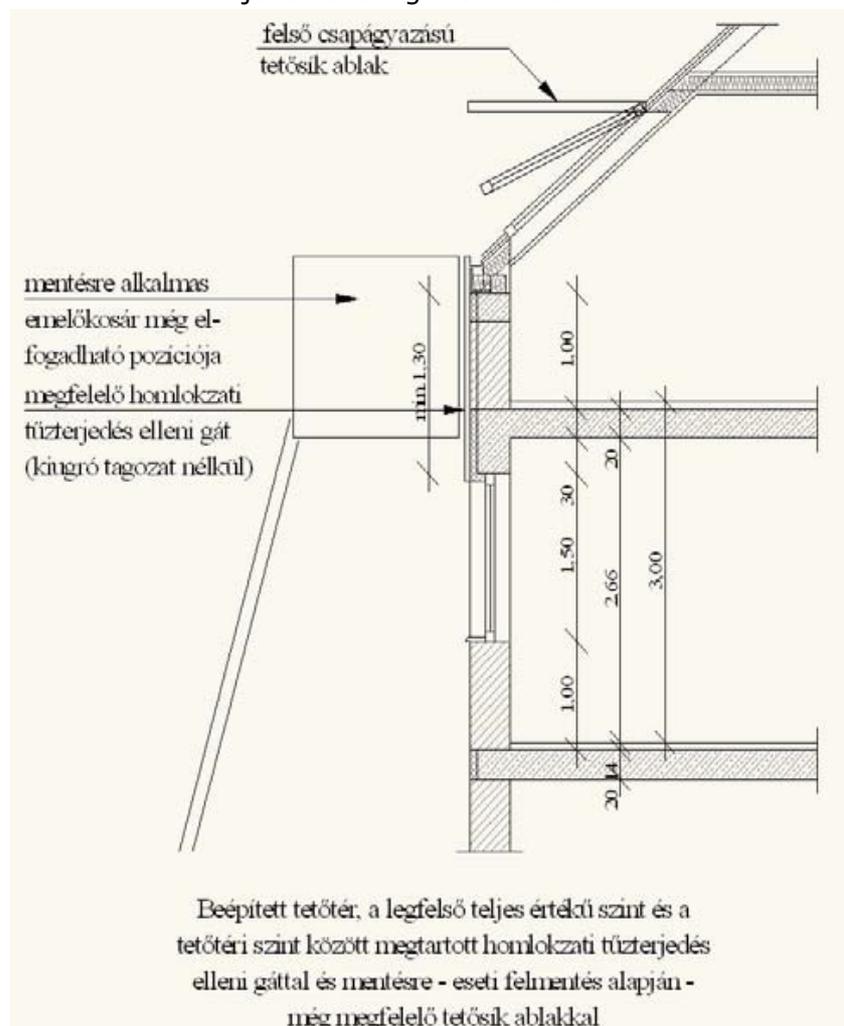
a homlokzati síkon túllévő
 ereszt a tetősínti tűz-
 terjedés elleni gát folyta-
 tásában lévő konzol meg-
 szakítja

tűszakasz határvonala
 tűzgátló fal
 (esetleg homlokzati tűz-
 terjedés elleni gát)

- Magastető tűzterjedés elleni gátjának ereszmenti megszakítása:



- Függőleges homlokzati tűzterjedés elleni gát és tetősíkú mentési ablak kialakítása:



5.3 Faanyag tűzvédelmi tulajdonságainak javítása

A faszerkezetek tűzállóságának növelése két területen⁵⁸ szükséges és lehetséges:

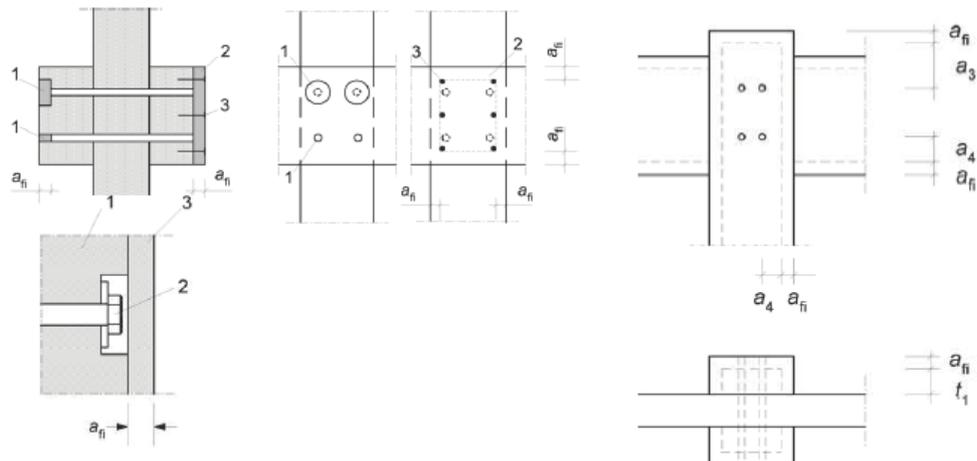
1. éghetőség csökkentése

„éghető” anyag égéskésleltető szerekkel nem javítható „nem éghető” anyaggá, azonban amennyiben a tűzállósági határérték követelményértéket megfelelő burkolattal biztosítjuk, amely kedvezőbb éghetőségi főcsoportba tartozik (pl. „nem éghető”), a körbeburkolt szerkezet a burkolat tűzállósági határértékén belül „nem éghető”-nek minősül.

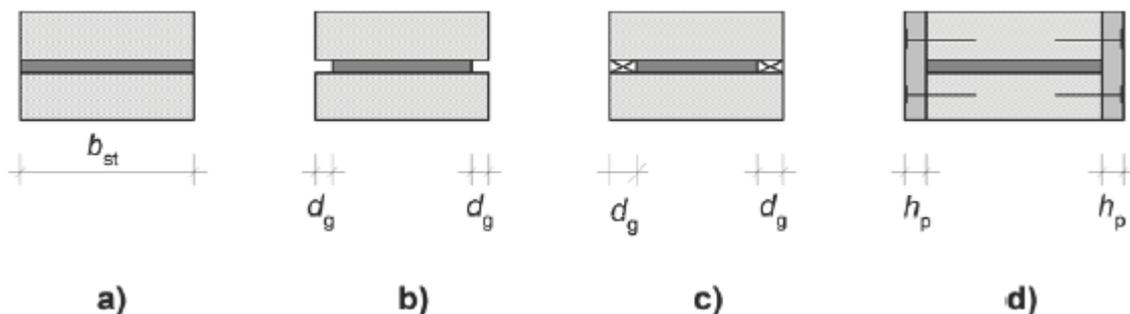
2. tűzállóság javítása

A nedves faanyagok a beépítést követően rendszerint megrepednek. A berepedt keresztmetszet tűzzel érintkező felülete jóval nagyobb, mint a repedés nélkülié, így a beégési sebesség alapján számított tűzállósági határérték a töredékére csökkenhet. A rétegelt-ragasztott tartók viszont üzemben készülnek, állandó és ellenőrzött minőségben, az égéskésleltetésük is üzemi körülmények között készül, minőségük tehát megbízhatóbb, így a hazai gyakorlatban is alkalmazható a beégési sebességen alapuló tűzállósági határérték-számítás.

5.3.1 Kötőelemek helyzetének hatása



A kötőelemek kedvezőtlen hatását figyelembe kell venni! (csavarok, szegek, dübelek) Kedvező a takart elhelyezkedés. A védelem rögzítése történhet ragasztóval és szegezéssel egyaránt. Erre csak a tűzhatásra bevizsgált védő- és kötőanyag alkalmazható.

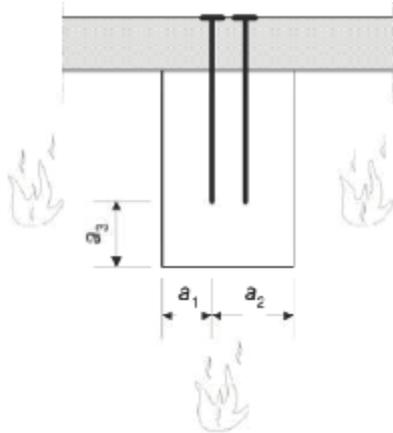


Béllemezek esetén a tűzállóság az alábbiak szerint alakul:

- A tűztől mentett oldalról történő rögzítéseket is vizsgálni kell a tűznek kitett oldalról!
- védelem nélküli béllemez végek esetén: R30, ha $b_{st} \leq 200$ mm és R60, ha $b_{st} \leq 280$ mm („a” verzió),
- a 3 mm-nél nem vastagabb béllemezek védelem nélküli végei esetén R30, ha a mélység nagyobb, mint 20 mm és R60, ha a mélység nagyobb, mint 60 mm („b” verzió),

58 Forrás: Verlag-Dashöfer, 2004 Tetőterek tűzbiztos kialakítása- lépések

- a béllemezek lezárását beragasztott szalagokkal vagy kiegészítő építőlemezekkel védve R30, ha a beragasztott szalag mélysége vagy a kiegészítő építőlemez vastagsága több, mint 10 mm, R60, ha ugyanezen érték meghaladja a 30 mm-t.

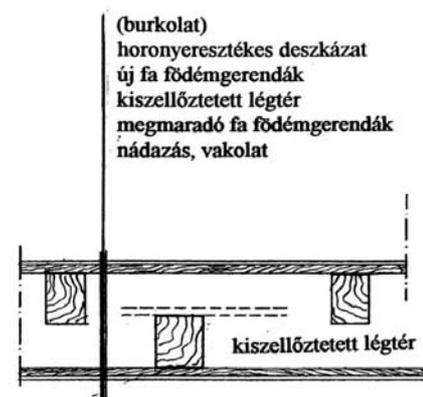


Kedvező a tűzhatástól védett elhelyezésű „beasztott” kapcsolat a főtartó és fióktartó között (gerendapapucs és beasztóelem).

5.4 Fa szerkezetek tűzállósági értékeinek javítása megerősítéssel⁵⁹:

5.4.1 Faszerkezet megerősítése faszerkezettel

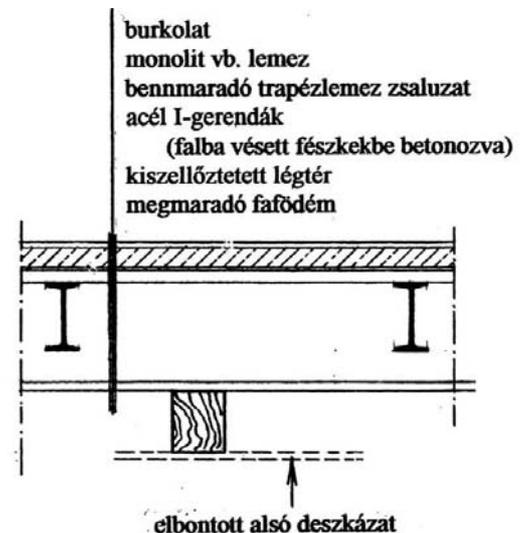
Anyagát tekintve a megerősítendő és az erősítő szerkezet egyenértékű, a tűzállósági határérték ezeken kívül a két szerkezet kapcsolati módjától függ .



5.4.2 Faszerkezet megerősítése acélszerkezettel

Gyakori, hogy az acélszerkezet tűzállósága gyengébb, mint a megerősítendő faszerkezeté és a két szerkezet kapcsolata is kritikus lehet. Az acél "nem éghető" besorolása önmagában nem javít a kedvezőtlen helyzeten. Kedvező, ha a megerősítő acélszerkezet tűztől védett elhelyezésű.

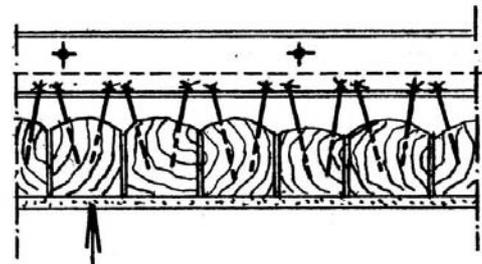
A megmaradó régi földem és a vendégföldem között gyújtóforrást okozható elektromos vezeték vagy gyors tűzterjedést lehetővé tevő épületgépészeti vezeték nem szabad vezetni!



59 Forrás: 5.3.4-5.3.7: http://www.tuzinfo.hu/?oldal=tartoszerk_1: 2011.05.15.:

5.4.3 Fafödém megerősítése felkötéssel

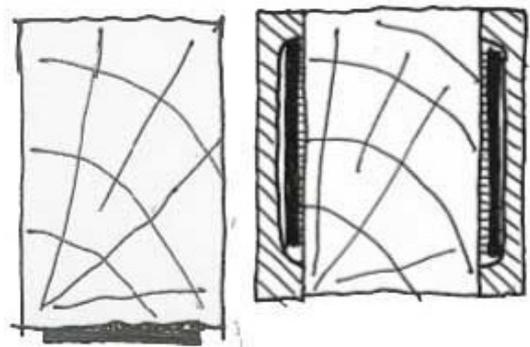
A fedélszék felől tűzhatásnak kitett felkötés legérzékenyebb pontja a függesztések ragasztóinak olvadás-, illetve gyulladás-pontja. Alapelv, hogy a megerősítő acélszerkezet tűzállósági határértéke érje el a födémre vonatkozó követelményt vagy a födém tényleges tűzállósági határértékét, ami tűzgátló körbeburkolással vagy hőhatásra habosodó festéssel érhető el. Problémás az éghető műgyantával beragasztott felfüggesztő szerelvények tűzállósága.



födém alján megmaradó
 nádazás+vakolat

5.4.4 Kompozit anyagokkal történő megerősítés

Kompozit anyagokkal történő megerősítésnél a kompozit anyag (fa keresztmet-szeten belüli) védett elhelyezése kedvezőbb (jobb oldali kép). A külső megerősítés esetén egyes műgyanta ragasztók alacsony olvadáspontja, illetve a szénszálak megerősítés éghetősége meghatározó lehet, bár léteznek tűzzel szemben ellenálló, minősített rendszerek is.



5.5 Fa szerkezetek tűzállósági értékeinek javítása burkolással, körülburkolással:

5.5.1 nádvakolat(stukadúr)

Régi, mára ritkán alkalmazott szerkezet. Ritkított, vagy teljes deszkázaton készíthető „nádvakolat”, amelynek a deszkaburkolaton történő megmaradását kétirányú nádazás biztosítja. A nádazást U szeggel rögzítették fel. Nem minősített szerkezet, de a hatályon kívül helyezett Tűzvédelmi Szabályzat szerint (2/2002. BM rendelet) 0,75 óra tűzállósági határértékre hitelesítették. A vele rokon borított gerendás fafödém a minősítési eljárások során „nehezen éghető”-nek bizonyult, ami jelezte a szerkezet várható teljesítőképességét. Ennek oka, hogy a deszkázatot védő vakolat tönkremenetelét lassítja a vakolatnak húzószilárdságot adó és a tűzben feldarabolódott vakolatdarabokat összetartó kétirányú nádazás, amelynek teljes tönkremenetelét követően gyullad csak meg az alsó deszkázat.

5.5.2 építőlemezek⁶⁰

Fajsúlyuk általában 500-900 kg/m³ közötti. Alkalmasak 60-180 perc tűzállósági határérték elérésére is.

Gipszkarton lemezek fa- vagy acélvázon.

A gipsz építőlemezek kedvező tűzállóságát a gipsz anyagban lévő, kémiaiilag kötött nedvesség biztosítja, amely tűz esetén a tűznek kitett felületen vékony, vízgőzzel telített filmet képez, amelynek elpárolgása hőt von el a gipszkarton lemez felületéről. A gipsz kristályszerkezete a kémiaiilag kötött víz leadásával átalakul, ezt követően a belső kohézió megszűnik, így a lemez felrepedezik, majd deformálódva és töredezve integritását veszíti.

Gipszkarton körbeburkolás faszerkezetek esetén közvetlenül a fára vagy kiegészítő tartószerkezetre készíthető. Az elérhető tűzállósági határérték 30-180 perc. A gipszkarton

60 Forrás: Verlag Dashöfer, Tetőtterek tűzbiztos kialakítása- lépések, 2004

lemezek legnagyobb előnye a kedvező ár, ami miatt a tűzvédelmi burkolatok túlnyomó többségénél gipszkarton alkalmaznak.

A gipszkarton lemezek tűzállóságát a gipsz anyagba bekevert ásványi rostszálakkal lehet növelni, amelyek a kémiai kötött nedvesség elvesztése után is összetartják az építőlemez, azaz a belső kohéziót biztosítják. Az ilyen építőlemezeket **gipszrostlemeznek** hívják. Ezek járulékos előnye a nagyobb szilárdság és nem utolsósorban az oltóvízzel szemben mutatott nagyobb ellenálló képesség.

Vakolható fagyapot lemezekkel szintén el lehet érni a megfelelő tűzállóságot; itt a tűzállósági határérték a lemezek vastagságától függ (25, 35, 50, 75, 100 mm lemezek). Különleges tűzgátló építőlemezekkel szintén lehet faszervezetek tűzállósági határértékét növelni (pl. kalcium szilikát lapok, fermikulit lapok). Ezek szintén „nem éghető” lemezek, a gipszkarton lemezeknél általában könnyebbek és könnyebben is alakíthatók. Jó tűzállóságuk titka szintén a vegyileg kötött állapotban lévő víz, amely a tűzben felszabadulva jelentősen megnöveli a tűzállósági határértéküket.

Meg kell említeni az **építőlemez burkolatok árnyékoló hatását**, mivel az építőlemezek nemcsak a felmelegedést (transzmissziós hőáramlás) csökkentik a tűzzel mentett oldalon, hanem a tűzből származó sugárzás intenzitását is; a tényleges felmelegedés ugyanis a sugárzás és a transzmissziós hőáramlás együttes eredménye.

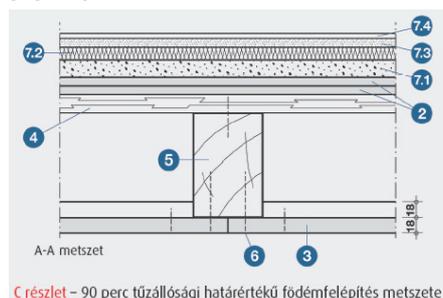
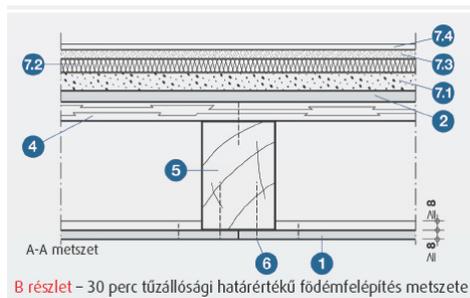
Mivel a tűzállóságot növelő burkolat „nem éghető”, a tűzvédelmi burkolatokkal védett faelemek – a tűzállósági határértékek-követelményt teljesítő burkolat esetén – szintén „nem éghető” éghetőséggel vehetők figyelembe.

5.5.3 építőlemezek alkalmazása tűzvédelmi borításként⁶¹

Egyrétegű burkolat esetén a hézag-tömítésről gondoskodni kell (pl. tűzgátló tömítő masszával). Kétrétegű burkolat esetén az eltolt hézagképzés segíti a rögzítő elemek tűzvédelmét, a lángáttörés vagy a rögzítő elemek felmelegedési veszélyének csökkentését. Az éleket a mechanikai sérülés veszélyének csökkentésére élvédővel kell ellátni felületképzés előtt. A tűzvédelmi borítások vázszerkezetre csavarozott vagy az építőlemezek egymáshoz tűzésével rögzített tűzvédelmi borítások. A borítás vastagságát a védendő szerkezet statikai szerepe (gerenda vagy pillér) és a szerkezet anyaga valamint az előírt tűzvédelmi követelmény határozza meg. Az alábbi táblázat a fontosabb tűzvédelmi borítások vastagságát mutatja. Az alábbi értékek ÉMI által bevizsgált és minősített vastagsági értékek.

Fa gerendafödémek

A fa gerendafödémek burkolása kis rétegvastagságú és súlyú tűzvédő lapokkal nagy tűzállósági határértékű szerkezetet eredményez. Több alkalmazási esetben külön alépitmény sem szükséges, sőt rendszerint a meglévő vakolat vagy burkolatréteget sem kell lebontani, ami csökkenti a szerelés idő és költségigényét.

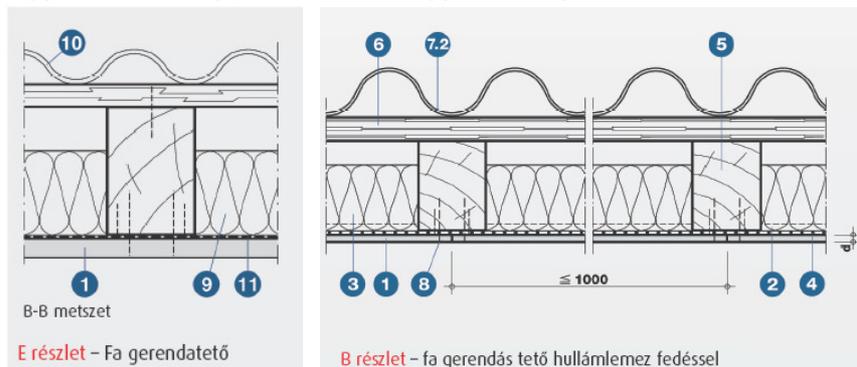


⁶¹ Forrás: Promat: <http://www.promat.hu>



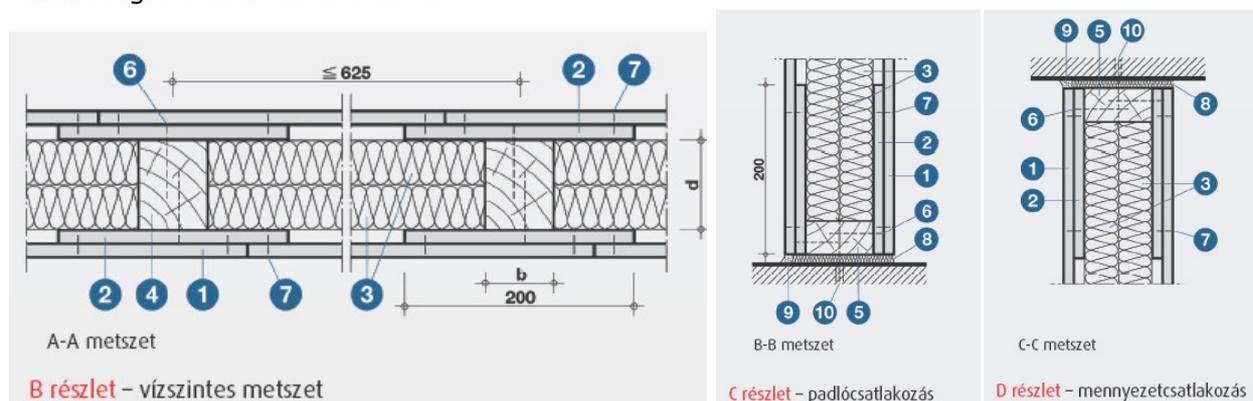
Fa gerendatető

A fa gerendatetők belső oldali tűzvédelme is könnyen és gazdaságosan megoldható tűzvédő lapokból álló burkolattal, függetlenül attól, hogy lapos vagy lejtős tetőszerkezet, és fedése pala, égetett vagy betoncserép, fémlemez vagy zszindely.



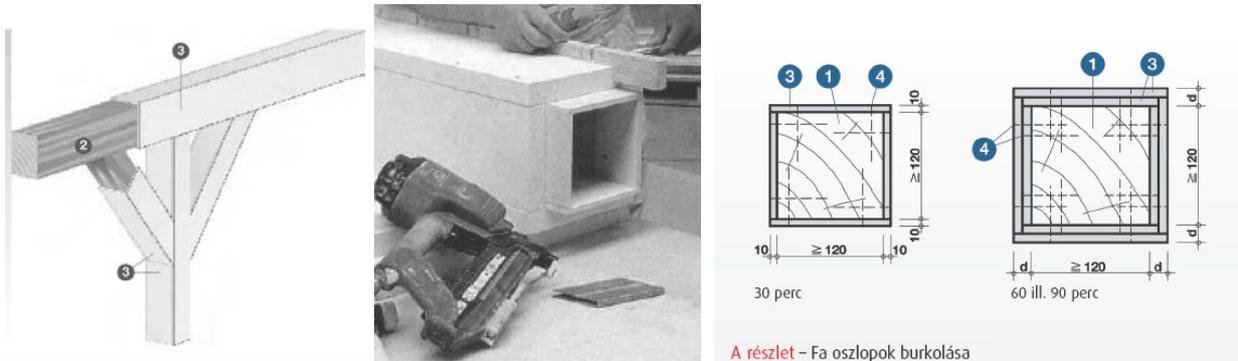
Fa állványoszlopos falak, favázás falak

A fa állványoszlopos falak 90 perc tűzállósági határértékű tűzvédelme megoldható tűzvédő lapokkal, teherhordó és nem teherhordó kivitelben egyaránt. A régi favázás épületek helyreállításakor követelmény, hogy a korabeli megjelenést megőrizve a favázszerkezet egy oldalon látható maradjon. A tűzvédő lapburkolattal ez is megoldható, akár 90 perc tűzállósági határérték esetén is.

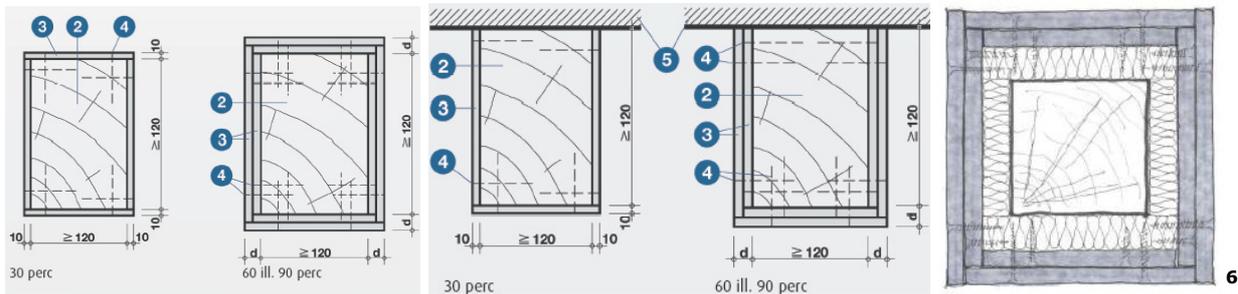


Fa teherhordó szerkezetek

A fa teherhordó szerkezetek (konzolok és gerendák) tűzvédelme lapokból álló burkolattal 30 - 90 perc tűzállósági határértékig biztosítható.

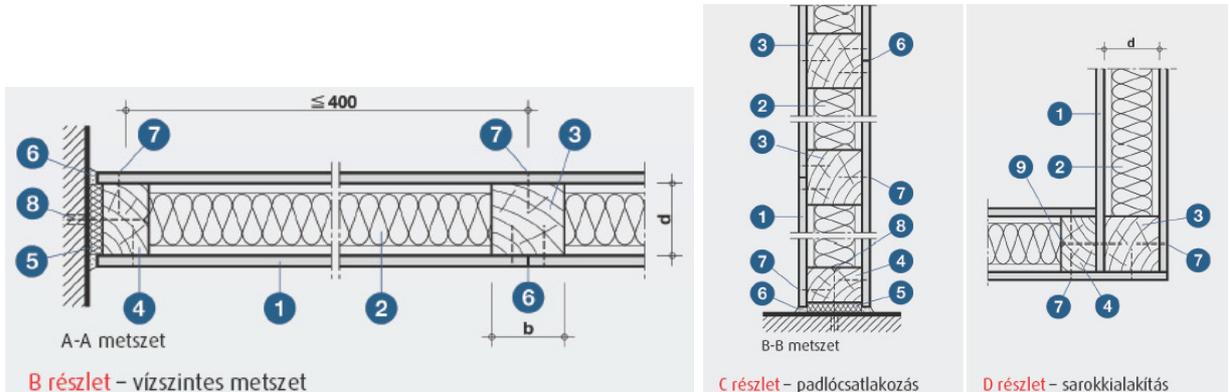


A részlet - Fa oszlopok burkolása



62

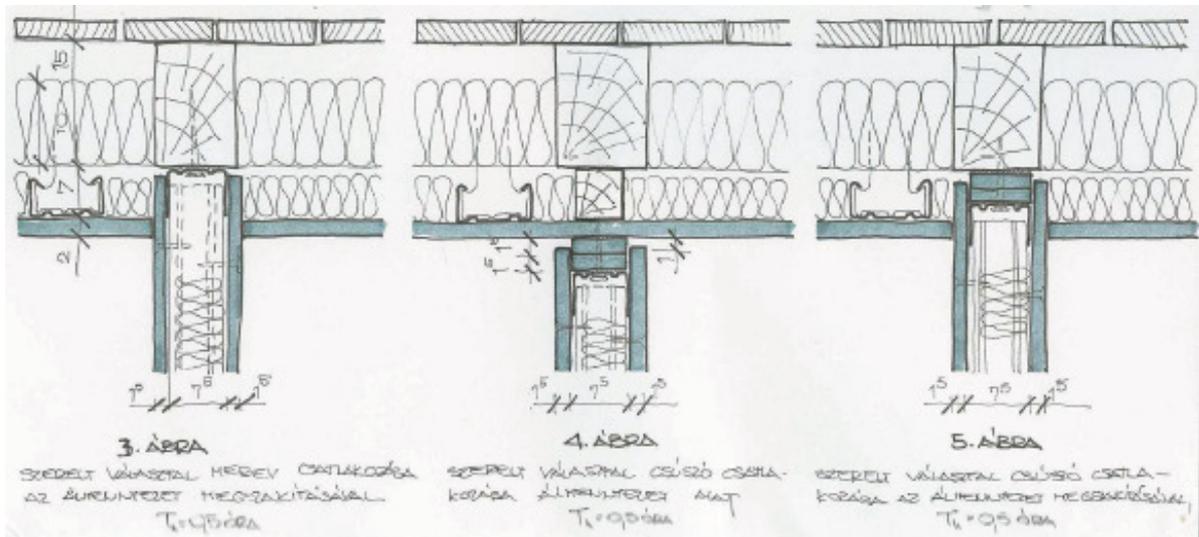
Nem teherhordó favázás fal tűzvédelme:



B részlet - vízszintes metszet

C részlet - padlócsatlakozás

D részlet - sarokialakítás



63

A fa szerkezetek különleges tűzvédelmi problémái elsősorban régi épületek javítása és felújítása során merülnek fel, amelyekre ma már többféle kiváló termékcsalád áll rendelkezésre: Promat - Promatech, Knauf Insulation - Fireboard

5.5.4 Körülburkolás kivitelezési hibái:

- körülburkolás megszakítása a védett térben. (általában design okok miatt)
- kivitelezéskor alacsonyabb tűzvédelmi besorolású anyaggal történik a körülburkolás, rögzítés, folytonosítás
- kivitelezéskor vékonyabb lemez kerül beépítésre, mint ami a tűzvédelmi kiírásban szerepel
- hézagos marad az illesztés (kitömítés elmarad)
- papírcsík használata a lapok felületének kiegyenlítésére
- tűzvédelmi dobozolás elmarad, pl utólagos igény merül fel egy sülyesztett lámpára, vagy elektromos dugaljra
- gyártó által kiadott alkalmazástechnikától eltérő kivitelezés
- Tartószerkezet körülburkolása éghető anyaggal. (lambéria)



5.6 Égékésleltetési módszerek

Faanyagból égékésleltető anyagokkal A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú anyag nem állítható elő! Legfeljebb B1 osztályig javítható az építőanyag.

Az égékésleltetésre használt anyagok lehetnek vízben oldódó, vagy nem oldódó vegyi anyagok is, sajnos mind a két fajta káros lehet a környezetre és jelentősen növelheti a tetőfedés költségét.

Felvitel szempontjából az anyagot két féleképpen juttathatjuk a tetőre: merítéssel, vagy szórással, az első esetben azzal a problémával is kell számolni, hogy az ezzel a módszerrel használt anyagok folyamatosan szivárognak, illetve kimosódhatnak a nádból.

Gazdaságos megoldásként elterjedt megoldás a borax és a bórsav alkalmazása lehet, vízzel hígítva. Amennyiben a tűz bekövetkezik az ilyen anyaggal kezelt tetőn egy filmréteg alakul ki, ami elvágja az oxigént az égő anyagtól.

5.6.1 Égékésleltetési módszerek⁶⁴ összegezve:

- **Felületi védelem – technológiák**
 - Mész (hagyományos, elavult)
 - Vízdékony sókeverékek – mélységi védelem (hagyományos)
 - Bevonatok
 - Vízüveg (hagyományos)
 - Hőhatásra habosodó bevonatok (korszerű – lehet vízbázisú vagy szerves oldószeres)
 - Mázolás (hőhatásra habosodó festékekkel)
 - Szórás, permetezés (hőhatásra habosodó festékek) – de csak vízbázisú, vízdékony sókeverékekbe), a szórással felvitt tűzvédő anyagok esetén fontos, hogy nagy nyomással jutassuk az anyagot a tetőbe, mivel így biztosítható a megfelelő védelem biztosítása a mélyebb rétegekben is.
- **Mélységi védelem – technológiák**
 - Mártás (vízdékony sókeverékekbe)
 - Füröszítés (vízdékony sókeverékekbe)
 - Áztatás (vízdékony sókeverékekbe)
 - Impregnálás (vízdékony sókeverékekkel)

63 Kép: Forrás: Dr. Takács Lajos Gábor

64 Forrás: Dr. Takács Lajos Gábor: Tetőszerkezetek és beépített tetőszerkezetek építészeti- tűzvédelmi sajátosságai c. előadásvázlat 51. oldal

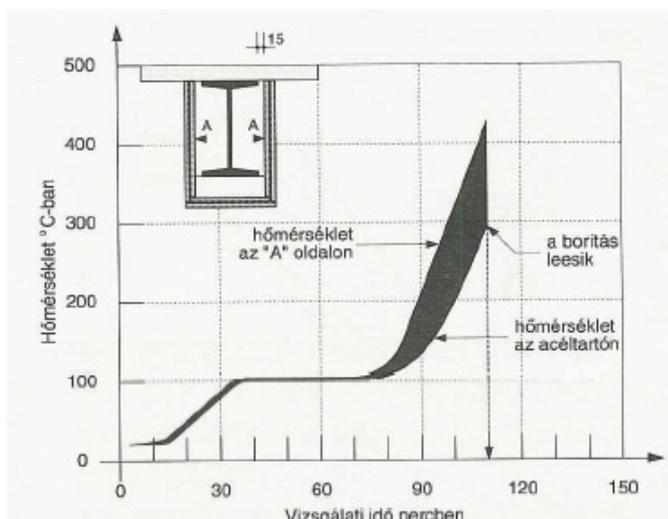
5.6.2 Égéskeleltetés kivitelezési hibái

- A **faszerkezetek égéskeleltetésénél** gyakori, hogy impregnálás vagy áztatás helyett csak a felületre hordják fel az égéskeleltető anyagot, amely így nem fejt ki hatását. Azon anyagoknál, ahol az alkalmazástechnikai útmutatásban vagy a minősítési jegyzőkönyvben a teljes keresztmetszet átítása, telítése szükséges, a felületi bevonat nem megfelelő. Erről a faelemek vágott felületének szemrevételezésével lehet meggyőződni, mivel a 4-5-6-8 m hosszú fa rúdelemeket gyakran a beépítés előtt kezelik.
- Szokásos a **beépítést követő permetezés** is, ez azonban szintén nem megfelelő, a fentiekén túlmenően azért sem, mert a biztonsági fólia miatt a szarufák felső síkja kezeletlen marad. A faanyagvédő szer minőség tanúsítványa mindenképp szükséges és az abban foglaltak maradéktalan teljesítésével biztosított csak az éghetőség javítása. Természetesen léteznek olyan faanyagvédő szerek, amelyek felületi bevonatként alkalmazhatók (pl. vízüveg).
- **Vízoldékony sókeverékek** alkalmazása esetén gyakori, hogy a fedélszék ideiglenes védelméről nem gondoskodnak és az **eső kioldja** a sókeveréket a faanyagból.

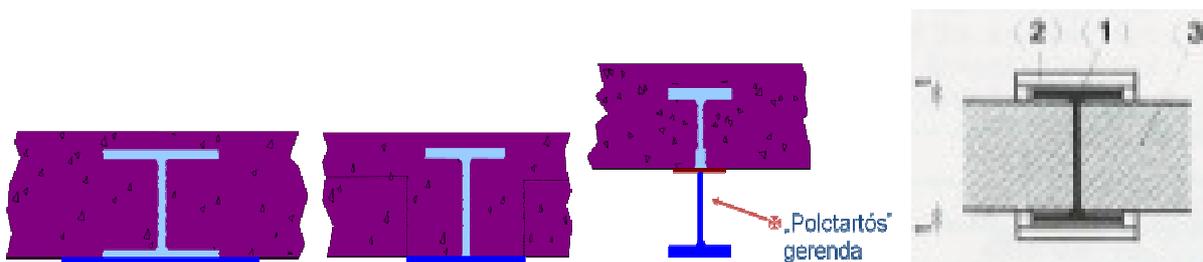
5.7 Acélszerkezetek tűzállósági tulajdonságainak javítása

5.7.1 acél szerkezetek tűzállósági értékeinek javítása burkolással, körülburkolással:

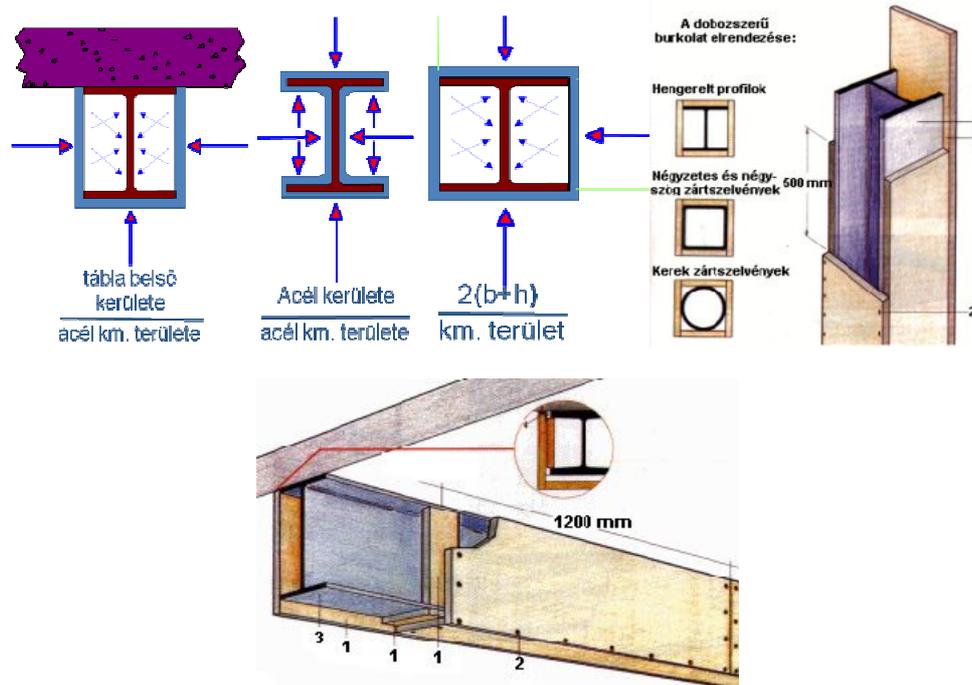
Acél szerkezetek tűzvédő burkolására azon termékcsaládokat lehet felhasználni, melyeket a gyártó erre ajánl. Problémát okozhat, hogy tűz esetén a tűzvédő burkolat 30-45 percig hermetikusan védi az acél tartószerkezetet, majd amikor az lepattogzik, a szerkezet hirtelen kap „hősokkot”.



Karcsú födémek acél gerendája általában a födém szerkezetbe integrált. Ekkor az acélra méretezett túllógatással tűzvédő lapot kell építeni:



A_m/V keresztmetszeti tényező: védelemmel ellátott acélelemek:



5.7.2 acél szerkezetek tűzállósági értékeinek javítása felületi védelemmel:

- oldószeres tűzvédő festékekkel
- vizes bázisú tűzvédő festékekkel

A tűzvédő festékek és bevonatok-amennyiben fémre, vagy acélra kerülnek felhordásra, a következő szempontok szerint kell, hogy kivitelezésre kerüljenek:

- A védendő fémszerkezetnek megfelelő falvastagságúnak kell lennie.
- A tűzvédő festéknek, vagy bevonatnak jól kell tapadnia.
- A tűzvédő festék megfelelő vastagságú kell, hogy legyen.
- Fizikai behatások ellen általában védeni kell a tűzvédő réteget.
- Kivitelezéskor a harmatpontra ügyelni kell.

5.7.3 Égéskeletetés kivitelezési hibái

- a rendszert (alapozás – védőanyag - fedőbevonat) nem az előírásnak megfelelően alakították ki
- ez igaz lehet tűzvédő festékek alkalmazásánál acél és kábel felületen, illetve tűzvédő habarcs alkalmazása acél vagy beton felületen
- nem megfelelő rétegvastagság a szükséges tűzállósághoz
- gyengébb teljesítőképességű termék, vagy rendszer alkalmazása kivitelezéskor

5.7.4 Katalógusokban ajánlott rétegrendek és csomópontok elemzése tűzvédelmi aspektusból

Mára a Magyarországon elérhető építőipari termékek palettája rendkívül kiszélesedett. Ennek következtében a tervezők és kivitelezők a gyártók webes felületeit használják információforrásként, így viszonylag rövid idő alatt sok információhoz jutnak (termékleírás, fotók, alkalmazástechnika, csomópontok, egyes esetekben megfelelőségi igazolások). A felhasználói szemlélet ugyanakkor csak „rétegrendet” keres, illetve olyan információcsomagot, amely az adott megoldandó problémára minél kidolgozottabb, komplexebb megoldást ad, melyet minél gyorsabban adaptálhat a saját tervére.

Ebben a fejezetben tűzvédelmi szempontból elemzek olyan beépített tetőtéri elvi rétegrendeket és csomópontokat, amelyeket egyes gyártói weboldalakon találtam. A példák nem fedik le a beépített tetőterekben előforduló összes lehetséges rétegrend változatot, csupán szakmai gyakorlatom alapján merítettem néhány, hazánkban leginkább jellemzőt a tűzvédelmi szempontból történő vizsgálatok és értékelés bemutatására.

A leírt rétegrendeket módosítás nélkül emeltem be a szakdolgozatba, továbbá kiírásra kerültek konkrét termék- és gyártói nevek is, mivel tűzvédelmi szempontból az adott anyag tűzvédelmi teljesítőképessége nem különíthető el a gyártótól és a terméktől. Következtetésem azonban már általánosíthatóak.

5.7.4.1 Beépített tetőtér korszerűsítése - fatartós fedélszék - általános rétegrend

Mivel a fedélszerkezet már beépített tetőtérként, lakótérként működik, ezért a további a hőszigetelést és komfortot fokozó szerkezeti megoldásokat kívülről helyezték el.



Az elemzett rétegrendet az Isover cég webes felületéről töltöttem le. Hőszigetelés a szarufák teljes magasságában, illetve a belső tér felől történik.

cm	Kiírásban szereplő rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
0,3	tetőhéjazat/ cserépfedés	A1	nincs
3,0	3/5 tetőlécezés	D-s2-d0	nincs
5,0	min. 5/5 ellenlécezés - átszellőztetés	D-s2-d0	(kürtőhatás!) faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
	Páraáteresztő fólia	E	anyaga?
2,2	OSB- rétegelt farostlemez	D-s1-d0	illesztés módja? faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
12,0	Isover-UNI 12 önrögzítő szigetelő filc szarufák között	A2	→ üvegyapot hőszigetelés szarufák között
-	Párafékező fólia	E	anyaga?

2,0	Isover TDP 25/20 lépéshang-szigetelő lemez	A2	lépéshang? (TPDS létezik) <i>üveggyapot hőszigetelés szarufák között</i>
2,5	Légrés- 2,5/5 tartólécezés	D-s2-d0	Légrés? → <i>installációs réteg</i>
3,5	Szigetelőanyag - Tartós	A1-E ?	tartós?
2,5	Belső vakolat - Tartós	A2	tartós? valóban 2,5 cm? vajon a belső két réteg a Heraklith speciális tetőtér kialakítási rendszerére utal?

- Hőszigetelési teljesítő képesség: $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hangszigetelési teljesítő képesség: $R_w = 51 \text{ dB}$ (→ *hangszigetelési teljesítő képesség*)
- épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert
- épület tűzállósági fokozata: nem ismert

• **Szerkezet tűzvédelmi jellemzői:**

- Tűzvédelmi osztály:
 - tartószerkezeti elemek: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2,d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
 - tetőfödém térelhatároló szerkezete: a belső burkolat vizsgálati eredménye B-s1,d0, ásványi vakolat esetén
 - hőszigetelés: A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- Tűzállósági határérték:
a belső burkolat minősítése alapján ... (pl. EI30), amely felületfolytonos kialakítás esetén a tartószerkezet tűzállóságát is biztosítja, de EC5 szerint a tartószerkezet önállóan is méretezhető
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:
A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz)
- Egyéb sajátosságok:
 - A belső burkolat mögötti „légrésben” keletkező tűz (pl. elektromos eredetű): Két oldalról szigetelőanyag: üveggyapot A1 és cementkötésű faforgácslemez B-s1, d0 tűzvédelmi osztályú, de hézagain keresztül a hő és füst könnyedén tovaterjed. Veszélyt jelenthet, hogy a szarufák alsó oldala védelem nélkül érintkezik a légréteggel. Javasolt önálló installációs réteg kialakítása a gépészeti és elektromos szerelvényezés részére a tűzállóságot biztosító kéreg előtt, vagy a gépészeti és elektromos vezetékeket nem a ferde, térelhatároló funkcióval is rendelkező rétegrendben kell elvezetni.
 - Tetőhéjalás alatti légrésben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, az alatta lévő OSB lap is meggyulladhat. A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.

• **Hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**

- A faszerkezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízzöldékony sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszerkezet nem hozzáférhető
- Vakolat vastagsága alapvetően befolyásolja a teljes szerkezet tűzállóságát, ellenőrzés: felhordás után pár percen belül átszúrással ellenőrizhető.
- Vakolat tartószerkezete jelenleg merev szigetelőanyag.
- Belső tűzvédelmi réteg áttöréseinél tűzvédelmi dobozba kell foglalni a süllyesztett lámpatesteket és dugaljkat.
- Belső tűzvédelmi réteg áttöréseinél tűzvédelmi mandzsettát kell húzni az átmenő épületgépészeti vezetékekre a védelmi sík felületfolytonosítása érdekében.

• **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**

- Utólagos tetőtéri hőszigetelés javításának módszere.

5.7.4.2 Beépített tetőtér korszerűsítése - fatartós fedélszék - általános rétegrend



66

Az elemzett rétegrendet az Isover cég webes felületéről töltöttem le. Hőszigetelés a szarufák teljes magasságában, illetve a belső tér felől történik.

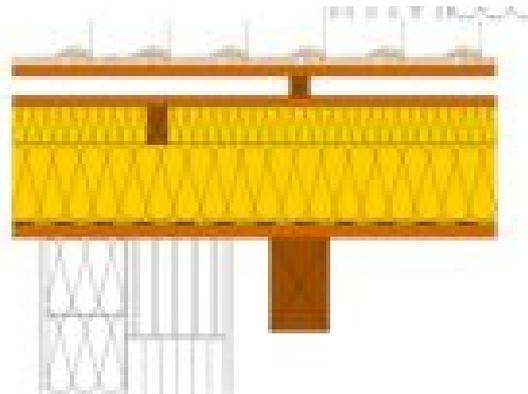
cm	Rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
2,0	Tetőhéjazat - cserépfedés	A1	nincs
3,0	3/5 tetőlécezés	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
5,0	Ellenlécezés min. 5/5 - átszellőztetés	D-s2-d0	(kürtőhatás!) faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
2,4	Fa deszkázat	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
2,4	Nyers deszkázat - TYVEK® PRO páraáteresztő fólia	D-s2,d0- fa E- fólia	nem derül ki , hogy a fólia a fa melyik oldalára van tervezve
20,0	Isover-UNI 20 önrögzítő szigetelő filc 10/24 szarufák között	A2	<i>üveggyapot hőszigetelés szarufák között</i>
10,0	Isover-Rollisol ROLL 10/70 5/10 harántlécezés között	A2	<i>Alukasírozott üveggyapot hőszigetelő paplan</i>
3,0	Légrés - 3/5 tartólécezés Isover-Rollisol Alu-kasírozása párafékező	D-s2-d0- fa	itt már az alu-t nem kellene ismételni, mert a fenti réteg gyári része.
1,5	GKF 15 Gipszkarton tűzvédelmi lemez	A2-s1-d0	nincs
3,0	Légrés - 3/5 tartólécezés	D-s2-d0	nincs
2,0	Faburkolat	D-s2-d0	nincs

- Hőszigetelési teljesítő képesség: $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hangszigetelési teljesítő képesség: $R_w = 53 \text{ dB}$
- Épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert
- Épület tűzállósági fokozata: nem ismert

• **Szerkezet tűzvédelmi jellemzői:**

- Tűzvédelmi osztály:

- tartószerkezeti elemek: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2-d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
- tetőfödém térelhatároló szerkezete:
 - lambéria: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2-d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
 - tűzvédelmi gipszkarton: A2-s1-d0 tűzvédelmi osztályú
- hőszigetelés: A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- Tűzállósági határérték:
 - a belső burkolat nincs minősítve (lambéria), de annak hátszerkezete , a tűzálló gipszkarton igen (15 mm vastag lemez esetén EI30), amely felületfolytonos kialakítás esetén a tartószerkezet tűzállóságát is biztosítja. EC5 szerint a tartószerkezet önállóan is méretezhető tűzterherre.
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:
 - A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz), cserepek közötti réseken beterjedhet a hő és füst.
- Egyéb sajátosságok:
 - A belső burkolat mögötti szerelőtérben keletkező tűz (pl. elektromos eredetű): Két oldalról lehatárolt, a tartószerkezettől A2 minősítésű tűzvédelmi gipszkarton határolja le.
 - Tetőhéjalás alatti légrésben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, az alatta lévő OSB lap is meggyulladhat. (Teljes begyulladását befolyásolja az OSB lap testsűrűsége. Minél sűrűbb, annál lassabban ég át.) A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
- **Hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**
 - A faszervezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékony sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszervezet nem hozzáférhető
 - A faburkolat és a gipszkarton réteg között javasolt installációs réteg létesítése (lécvázal) a gépészeti és elektromos vezetékek elhelyezésére, ekkor azok nem törnek át a tűzvédelmi gipszkarton burkolatot.
 - Belső burkolat lambéria, ami d-s2-d0. A legkritikább esetben készül égéskésleltetett alapanyagból.
 - A lambéria felfüggesztése jelentős mennyiségben átluggatja a tűzvédő burkolati réteget. Mely esetben annak funkcionális viselkedése megkérdőjelezhető tűz esetén.
 - A tűzvédelmi gipszkarton réteg duplázása esetén EI 30-ról EI 60-ra növekszik a tűzállóság.
- **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**
 - A faburkolat és a gipszkarton rétegek közé építhető segédváz szerkezet révén installációs réteg létesíthető, amely tartószerkezettől elkülönített.
 - Kiegészítő hőszigetelés belső oldalra került, ezáltal a faszervezet belsőteri tűz elleni védelme sokkal jobb, még a tűzállóságot biztosító tűzvédelmi gipszkarton burkolat tönkremenetelét követően is.
 - Előny, hogy a szarufák alsó oldala védelem nélkül nem érintkezik a légréteggel.

5.7.4.3 Beépített tetőtér korszerűsítése - fatartós fedélszék- általános rétegrend

67

Az elemzett rétegrendet az Isover cég webes felületéről töltöttem le. Hőszigetelés a szarufák teljes magasságában, illetve a külső tér felől a szarufák felett történik.

cm	Rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
2,0	Tetőhéjazat - cserép	A1	nincs
3,0	3/5 tetőlécezés Tetőhéjazat	D-s2-d0	nincs
5,0	min. 5/5 ellenlécezés - átszellőztetés	D-s2-d0	(kürtóhatás!) faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt
2,4	Nyers deszkázat DIFUPLAN BIT Páraáteresztő fólia Elasztó- Bitumen lemez	D-s2-d0: fa E: szigetelés	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa nincs kiírva a rétegek sorrendje
5,0	Isover-UNI 20 önrögzítő filc lécezés között	A2 hőszigetelés D-s2-d0: fa	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt lécezés <i>üvegyapot hőszigetelés szarufák között</i>
20,0	Isover-UNI 20 önrögzítő filc lécezés között	A2: hőszigetelés D-s2-d0: fa	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt lécezés <i>üvegyapot hőszigetelés szarufák között</i>
-	Isover-Flammex Párafékező fólia	E	polietilén fólia
2,0	Fa deszkázat F30 kettős hornyolással	D-s2-d0	nincs
20,0	Látható szarufák	D-s2-d0	ki kellene írni a tartószerkezet védelmének intézkedéseit

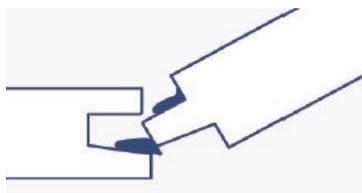
- Hőszigetelési teljesítő képesség: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hangszigetelési teljesítő képesség: $R_w = 55 \text{ dB}$
- Épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert
- Épület tűzállósági fokozata: nem ismert

- **szerkezet tűzvédelmi jellemzői:**

- Tűzvédelmi osztály:
 - tartószerkezeti elemek: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2-d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
 - tetőfödém térelhatároló szerkezete:

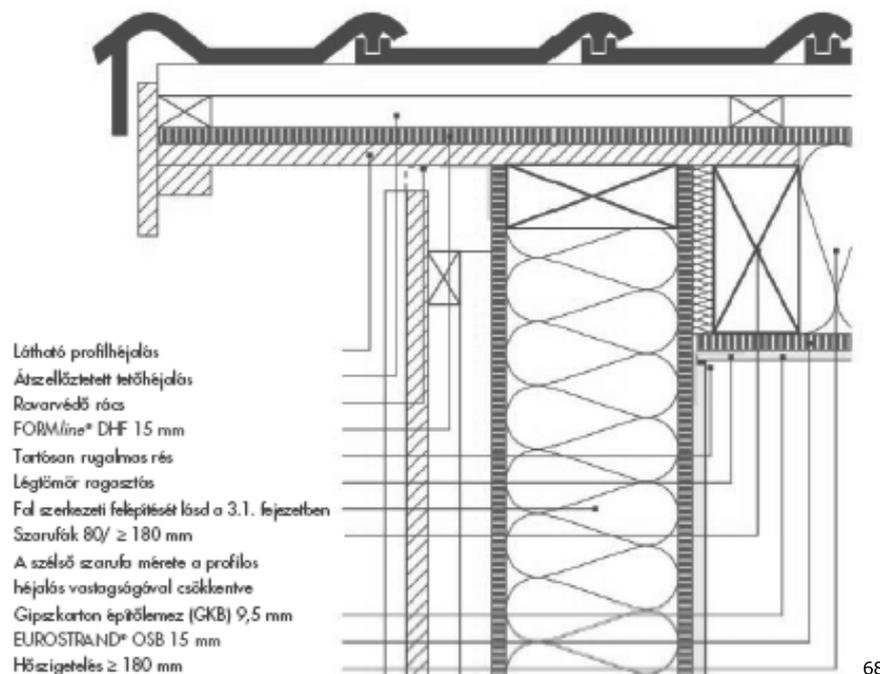
lambéria: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2-d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható

- hőszigetelés: A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- Tűzállósági határérték:
 - a belső burkolat nincs minősítve (lambéria), felületfolytonos kialakítás esetén sem biztosítja a tartószerkezet tűzvédelmét.
EC5 szerint a tartószerkezetet méretezni kell tűzterherre, mivel az védelem nélkül helyezkedik a belső térben.
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:
 - A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz), cserepek közötti réseken beterjedhet a hő és füst.
- Egyéb sajátosságok:
 - szerelőréteg hiányában a vezetékek áttörik a párazárást, illetve ellenőrizhetetlenül helyezkednek el a hőszigetelés alatt, továbbá megszakítják a belső térelhatároló szerkezetet is.
 - Tetőhéjalás alatti légrésemben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, az alatta lévő deszkázat azonnal érintkezni tud a tűzzel. Teljes begyulladását befolyásolja az fa testsűrűsége. Minél sűrűbb, annál lassabban ég át. A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
- **Hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**
 - Tartószerkezet tűzállóságának növelésére a burkolat nem megfelelő, sőt, a rétegrend térelhatároló szerkezetként sincs tűzállóságra minősítve. A tartószerkezet tűzállósága ugyanakkor EC5 szerint méretezhető.
 - A faszerkezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékony sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszerkezet nem hozzáférhető.
 - Belső burkolat lambéria, ami D-s2-d0. A legkritikább esetben készül égéskésleltetett alapanyagból. Lambéria helyett, vagy mögött tűzgátló réteget kell elhelyezni, lehetőség szerint installációs réteg közbeiktatásával.
 - Lambéria toldásait ki lehet tölteni ragasztóval a felületfolytonosság hosszú távú biztosítása érdekében.



- Hőszigetelő rétegben futó kábelek megfelelő minőségű burkolatúak legyenek.
- Ajánlott lenne installációs réteg kialakítása.
- **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**
 - Kiegészítő hőszigetelés a külső oldalra került, ezáltal belső bontásra nem volt szükség, a tetőtér zavartalanul használható maradt.
 - A szarufák által okozott hőhidasság mértéke kicsi, a hőszigetelés a szarufák fölött található.

5.7.4.4 Új építésű beépített tetőtér – könnyűszerkezetes építési rendszerrel – tető és oromszegély csatlakozásán keresztül bemutatva



68

A csomópont az Egger gyártó által kiadott szerkezeti Katalógusból kiemelt példa. A gyártó teljes szerkezeti rendszere könnyűszerkezetű építési rendszert mutat be.

cm	Rétegrend - tetősík	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
2,0	Tetőhéjazat - cserép	A1	nincs
3,0	3/5 tetőlécezés Tetőhéjazat	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
3,0	ellenlécezés - átszellőztetés	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
-	-	-	alátéthéjazati réteg hiányzik
1,5	Formline ⁶⁹ DHF 15 mm	D-s2-d0	(OSB)
18,0	szarufa 8/18	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
18,0	hőszigetelés	A1-E?	anyagtípus kiírása szükséges
1,5	Eurostrand ⁷⁰ OSB 15 mm	E	(műgyanta kötésű MDF)
-	-	-	párazáró réteg hiányzik (E) (installációs réteg hiányzik)
0,95	gipszkarton építőlemez	B-s1-d0	ki kellene írni a tartószerkezet védelmének intézkedéseit és a a gipszkarton típusát (normál/tűzvédelmi lemez)

- Hőszigetelési teljesítő képesség: U = nincs megadva
- Hangszigetelési teljesítő képesség: R_w = nincs megadva
- Épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert (favázás az egész épület)
- Épület tűzállósági fokozata: nem ismert (favázás az egész épület)

68 Forrás: Egger: Szerkezeti Katalógus: Gyakorlati faépítés, 201, , letöltés ideje: 2011.06.02.

69 Formline DHF 15mm sűrűség: 600-650 kg/m³, műgyanta kötésű, közepes sűrűségű, nyitott pórusú farostlemez (MDF), mely falak és tetőszerkezetek külső burkolásához használható fel.

70 Eurostrand OSB: 625 kg/m³

• **Szerkezet tűzvédelmi jellemzői:**

- Tűzvédelmi osztály:
 - tartószerkezeti elemek: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2-d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
 - tetőfödém térelhatároló szerkezete: a belső burkolat vizsgálati eredménye A2-s1-d0, ásványi vakolat esetén
 - hőszigetelés: A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- Tűzállósági határérték:

a belső burkolati rendszer nincs minősítve, a megjelölt gipszkarton építőlemez A2-es tűzvédelmi besorolású (EI 15,30), mely felületfolytonos kialakítás esetén biztosítja a tartószerkezet tűzvédelmét. Nem megfelelő viszont a rétegrend: az OSB helyére is gipszkartonnak kellene kerülnie, segédvázon, hogy az installációs zóna(csomópontban nincs kialakítva) mögötti réteg felületfolytonos lehessen. Jelen ajánlásban az OSB a felületfolytonos réteg, amely nem rendelkezik tűzállósággal sem a térelhatároló szerkezet tekintetében, sem a tartószerkezet tűzállóságának növelése szempontjából. EC5 szerint a tartószerkezetet méretezni kell tűzteherre, mivel az védelem nélkül helyezkedik a belső térben.
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:

A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz), cserepek közötti réseken betervedhet a hő és füst.
- Egyéb sajátosságok:
 - szerelőréteg hiányában a vezetékek áttörik a párazárást, illetve ellenőrizhetetlenül helyezkednek el a hőszigetelés alatt.
 - Javasolt önálló installációs réteg kialakítása a gépészeti és elektromos szerelvényezés részére a tűzállóságot biztosító kéreg előtt, vagy a gépészeti és elektromos vezetékeket nem a ferde, térelhatároló funkcióval is rendelkező rétegrendben kell elvezetni.
 - Tetőhéjalás vagy oromburkolat alatti légrésben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, az alatta lévő légréssel érintkező OSB lap azonnal érintkezni tud a tűzzel. Teljes begyulladását befolyásolja az OSB lap testsűrűsége. Minél sűrűbb, annál lassabban ég át. A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
 - oromfal burkolatának típusa, tűzállósága nem ismert (E-A1?), de rétegrendi felépítése a rajzon azonos a tetősíkéval.

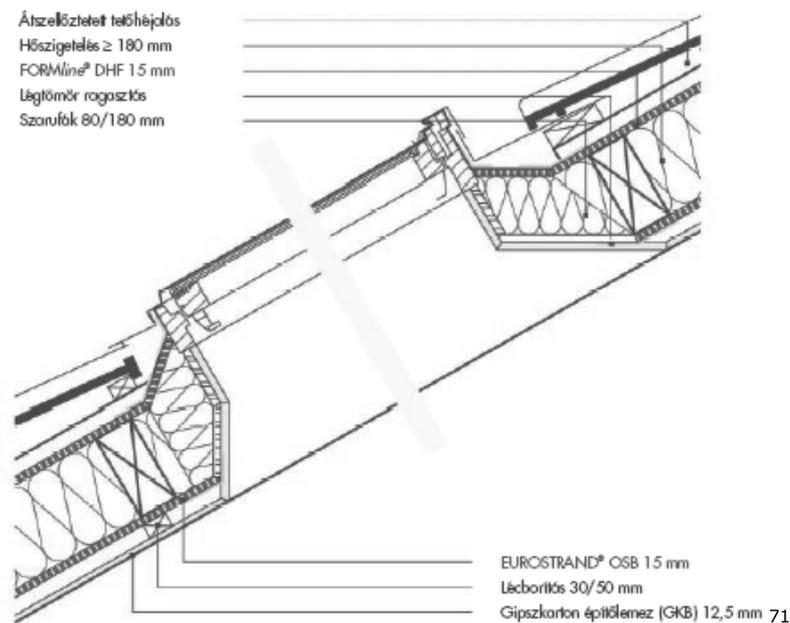
• **Hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**

- A faszerkezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékvány sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszerkezet nem hozzáférhető.
- Tekintve, hogy az egész épület favázis rendszerű, ajánlatos lenne installációs réteg kialakítása.
- Hőszigetelő rétegben futó kábelek megfelelő minőségű burkolatúak legyenek
- Belső burkolat gipszkarton (B-s1-d0), amelynek 15 mm vtg. tűzgátló lapnak kellene lennie (A2-s1,d0), ha a belső burkolat biztosítja a tető tartószerkezetének tűzállóságát, tekintve, hogy egy réteg kerül beépítésre.
- Belső egy réteg gipszkarton felületfolytonosságát feltétlenül biztosítani kell.
- Szélső szaruzat vonalában kontakt módon érintkeznek a teherátadó elemek, mely hőhidat képeznek, ugyanezen pont tűzterjedés szempontjából is veszélyes lehet.
- Gyártói katalógusban nem ismertetett a tartószerkezeti elemek csatlakozási módja.

• **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**

- könnyű
- száraztechnológiával készül

5.7.4.5 Új építésű beépített tetőtér – könnyűszerkezetes építési rendszer – tetősík ablak beépítése



A csomópont az Egger gyártó által kiadott szerkezeti Katalógusból kiemelt példa. A gyártó teljes szerkezeti rendszere könnyűszerkezetű építési rendszert mutat be.

cm	Rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
2,0	Tetőhéjazat - cserép	A1	nincs
3,0	3/5 tetőlécezés Tetőhéjazat	D-s2,d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
-	-	-	alátét héjazati réteg hiányzik
3,0	ellenlécezés - átszellőztetés	D-s2,d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
1,5	Formline ⁷² DHF 15 mm	D-s2,d0	(OSB)
18,0	szarufa 8/18	D-s2,d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
18,0	hőszigetelés	A1-E?	anyag típus kiírása szükséges
1,5	Eurostrand ⁷³ OSB 15 mm	E	(múgyanta kötésű MDF)
-	-	-	párazáró réteg hiányzik (E)
3,0	lécborítás 3/5		(installációs rétegnek megfelel)
1,25	gipszkarton építőlemez	A2-s1-d0	ki kellene írni a tartószerkezet védelmének intézkedéseit, gipszkarton típusát.

- Hőszigetelési teljesítő képesség: U = nincs megadva
- Hangszigetelési teljesítő képesség: R_w = nincs megadva
- épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert (favázás az egész épület)
- épület tűzállósági fokozata: nem ismert (favázás az egész épület)

71 Forrás: Egger:Szerkezeti Katalógus: Gyakorlati faépítés, 2011, , letöltés ideje: 2011.06.02.

72 Formline DHF 15mm sűrűség: 600-650 kg/m³

múgyanta kötésű, közepes sűrűségű, nyitott pórusú farostlemez (MDF), mely falak és tetőszerkezetek külső burkolásához használható fel.

73 Eurostrand OSB: 625 kg/m³

• **szerkezet tűzvédelmi jellemzői:**

- Tűzvédelmi osztály:
 - tartószerkezeti elemek: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2-d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
 - tetőfödém térelhatároló szerkezete: a belső burkolat vizsgálati eredménye A2-s1-d0, ásványi vakolat esetén
 - hőszigetelés: A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- Tűzállósági határérték:

a belső burkolati rendszer nincs minősítve, a megjelölt gipszkarton építőlemez A2-es tűzvédelmi besorolású (EI 15,30), mely felületfolytonos kialakítás esetén biztosítja a tartószerkezet tűzvédelmét.

EC5 szerint a tartószerkezetet méretezni kell tűzterherre, mivel az védelem nélkül helyezkedik a belső térben.
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:

A1 (a tetőfedés éghető komponenst nem tartalmaz), cserepek közötti réseken betervedhet a hő és füst.
- Egyéb sajátosságok:
 - Ugyan van szerelőréteg, de a gépészeti és elektromos vezetékek pont a tartó- és térelhatároló szerkezet tűzállóságát biztosító réteget törik át: az OSB helyére is gipszkartonnak kellene kerülnie, segédvázon, hogy az installációs zóna mögötti réteg lehessen felületfolytonos; most az OSB a felületfolytonos réteg, amely nem rendelkezik tűzállósággal sem a térelhatároló szerkezet tekintetében, sem a tartószerkezet tűzállóságának növelése szempontjából.
 - Tetőhéjalás alatti vagy oromburkolat alatti légrésben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponenst tartalmaz, az alatta lévő légréssel érintkező OSB lap azonnal érintkezni tud a tűzzel. Teljes begyulladását befolyásolja az OSB lap testsűrűsége. Minél sűrűbb, annál lassabban ég át. A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
 - oromfal burkolatának típusa, tűzállósága nem ismert (E-A1?), de rétegrendi felépítése a rajzon azonos a tetősíkéval.

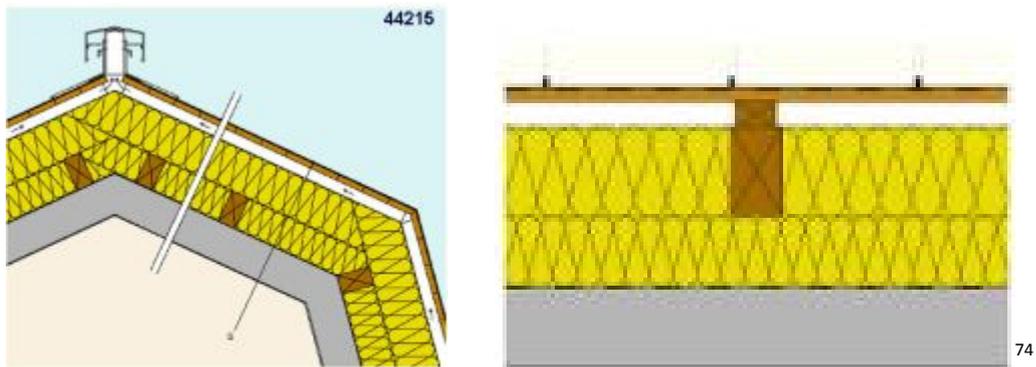
• **hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**

- A faszerkezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékony sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszerkezet nem hozzáférhető.
- Belső burkolat gipszkarton, ami lehetne tűzvédelmi lap is.
- Belső egy réteg gipszkarton felületfolytonosságát feltétlenül biztosítani kell, illetve ha ez nem biztosítható, a rétegrendet kell úgy módosítani, hogy a tűzállóságot biztosító gipszkarton réteg a szerelőtér mögött helyezkedjen el.
- Ablakszerkezet körül nem éghető (A1 tűzvédelmi osztályú) anyagú hőszigetelést kell alkalmazni
- Ablakszerkezet körül a faanyag tűzvédelmi késleltetését különösen gondosan kell levégezni
- Az ablakkáva burkolata tűzvédelmi szempontból az általános, tűzállóságot növelő burkolattal azonos kialakítású legyen az ablaktok síkjáig.

• **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**

- könnyű
- száraztechnológiával készül
- magas hőszigetelő érték
- gyors kivitelezés

5.7.4.6 Vasbeton trapézfödém- általános csomópont



Az elemzett rétegrendet az Isover cég webes felületéről töltöttem le. Hőszigetelés a szarufák teljes magasságában, illetve a belső tér felől történik.

cm	Kiírásban szereplő rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
0,1	rézlemez fedés	A1	nincs
0,3	bitumenes szigetelő- és tömítő lemez	E	nincs
2,4	nyers deszkázat - légrés	D-s2-d0	nyers helyett faanyagvédő szerrel kezelt (kürtőhatás)
5,0	ellenlécezés min. 8/5	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt
-	TYVEK® PRO páraáteresztő fólia	E	nincs
18,0	Isover-UNI 18 önrögző szigetelő filc szarufák között	A2 hőszigetelés D-s2-d0 fa	nincs
14,0	Isover-UNI 14 önrögző szigetelő filc 8/14 lécezés között	A2 hőszigetelés D-s2-d0 fa	nincs
-	Isover-Flammex párafékező fólia	E	nincs
16,0	koporsófödém szerkezet - Vasbeton	A1	nincs
0,5	simító kiegyenlítő réteg	A2	nincs

- Hőszigetelési teljesítő képesség: $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hangszigetelési teljesítő képesség: $R_w = 58 \text{ dB}$
- Épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert
- Épület tűzállósági fokozata: nem ismert

• Szerkezet tűzvédelmi jellemzői:

- Tűzvédelmi osztály:
 - A vasbeton szerkezet (tételhatároló szerkezet) tűzvédelmi szempontból kiváló megoldás, EC2 szerint a önállóan méretezhető tűzterherre. A1 tűzvédelmi besorolású.
 - héjazat tartószerkezeti elemei: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2,d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható – de ennek már nincs tételhatároló szerepe, csak a tetőhéjalást tartja (fedélszerkezet, nem tetőszerkezet tűzvédelmi szempontból)
 - hőszigetelés: A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- Tűzállósági határérték:

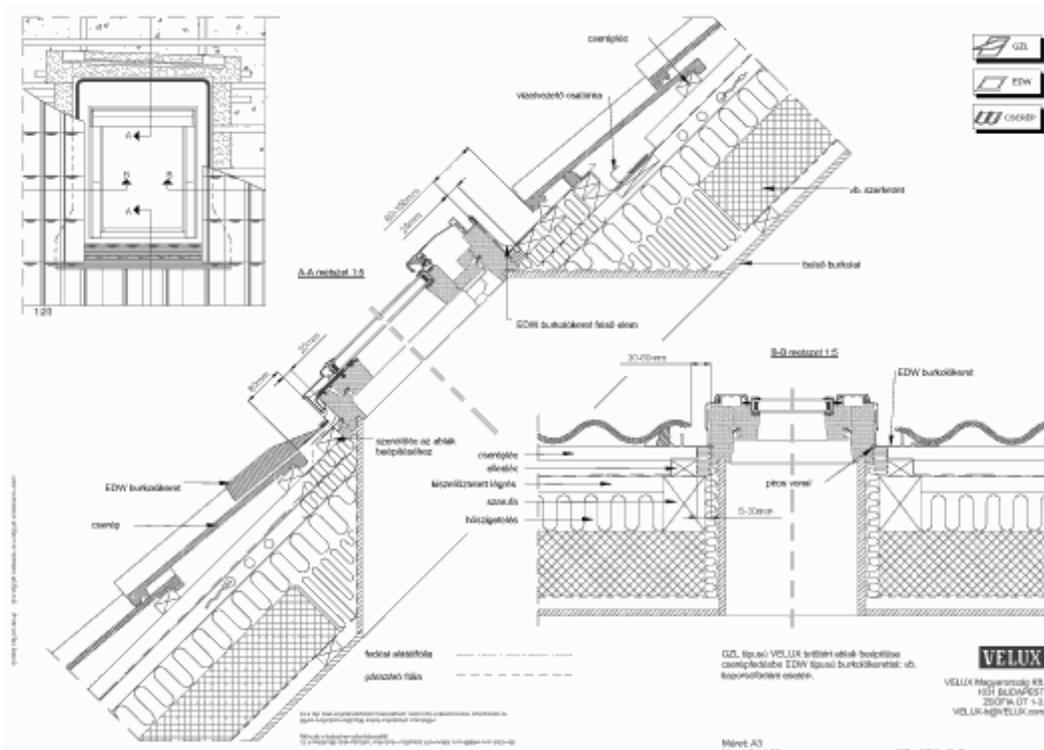
A koporsófödém egyben a teljes szerkezet tartószerkezete, önálló (a fölötte lévő szerkezetektől független) tűzállósági határértékkel rendelkezik.
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:

⁷⁴ Forrás: www.isover.hu/csomópontok, letöltés ideje: 2011.05.10.

A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz)

- Egyéb sajátosságok:
 - Tetőhéjalás alatti légrésben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, az alatta lévő faszerkezetek is meggyulladhatnak. A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
 - Eresz tűzvédelmét meg kell oldani (alsó burkolat, légrés bezellőző nyílása), amennyiben csak a faszerkezetek nyúlnak túl az eresz mentén a vasbeton lemez fölött.
- **Hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**
 - Installációs réteg hiányában előfordulhat, hogy a vasbeton szerkezet kivésésével készítik al a vezetékek bekötését, mellyel eltűnhet a vasalatot védő betonréteg. A villanszerelők a védőcsöveket rendszerint gipszes ragasztóval rögzítik, amely higroszkopikus tulajdonságú, a korrózióra érzékeny betonacélokhöz nedvességet szállít. A betonfedés lokális hiányának tűzvédelmi szempontból is jelentősége van.
 - a koporsófödém átörő ablakokon kijuthat a tűz az éghető szerkezethez, ezért tűzszakasz-határon tetőszinti tűzterjedés elleni gátat kell készíteni akkor is, ha a koporsófödém megfelelő tűzállóságú.
 - A faszerkezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékony sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszerkezet nem hozzáférhető.
- **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**
 - Magas tűzvédelmi szint elérése az építészeti kialakítással, kivitelezési hiba kockázata kicsi.
 - Nagy hőtároló képesség, pontszerű hőhidak a faszerkezetek kereszteződésénél.

5.7.4.7 Új építésű koporsófüdém tetőszerkezet- ablak csomópont



Az elemzett csomópontot a Velux honlapjáról töltöttem le. Új építésű tető esetén mutatja faszervezetű ablak beépítését.

cm	Kiírásban szereplő rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
2,0	Tetőhéjazat - cserép	A1	nincs
3,0	3/5 tetőlécezés	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
3,0	ellenlécezés - felsőátszellőztetés	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
-	páraáteresztő fólia	E	anyaga?
5,0	ellenlécezés – alsó átszellőztetés	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt fa
16,0	hőszigetelés szarufák között	A2: hőszigetelés D-s2-d0: fa	kőzetgyapot hőszigetelés szarufák között
18,0	trapézfüdém szerkezet Vasbeton	A1	nincs
-	párazáró réteg	E	típusa?
3,0	szerelőtér	?	függesztési rendszer nem ismert
1,25	tűzvédő burkolat	A1	nincs

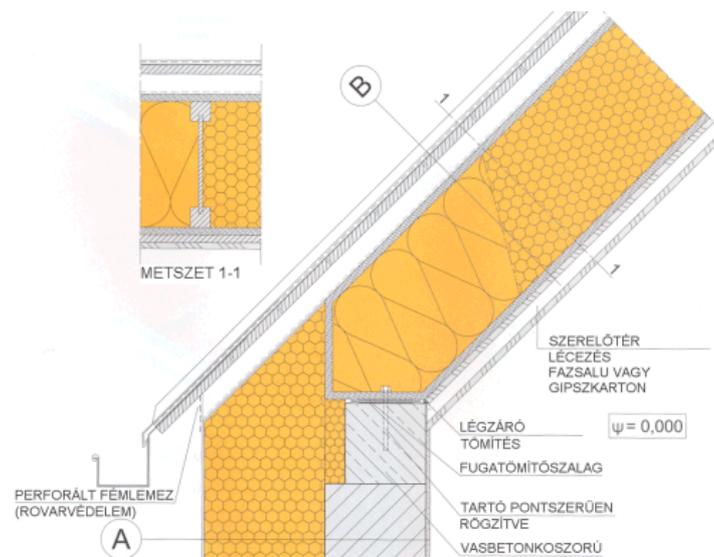
- Hőszigetelési teljesítő képesség: $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hangszigetelési teljesítő képesség: $R_w =$ nincs megadva, de 55dB felett lehet
- Épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert
- Épület tűzállósági fokozata: nem ismert

• Szerkezet tűzvédelmi jellemzői:

- Tűzvédelmi osztály:
 - A vasbeton szerkezet (tételhatároló szerkezet) tűzvédelmi szempontból kiváló megoldás, EC3 szerint a t önállóan méretezhető tűzterherre. A1 tűzvédelmi besorolású.

- héjazat tartószerkezeti elemei: égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2,d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
- hőszigetelés: A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- nyílászáró: (MSZ EN 14351-1:2006: Ferde tetősíkokba beépített tetőablakokra) a gyártó oldalán semmilyen hivatalos adat nem érhető el a termék tűzállósági minőségéről.
- Tűzállósági határérték:
A takart helyzetű vasbeton tartószerkezet minősítése akár REI 45 fölötti is lehet.
Tűzvédő beltéri burkolat EI teljesítőképessége nem megmondható, mert az termékenként deklarált érték, de az EI15 minimumérték valószínűsíthető.
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:
A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz)
- Egyéb sajátosságok:
 - Tetőhéjalás alatti légrésben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, az alatta lévő faszervezetek is meggyulladhatnak. A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
- **Hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**
 - Tűzvédő burkolatot felületfolytonosan kell kialakítani az ablakkeretig, üvegszövet felületfolytonosító bandázst kell alkalmazni laptoldásoknál, átfordulásoknál. (beépíthető kiegészítő lapcsík az átfordulásoknál.)
 - Vasbeton szerkezet kiszáradására időt kell hagyni..
 - Vasbeton szerkezet megszakad az ablak behelyezhetősége érdekében, ezért kiegészítő intézkedéseket kell tenni, hogy ezen pontok tűzvédelmi szintje azonos maradjon az általános felületi részekkel. Előfordulhat (az épület nem ismert), hogy néhány ablak menekítési útvonalba kalkulált.
 - A faszervezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékony sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszervezet nem hozzáférhető. Nyílásáttörések környezetében különös hangsúlyt kell erre fordítani.
 - homlokzati hőszigetelés felületfolytonosan átfordul. mivel a hőszigetelés anyaga EPS, meggondolandó lenne ásvány/üveggyapot hőszigetelési sáv beépítése a homlokzat felső egy méteres sávjában, illetve minden nyílásáttörés körül.
- **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**
 - Magas tűzbiztonsági szint.
 - ablak körül 30-30 centiméterre hőszigetelő anyag kitöltést kap a légrés, melynek szellőzőnyílásai előrébb, hátrébb vannak tolva. Ez hőháztartás szempontjából nézve különösen jó hatású. Tűzvédelmi szempontból azonban negatív hatású, hiszen vízállóknak kell lenniük. (XPS, PUR, PIR)

5.7.4.8 Új építésű szarufás tetőszerkezet- innovatív / passzív ház rendszer - ereszcsomópont



76

Az elemzett csomópontot a passzívház akadémia webes felületéről töltöttem le. Hőszigetelés a szarufák teljes magasságában történik, annak anyaga nem ismert. Speciális innovatív szarufa alkalmazása látható az ábrán.

cm	Rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
0,1	rézlemez fedés	A1	nincs
2,4	deszkázat	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt
5,0	ellenléc - légrés	D-s2-d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt
-	páraáteresztő fólia	E	nincs
20,0	vékonybordájú modern fatartó	D-s2-d0 ⁺	+amennyiben Steico termék
20,0	hőszigetelés	A1-E	meg kellene adni a hőszigetelés anyagát
-	-	-	párazáró réteg !
1,25	gipszkarton	A2	konkrétabb leírás
5,0	szereplőtér és lécezés	D-s2-d0	függesztési rendszer nem ismert
1,25	gipszkarton	A2	konkrétabb leírás

- Hőszigetelési teljesítő képesség: $U = 0,129 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hangszigetelési teljesítő képesség: $R_w =$ nincs megadva, de 55dB felett lehet
- Épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert
- Épület tűzállósági fokozata: nem ismert

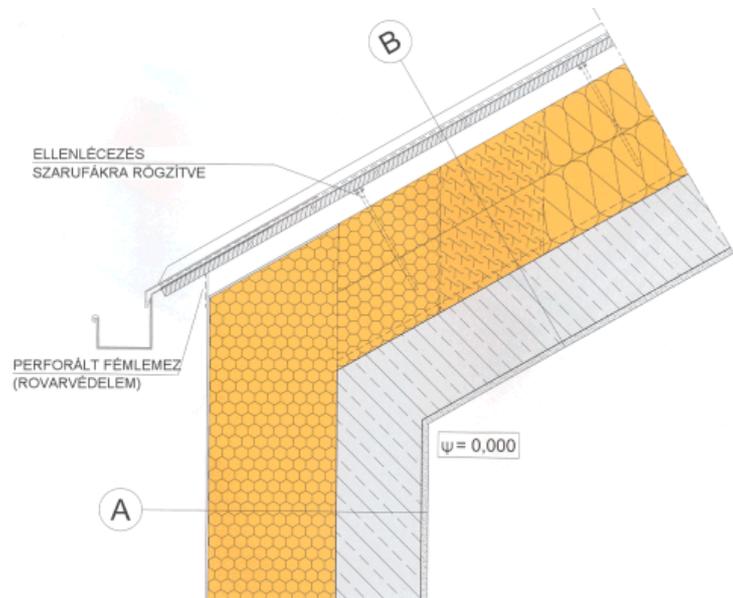
• Szerkezet tűzvédelmi jellemzői:

- Tűzvédelmi osztály:
 - tartószerkezeti elemek: Bár a konkrét termék nincs nevesítve, annak újdonsága miatt nincs sok gyártó Magyarországon, ezért feltételezem hogy Steico SJ 45 termék látható a képen
 - tetőfödém térelhatároló szerkezete: a belső burkolat vizsgálati eredménye B-s1,d0, ásványi vakolat esetén

- hőszigetelés: A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú (önálló követelmény vonatkozik rá)
- Tűzállósági határérték:
a belső burkolat minősítése alapján (amely akár EI 30 teljesítőképességű is lehet, gyártói nyilatkozat), amely felületfolytonos kialakítás esetén a tartószerkezet tűzállóságát is biztosítja, de EC5 szerint a tartószerkezet önállóan is méretezhető
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:
A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz)
- Egyéb sajátosságok:
 - A beltéri burkolat mögötti installációs térben keletkező tűz (pl. elektromos eredetű): Két oldalról gipszkarton: A2-s1-d0 tűzvédelmi osztályú. Rendszermínősítést nem tudunk kijelenteni, mert a konkrét terméknevezés hiányzik. Feltételezhető a kettő réteg miatt az EI30 teljesítőképesség.
 - Veszélyt jelenthet, hogy a szarufák felső éle oldala védelem nélkül érintkezik a légréteggel.
 - Tetőhéjalás alatti légrétegben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, tűz hatására azonnal összeolvad, az alatta lévő hőszigetelés és tartószerkezet meggyulladhat. A homlokzatburkolat légrétegét nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
 - Helytelen kivitelezést generálhat az, hogy a két nézet nem azonos rétegrendet mutat. jól értelmezhető, hogy a vékonybordájú fatartók alulról teljes felületű borítást kapnak (közvetett rétegrendi kiírás is tartalmazza), de felül ez már kérdéses, hiszen 1-1 metszet mutatja, de a csomópont nem, továbbá a közvetett rétegrendi kiírásban sem szerepel.
- **Hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**
 - A faszerkezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékvény sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszerkezet nem hozzáférhető.
 - A vékonybordájú fatartók léteznek gyárilag ellátott nagy térfogattömegű kőzetgyapot kitöltéssel (Steico), érdemes azt beépíteni magasabb tűzállósági követelmény esetén a vékony gerinc védelmében.
 - Mivel ez a szerkezet kiemelkedően magas éghető anyagtartalommal rendelkezik, fontos a termékek minél pontosabb kiírása. Erre legjobb példa a csomópontban látható vékonybordájú fatartó, melyből várhatóan „alternatív” termékek fognak hamarosan megjelenni a piacon.
 - Belső tűzvédelmi réteg áttöréseivel tűzvédelmi dobozba kell foglalni a süllyesztet lámpatesteket és dugaljkat, átmenő vezetékek esetén tűzvédelmi mandzsettát kell alkalmazni.
 - Valamelyik, vagy mindkettő gipszkarton réteg legyen tűzgátló alapanyagú és készüljön tűzgátló kivitelben (toldások, kiegészítő szalagok)
 - Gipszkarton helyett (A2) egyes esetekben szükség lehet egyéb tűzvédelmi építőlemezek alkalmazására (A1).
 - Kiviteli tervben gipszkarton anyagát, felfüggesztését és felületfolytonosításának módját ki kell írni.
 - a homlokzati hőszigetelés felület folytonosan átfordul. mivel a hőszigetelés anyaga a rajz szerint EPS, meggondolandó lenne ásvány/üveggyapot hőszigetelési sáv beépítése a homlokzat felső egy méteres sávjában, illetve minden nyílásáttörés körül annak érdekében, hogy a homlokzati tűz ne terjedhessen be a tetőszerkezet légrétegébe.
 - Tetőszerkezetbe lehetőleg csak A1 és A2 tűzvédelmi besorolású hőszigetelés kerüljön.
- **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**
 - Könnyű

- o Száraz technológiával készül
- o Magas hőszigetelő érték
- o Gyors kivitelezés

5.7.4.9 Új építésű koporsófödém tetőszerkezet - innovatív / passzív ház rendszer - eresz csomópont



77

Az elemzett csomópontot a passzívház akadémia webes felületéről töltöttem le. Koporsófödémrel és fölé helyezett hőszigetelő réteggel mutatja be a passzív ház kialakításának lehetőségét. Sajnos keresztmetszet, csomóponti leírás nincs közölve.

cm	Kiírásban szereplő rétegrend	tűzvédelmi osztályba sorolás	észrevételezés
0,1	rézlemez fedés	A1	nincs
2,4	deszkázat	D-s2,d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt
5,0	ellenlécezés min. 8/5-légrés	D-s2,d0	faanyagvédő (tűzvédő) szerrel kezelt
-	páraáteresztő fólia	E	anyaga?
18,0	önrögzítő szigetelő filc szarufák között	A2: hőszigetelés D-s2,d0: fa	üveggypot hőszigetelés szarufák között
30,0	hőszigetelő rendszer EPS-F polisztirollal	E-hőszigetelés D-s2,d0: fa	nincs kiírva a hőszigetelésben lévő szarufa
-	párafékező fólia	E	anyaga?
16,0	trapézfödém szerkezet Vasbeton	A1	nincs
1,0	vakolat	A2	nincs

- Hőszigetelési teljesítő képesség: $U = 0,129 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hangszigetelési teljesítő képesség: $R_w =$ nincs megadva, de 55dB felett lehet
- épület tűzveszélyességi osztálya: nem ismert
- épület tűzállósági fokozata: nem ismert

• szerkezet tűzvédelmi jellemzői:

- o Tűzvédelmi osztály:
 - A vasbeton szerkezet (tételhatároló szerkezet) tűzvédelmi szempontból kiváló megoldás, EC3 szerint önállóan méretezhető tűzterherre. A1 tűzvédelmi besorolású.

77 Forrás: http://www.passzivhaz-akademia.hu/passzivhaz_csomopontok/hagyomanyos_epites/GDIkoporsofodem_i_GDIHead.html <http://www.passzivhaz>, letöltés ideje: 2011.05.12.

- Héjazat tartószerkezeti elemei: keresztmetszi ábra nem közölt. Tulajdonsága a keresztmetszettől és az égéskésleltetéstől függ; égéskésleltetés nélkül D-s2,d0, amely égéskésleltetéssel legfeljebb B-s1-d0-ra javítható
- hőszigetelés: típus sincs megjelölve, E-A1 lehet.
- nyílászáró: (MSZ EN 14351-1:2006: Ferde tetősíkokba beépített tetőablakokra) a gyártó oldalán semmilyen hivatalos adat nem érhető el a termék tűzállósági minőségéről.
- Tűzállósági határérték:
A takart helyzetű vasbeton tartószerkezet minősítése REI 45 fölötti.
- Külső tűzzel szembeni teljesítmény:
A1 (a tetőfedés éghető komponens nem tartalmaz)
- Egyéb sajátosságok:
 - Tetőhéjalás alatti légrésben felfutó tűz esetén: a páraáteresztő fólia éghető komponens tartalmaz, az alatta lévő faszervezetek is meggyulladhatnak. A homlokzatburkolat légrését ezért nem szabad megszakítás nélkül továbbvezetni a tetőszerkezetbe.
- **hibaforrás/ különös figyelmet igénylő tényezők:**
 - Vasbeton szerkezet kiszáradására időt kell hagyni.
 - Vasbeton szerkezet áttöréseinél kiegészítő intézkedéseket kell tenni, hogy ezen pontok tűzvédelmi szintje azonos maradjon az általános felületi részekkel. Előfordulhat (az épület nem ismert), hogy néhány ablak menekítési útvonalba kalkulált.
 - A faszervezet az OTSZ alapján egyes esetekben égéskésleltető kezelést kell kapjon, azonban az nem lehet olyan típus (pl. vízdékonnyal sókeverék), amelyet 2-3 évenként ellenőrizni kell, mivel a faszervezet nem hozzáférhető. Nyílásáttörések környezetében különös hangsúlyt kell erre fordítani.
 - Homlokzati hőszigetelés felületfolytonosan átfordul. mivel a hőszigetelés anyaga EPS, megfontolandó lenne ásvány/üveggyapot hőszigetelési sáv beépítése a homlokzat felső egy méteres sávjában, illetve minden nyílásáttörés körül.
 - Hőszigetelés anyagát meg kell jelölni. Tetőszerkezetbe lehetőleg csak A1 és A2 tűzvédelmi besorolású hőszigetelés kerüljön.
- **Előnyök a rétegrend alkalmazása esetén:**
 - Magas tűzbiztonsági szint.
 - Vasbeton szerkezet nagy hőtároló kapacitású.

5.7.4.10 Fenti csomópontok elemzését követően a következő megállapításokat teszem:

- Bármely tetőtéri alaptípus kialakítási igényéhez bőséges alapinformáció, és bőséges termékválaszték található az interneten.
- A talált információk közel fele egyáltalán nem tartalmaz tűzvédelmi adatokat.
- A közzétett csomópontok között jelentős azok száma, ahol tűzvédelmi szempontból komoly rétegfelépítési probléma van.
- A közzétett csomópontok egyike sem komplex. Szakdolgozatom elkészítése alatt nem találtam olyan csomópontot, ahol jól kialakított a hő-, a pára- és tűzvédelmi szempontból.
- A bemutatott rétegrendek általános rétegrendek, továbbá nem ismert az épület tűzveszélyességi osztálya és tűzállósági fokozata. Konkrét beépítési szituációban ennek függvényében kiegészítéseket lehet és kell tenni a rétegrendekre és csomópontokra. Ezekre egyik forgalmazónál sincs utalás.
- Minden tetőtéri szerkezet inhomogén felépítésű, beltér felőli oldalán lehetséges és kell a kellő tűzállósági határérték kialakítása. Tehát az ezt biztosító rétegekre, azok

felületfolytonosságára nagy figyelmet kell fordítani. Szerelőtér nem mindegyik rétegrendben szerepel, ennek mind a párazárás, mind a tűzvédelmi burkolat felületfolytonossága érdekében nagy szerepe lenne.

6 Fejezet – Tervezési és kiviteli hibák ,műszaki ellenőrzés során ellenőrizendő tételek

Hibás kivitelezés alapvető generátorai a szokásaink, hiszen mi alapján döntünk általában?

- Már többször jól bevált
- Ezt tanították az egyetemen
- A megrendelő kéri
- Amire van rétegrend
- Amire van hőtechnikai számítás
- Tetszik a gyártó katalógusa
- **majd mindent felül ír az ÁR**

6.1 Tervezési problémák

- Alapvető probléma, hogy a tetőtér beépítések során nincs tervezés. Ez a megrendelő által generált hibafaktor. A felújítások jelentős része nem kötött engedélyeztetéshez.
- Olyan gyártói katalógusok használata szkepticizmus nélkül, melyek az értékesítést támogatják, Kiemelik a termékek jó tulajdonságait, esetleg torzítják is azt. Legtöbb esetben általános esetekre vonatkozó beépítési útmutatót tartalmaznak. A katalógusok a beépíthetőségre való korlátozásokat az esetek többségében nem tartalmazzák.
- Meglévő épületek esetén rosszul mérik fel az épület állapotát, illetve a felmérési anyagban nincs erről leírás. Számítani kell arra, hogy a szerkezetek nem karbantartottak vagy helyenként károsodtak, elavult gépészetre és elektromos hálózatra, elavult biztonsági és tűzvédelmi paramétereknek megfelelő építési megoldásokra.

Kockázatcsökkentési lehetőségek:

- Állapotfelmérés és diagnosztika, állagfelmérési tanulmány készítése mintavételezéssel
- Felújítással ne rontsunk az épület tűzvédelmi adottságain!
- Vonjunk be tűzvédelmi szakértőt már a tervezés elején, tartsuk be az előírásokat!
- Alkalmazzunk megelőző, statikus jellegű tűzvédelmi megoldásokat.(elburkolások, égéskésleltető technikák, nagyobb keresztmetszetek..)
- Alkalmazzunk nem éghető anyagokat!

6.2 Kivitelezési problémák és megoldásaik

A helytelenül kivitelezett rendszer utólag nem ellenőrizhető!

Az engedélyek kizárólag a bennük foglalt műszaki megoldásra vonatkoznak az eltérőkre nem!

Kockázatcsökkentési lehetőségek:

- Kivitelezési dokumentáció szerinti kivitelezés
- Vonjunk be tűzvédelmi szakértőt az építési folyamatba és az átadási eljárásba
- Tartsuk be a tervben szereplő kiírásokat, általános érvényű előírásokat (OTÉK, OTSZ)
- Minősítések átadásának és garanciális munkavégzések megkövetelése
- A szakipari munkákat arra szakosodott, referenciával rendelkező kivitelezővel végeztessük el, ne a kőműves mesterrel.
- Alkalmazzunk minél több nem éghető anyagot!
- Alkalmazzunk olyan műszaki ellenőrt, aki valóban a megrendelő érdekeit képviseli.
- Alkalmazzunk olyan műszaki ellenőrt, aki minőségi és korszerű tudásbázissal rendelkezik, tájékozott az innovatív termékekről és eljárásokról

Általánosan előforduló hibák⁷⁸:

- Tűzálló szerkezet maradéktalan felületfolytonosságának kialakítását a kivitelezés közben folyamatosan ellenőrizni kell az eltakarások előtt.
- szerelőréteg kihagyása a tető rétegrendjéből, mely által sérül a különböző funkciókat teljesítő rétegek felületfolytonossága
- olcsósítás miatt a beépített termékek már nem felelnek meg éghetőségi határértékre.
Példa:
 - A faszerkezetek égéskésleltetésénél gyakori, hogy impregnálás vagy áztatás helyett csak a felületre hordják fel az égéskésleltető anyagot, amely így nem fejti ki hatását.
 - Azon anyagoknál, ahol az alkalmazástechnikai útmutatásban vagy a minősítési jegyzőkönyvben a teljes keresztmetszet átitatása, telítése szükséges, a felületi bevonat nem megfelelő. Erről a faelemek vágott felületének szemrevételezésével lehet meggyőződni, mivel a 4-5-6-8 m hosszú fa rúdelemeket gyakran a beépítés előtt kezelik.
- rágcsálók és madarak bejutásának gátjai beépítésre kerültek-e? Ezek ugyanis ha bejutnak a szerkezetbe, a különböző rétegek felületfolytonosságát átrágással károsítják.
- Szokásos a beépítést követő permetezés is, ez azonban szintén nem megfelelő, a fentiekben túlmenően azért sem, mert a biztonsági fólia miatt a szarufák felső síkja kezeletlen marad. A faanyagvédő szer minőségtanúsítványa mindenképp szükséges és az abban foglaltak maradéktalan teljesítésével biztosított csak az éghetőség javítása. Természetesen léteznek olyan faanyagvédő szerek, amelyek felületi bevonatként alkalmazhatók (pl. vízüveg).
- Vízoldékony sókeverékek alkalmazása esetén gyakori, hogy a fedélszék ideiglenes védelméről nem gondoskodnak és az eső kioldja a sókeveréket a faanyagból.
- Takart szerkezetek esetén nem biztosított az időszakos felülvizsgálat lehetősége, ezért tetőtér-beépítésnél ilyenkor nem lenne szabad vízoldékony sókeverékeket alkalmazni, amelyeket 3-4 évente felül kellene vizsgálni.

Példa⁷⁹:

A tetőtér válaszfalai feljönnek a fogópár felső síkja fölé, "lehúzzák" a hideget a szigetetlen térből, mely már magában súlyos hiba. Mindezzel párhuzamosan megszakad a felületfolytonosság elve, továbbá megkérdőjelezhető, hogy a képen látható fa szerkezet megkapta-e a kellő minőségű faanyagvédelmet.

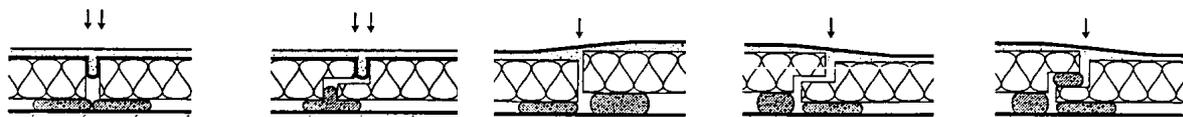


⁷⁸ Forrás: egyes hibapontok: <http://pezocell.hu/neee/91-szigetelanyag-csere.html>

⁷⁹ Forrás: egyes hibapontok: <http://pezocell.hu/neee/91-szigetelanyag-csere.html>

Jellemző hibák, hiányosságok a térelválasztó burkolatok esetében:

- Tűzvédelmi építőlemez helyett annál kedvezőtlenebb tűzállóságú, normál gipszkarton alkalmazása. Ez az általános hiba a végleges felületképzés - festés - után csak a felületképzés megrongálásával fedhető fel és csak a teljes burkolat cseréjével orvosolható.
- Nem a tűzálló építőlemezeknek megfelelő teherbírású rögzítő elemek alkalmazása.
- A tetőteret határoló tűzvédelmi építőlemezben kiképzett áttörések, különösen az elektromos dobozok vagy strangszellőző csőátvezetések lehetővé teszik a tűz áttérjedését a belső burkolat tűzállósági határértékénél lényegesen rövidebb idő alatt.
- A tűzvédelmi burkolatok mögött védelem nélkül vezetett elektromos vezetékek akár tűzkeletkezési forrásként is viselkedhetnek.
- Megfelelően kivitelezett tűzvédelmi burkolat mögött nem megfelelő égéskésleltetés alkalmazása a takart tartószerkezetek esetében.
- Tipikus szigetelés rögzítési hibák, melyek megszüntetik a szigetelés anyagfolytonosságát: ragasztóanyag (PUR az esetek jelentős részében), vagy habarcs kerül a szigetelés toldásaiba.



Jellemző hibák, hiányosságok tartószerkezetek esetében:

- Rétegelt ragasztott tartók esetében – amikor a beégési sebességen alapuló tűzállósági határérték-számítás alkalmazható – kiegészítő védelem nélküli acélszerkezetek (rögzítő szerelvények, vonóvasak) alkalmazása. Ez tűz esetén a szerkezet gyors állékonyságvesztéséhez vezethet az egyes elemek szétcsúszása következtében.
- Rétegelt-ragasztott tartóknál a nem megfelelő geometriájú kötőelemek alkalmazása – ami miatt a rúdelemek hosszirányban felrepednek – tűzállósági határérték-csökkenést is eredményezhet, mivel a beégés nemcsak a rúdelem külső felületén, hanem a repedésben is megkezdődik. Ez a veszély az előző pontban ismertetett, kötőelemekre vonatkozó problémáktól független!
- Fa tartószerkezet tűzvédelmi tulajdonságait meghatározó paraméterek
Isd: 4.1.1. bekezdés
- Beton szerkezetek tűzvédelmi tulajdonságait meghatározó paraméterek,
Isd: 4.1.1. bekezdés
Légrés kivitelezése, Isd: 4.7. bekezdés
- Kivitelezési szabályok, Isd: 5.1. bekezdés
- Fa szerkezetek körülburkolásának kivitelezési hibái, Isd: 5.5.4. bekezdés
- Fa szerkezetek égéskésleltetésének kivitelezési hibái, Isd: 5.6.2. bekezdés
- Acél szerkezetek körülburkolásának kivitelezési hibái, Isd: 5.7.3. bekezdés

7 Fejezet - Összefoglalás

A szakdolgozat megírása során több egymással összefüggésbe- és összefüggésbe nem hozható megállapításra jutottam, melyek műszaki, illetve nem műszaki vonatkozásúak.

1. Kutatásom és anyaggyűjtésem jelentős részéhez az internetet használtam. Lesújtó tapasztalat, hogy bár már három éve gyökeresen megváltozott – és szigorodott – a magyarországi tűzvédelmi rendelet (9/2008. (II. 22.) ÖTM), rengeteg a „lejárta szavatosságú” információ a világhálón. Ez a jelenség teljesen azonos mértékben tapasztalható tervezői, kereskedői és gyártói oldalakon!
2. Kutatásom és anyaggyűjtésem jelentős részéhez az interneten nagyon hasznos, precíz és pontos információhoz tudtam jutni.

Ezen két ellentétes megállapításom alapján kijelenthetem, hogy nagyon nagy fenntartással lehet az internetet információgyűjtésre használni, érdemes az információgyűjtés és döntéshozatal előtt (a témával aktívan foglalkozó) szakemberhez fordulnia nem csak laikusoknak, de tervezőknek és kivitelezőknek egyaránt.

3. Kétségesnek ítélem meg azon anyaggyártók és forgalmazók viselkedését, melyek tetőtéri beépítésre javasolják termékeiket, esetleg innovatív vagy csábítóan jónak tűnő termékeiket úgy hogy annak éghetőségi tulajdonságait nem teszik közzé, illetve ezzel kapcsolatos érdeklődésre információt nem adnak.
4. Félinformációk jelenléte a szakma minden szintjén.
5. Ahogy a magyarországi kivitelezési „technológiák és eljárások” jelentős részéer igaz, a tűzvédelmi aspektusú munkákra is igaz, az „így szoktuk”, „így szebb”, „eddig is így csináltuk”, „múltkor is így csináltuk és mindenkinek megfelel!” hozzáállás.
6. Megrendelői nemtörődömség, mely csak a költséghatékonyságra törekszik.
7. Megrendelők költségcsökkentés miatt az engedélyezési terv után nem fordulnak szakemberekhez, hanem egy kulcsfigurát keresnek, egy kivitelezőt, akitől ajánlást kérnek minden szükséges szakági munkához. Ekkor jellemzően műszaki ellenőr nem jön képbe.
8. Megrendelő lemond a tervező javaslatairól a kivitelezés alatt a kivitelező meggyőzőnek tűnő javaslatai hatására, mivel nem tud ellenérvelni, szakembert pedig nem kérdez meg a kivitelező módosítási ötleteiről.
9. Rosszabb eset, amikor egy kivitelező „mindenhez ért”, ami az átlag megrendelő szemében rendkívül imponáló, hiszen ez neki kevesebb gondot (legalább is az építés alatt) jelent, és gyorsabb munkamenetet. Ekkor jellemzően műszaki ellenőr nem jön képbe.

Zárszóként megállapítható, hogy az építészeti tűzvédelmi elemek nagy előnye, hogy nincs vagy csak kis részben van mozgó részük nem függenek elektromos kapcsolattól, illetve elektromos, elektronikus eszközöktől.

Emiatt védelmi képességük nagy biztonságú, lényegesen nagyobb, mint az aktív tűzvédelmi elemeké.

(Kivéve, ha nem megfelelően építették be, vagy ha a beépítés után szándékosan vagy véletlenül megsértették azt.)

8 Fejezet - Mellékletek

1. számú melléklet: Történelmi áttekintés

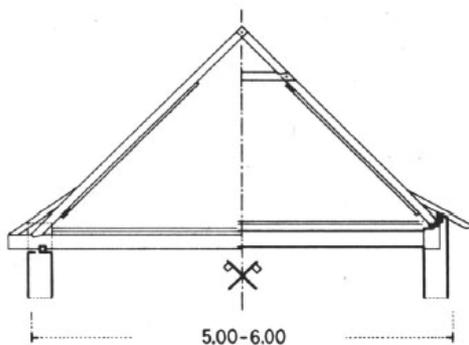
Fedélszerkezetek csoportosítása a födémmel való kapcsolatuk alapján - statikai kialakításuk szerint :

- Belső térrel egy térbe tartozó fedélszerkezetek (tűzvédelmileg a legkedvezőtlenebb)
- Födémrel egyesített
- Födémtől függetlenített fedélszerkezetek (tűzvédelmileg a legkedvezőbb)
- Beépített tetőteret határoló fedélszerkezetek

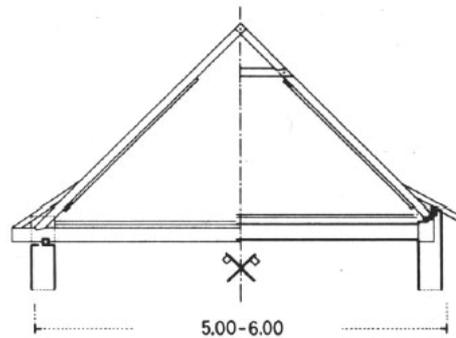
8.1 Fedélszerkezetek típusai

8.1.1 Fából készült ácsszerkezetek⁸⁰

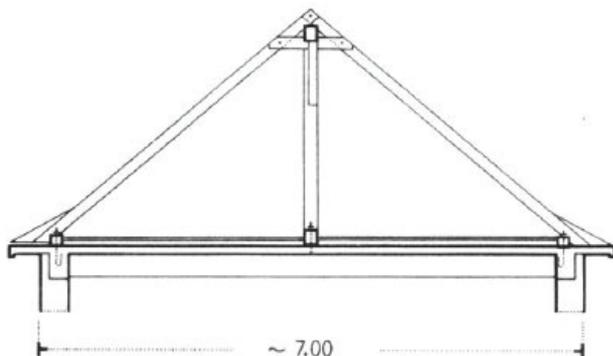
- Természetes fa anyagú fedélszerkezetek



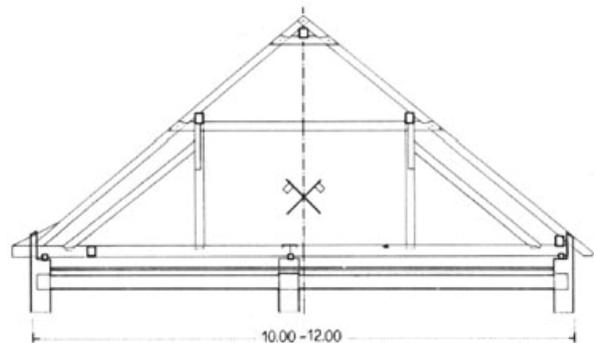
üres fedélszék



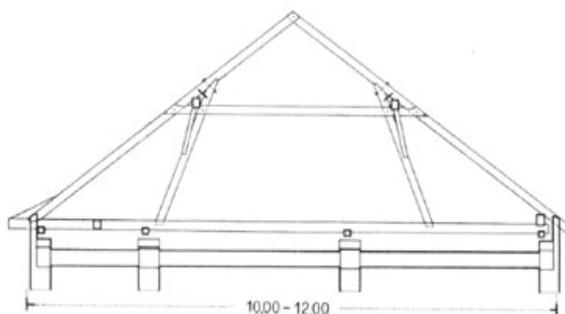
torokgerendás fedélszék



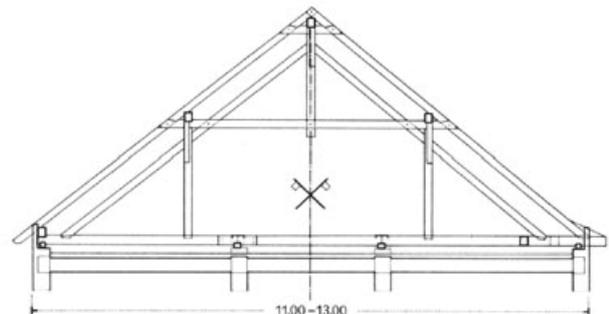
egy állószékes fedélszék



két állószékes fedélszék

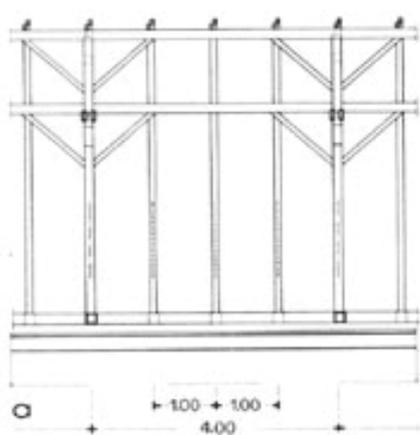


dűlt székes fedélszék

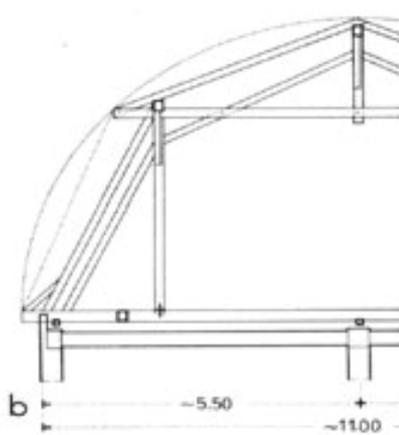


három állószékes fedélszék

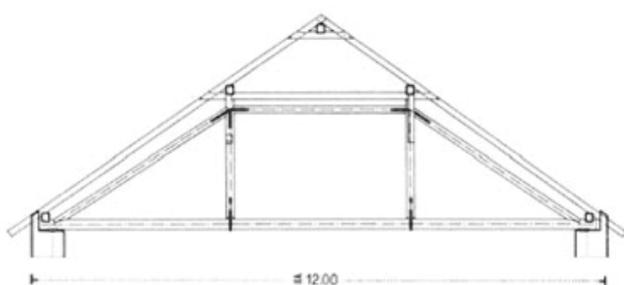
⁸⁰ Forrás: Gábor László, épületszerkezetan III. c. könyv1968



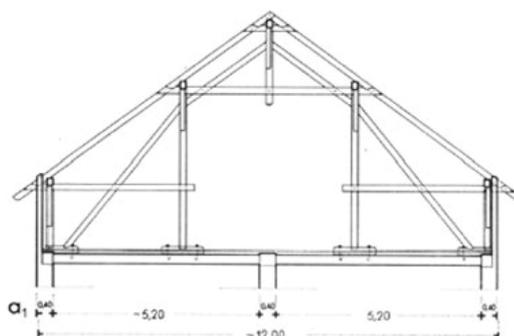
manzárd tető (Franciaország: ~1700tól)



beépített manzárd tető

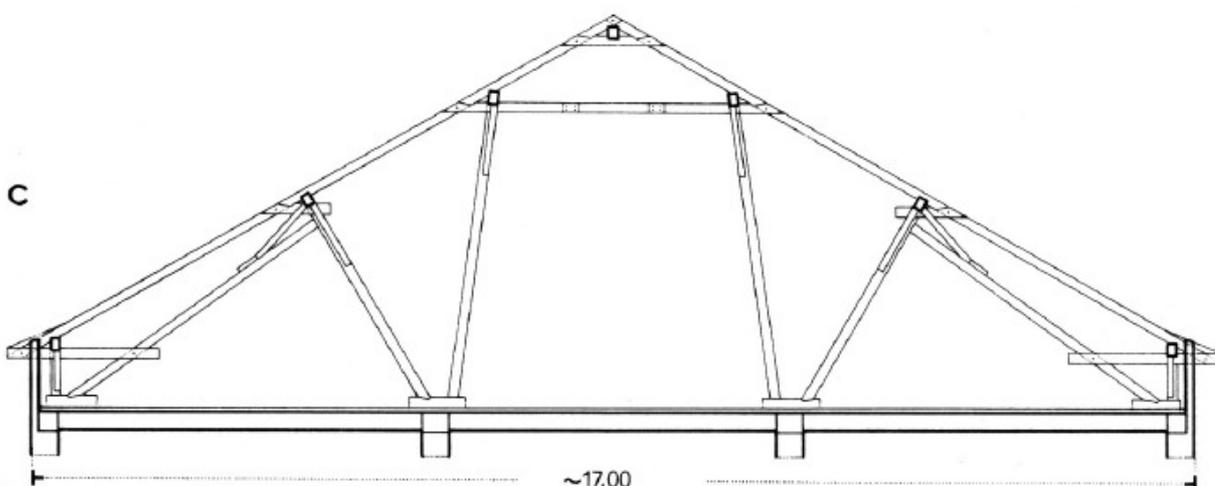


függesztőműves fedélszék



ötselemes tetőszerkezet
dútvonalú dúcrendszerrel

törtvonalú



négyszelemes fedélszék

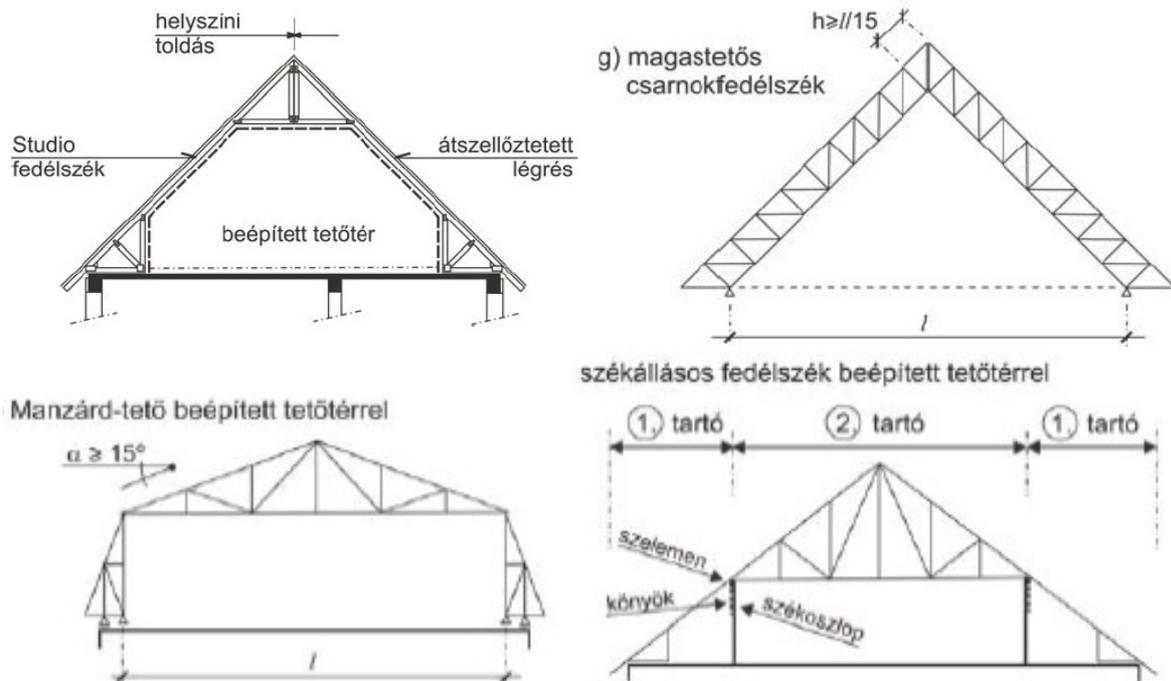


▪ Fa anyagú rácstartók

A mai épületek tulajdonosai könnyen átrendezhető, flexibilis tereket kívánnak, ami építésetileg gyakran csak nagy fesztávú lefedésekkel oldható meg. A szeglemezes fatartókat ezen igényekre fejlesztették ki.

A szeglemezek – melyek vékony, szöges acéllemezek - fűrészelt fa elemeket kapcsolnak nagy fesztávú rácsos szerkezetekké. E tartókkal családi házak és csarnokok is építhetők belső támaszok nélkül. Szerkezetük mérnökiileg maximálisan optimalizált, emiatt kedvező áron kínálják gyártóik. A Magyarországon legelterjedtebb MiTek-szeglemezzel a családi házak és csarnokok mellett ideiglenes építmények, mint filmkulisszák és zsaluzatok vázai is épülnek – erre a címlapon mutattunk be példákat. Ezen épületek és építmények statikai tervezése mellett az építész és tűzvédelmi tervezés is jártasságot kíván a szeglemezes fatartók ismeretében. A szeglemezek előre leszábotott méretekkel, tüzhorganyzott vagy rozsdamentes kivitelben kerülnek forgalomba.

Új házak 35-50° lejtésű tetőinek belső tereinek beépítésére a szeglemezes fatartók csoportjából a Studio-fedélszék a legalkalmasabb, melyet két darabban szállítanak az építés területére, és a helyszínen toldják. E szerkezettel belső támasz nélküli tetőtérrel valósíthatók meg abban az esetben is, ha külső térfal nem épülhet. A fedélszék a mennyezet és a belső térfal síkját is kijelöli.



Ha a belső térformálás miatt nagyobb belmagasság, vagy a síktól eltérő mennyezet kialakítását szükséges, úgy az ollós tartó vagy a Studio-fedélszék kikönyökölt formája javasolt:

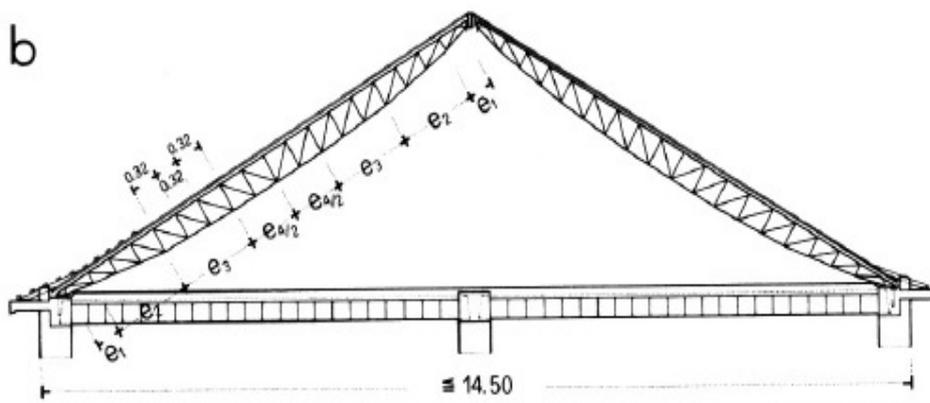




8.1.2 Acél anyagú rácsos tartók

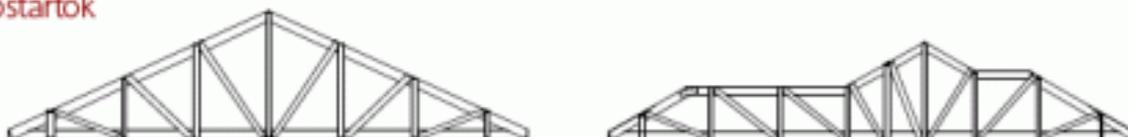
Áthidaló gerendák, födém és tetőszerkezetek építésére történhet acélból. Alkalmazási területek:

régi vagy új épületek építése - felújítás - átalakítás - hozzáépítés - tetőtér-beépítés és emelet ráépítés. Statikailag egyedileg tervezett és előre gyártott horganyzott acél rácsos tartót és keretszerkezetek. Az új tűzvédelmi szabályzat szerint sok helyen már csak nem éghető anyagú tetőszerkezet építhető. Nem beépített padlásterек esetén födémkészítés helyett elegendő rácsos tartók beépítése. Kis önsúlya miatt korlátozott teherbírású épületek esetén is lehetővé válik a tetőtér-beépítés, vagy még egy szint ráépítése.



"SRK" fedélszék

Rácsostartók



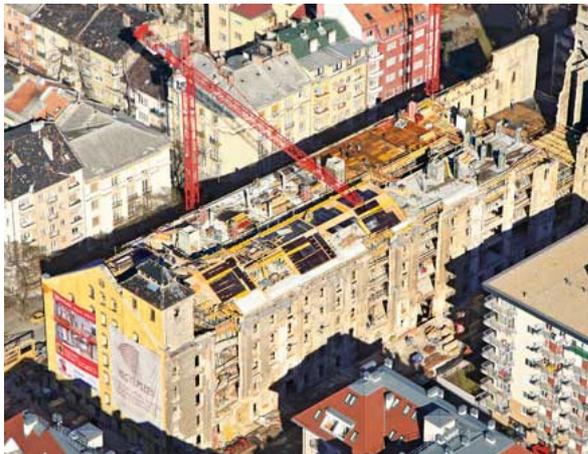
82



(villa- Budapest)

8.1.3 Beton anyagú tetőszerkezetek

Trapézfödém, avagy „Koporsófödém”⁸³



84

⁸³http://www.peri.hu/projektek.cfm/fuseaction/diashow/reference_ID/1603/currentimage/1/referencecategory_I/D/23.cfm, letöltés ideje: 2011.05.12.

⁸⁴http://2.bp.blogspot.com/_qbBRFnA5BjA/SybYpG51GxI/AAAAAAAAAN4/HwnD_oDAvBo/s1600-/DSCF5408.JPG
Balatonakarattya - családi ház, letöltés ideje: 2011.05.10.

2. számú melléklet: OTSZ vonatkozó paragrafusainak és előírásainak ismertetése⁸⁵

Az építmények építészeti-műszaki tervezése során a tűzvédelmi műszaki kialakítást tűzvédelmi műleírásba, dokumentációba kell foglalni. Minden terv része a tűzvédelmi műleírás, dokumentáció. A tűzvédelmi műleírás, dokumentáció készítése szaktevékenység, azt csak megfelelő szakértelemmel rendelkező személy készítheti, ezért ahol a tűzvédelmi szakhatóság igénybevétele szükséges az építési engedélyezési eljárás során, ott a felelős tervező köteles tűzvédelmi szakértőt (építmények tűzvédelme, építés-, elektromos-, gépész tűzvédelmi szakértő) bevonni a tűzvédelmi műleírás elkészítésébe.

Jelen fejezetben kizárólag a tetőtér beépítések problémaköréhez szervesen tartozó előírásokat taglalom. A tágabb értelemben vonatkozó fogalmak és előírások a mellékletben találhatóak.

8.2 Kulcsfogalmak az OTSZ-ből, melyekkel beépített tetőtér esetén találkozhatunk⁸⁶

8.2.1 Tűzvédelmi általános és tűzállóság-vizsgálati fogalmak

Perzselődés: az anyagfelület hő hatására bekövetkező, korlátozott elszenesedésével járó módosulása.

Égéskésleltető szer: védőszer, amely a vele kezelt – bevont, átitatott, telített stb. – éghető anyag kedvezőbb éghetőségi alcsoportba sorolását meghatározott időtartamig (újrakezelési időig) biztosítja.

Gyújtási idő: az az időtartam, amelynek során az anyag a gyújtóforrás hatása alatt áll, akár létrejött a gyulladás ez idő alatt, akár nem.

Beégési sebesség: éghető anyagú tartószerkezetek tűzállósági vizsgálata során a teherviselők kereszt-metszeti méretek időegység alatt bekövetkező csökkenése.

Elégett felület: az az anyagfelület, amelyen meghatározott vizsgálati körülmények között égés vagy pirolízis következett be, eltekintve attól a felülettől, amely csak zsugorodással károsodott.

Vizsgálati tűzhatás: az épületszerkezetek tűzállósági határértékének és tűzvédő képességének megállapítására szolgáló vizsgálati eljárás során a vizsgáló berendezés vizsgálati terében, az idő függvényében változtatott hőmérséklet hatása.

Tűzvédő képesség: a fő épületszerkezetek tűzállósági határértékének növelése érdekében alkalmazott tűzvédő álmennyezetek, burkolatok, bevonatok hatékonyságának mértéke.

Homlokzati tűzterjedési határérték: a vonatkozó műszaki előírásoknak megfelelő vizsgálat kezdetétől számított, a tűznek az épületszerkezeteken történő terjedésére jellemző határállapot bekövetkezéséig eltelt idő órában vagy percben (T_h vagy T_t).

Tetőtűz terjedés mértéke: a tetőszigetelési rendszer, vagy fedélhéjzat felületén és rétegeiben az önálló égés (lánggal égés, szenesedés) terjedésének mértéke (távolsága).

8.2.2 Tűzvédelmi tervezés fogalmi

Tűzfal: az épületet függőlegesen, – a tetőszerkezetet is – átmetsző, nem éghető anyagból készült térelhatároló falszerkezet, amely tűznek más építményre vagy tűzszakaszra való áttérjedését előírt időtartamig megakadályozza.

Tűzgátló fal: nem éghető anyagú térelválasztó falszerkezet, amely a tűznek más tűzszakaszra (esetenként funkcionális egységre) való áttérjedését előírt időtartamig megakadályozza.

85 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet

86 Forrás: 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet

Tűzgátló födém: nem éghető anyagú födém, amely a tűznek a kapcsolódó tűzszakaszra való áttérjedését előírt időtartamig megakadályozza.

Tűzvédő álmennyezet: egy helyiségben, legfeljebb egy tűzszakaszban kialakított olyan álmennyezet, amely tűzvédő képességénél fogva a felette levő födémmel vagy tetőszerkezettel együtt a szerkezetre előírt tűzállósági határértéket biztosítja.

Tűzvédő burkolat és bevonat: alkalmas műszaki eljárással épületszerkezetekhez közvetlenül vagy közvetetten csatlakozó, tűzvédő célokat szolgáló anyagréteg.

Hasadó és hasadó-nyíló felületek: olyan felületek, amelyek az építmények, vagy az építményrészek (helyiségek) határoló szerkezeteiben a káros mértékű robbanási túlnyomás hatására tönkremennek, vagy megnyílnak, ezáltal lehetővé téve a nyomáselvezetést.

Tűzveszélyességi osztály: veszélyességi övezetek, helyiségek, helyiségcsoportok (tűzszakaszok), épületek, építmények, létesítmények besorolására meghatározott kategória bennük folytatott tevékenység során előállított, feldolgozott, használt vagy tárolt anyagok jellemzői, valamint az alkalmazott technológiai folyamat tűzveszélyessége, egyes esetekben – (lakó- és közösségi épületek, stb.) – a rendeltetés alapján.

Tűzállósági fokozat: egy építmény egészére, és tűzszakaszaira vonatkozó olyan kategória, amely meghatározza az épületszerkezetek tűzállósági határértékének és éghetőségének követelményeit az építmény/tűzszakasz tűzveszélyességi osztálya, esetenként rendeltetése és színtszáma alapján.

Tűzterhelés: az építmény. épület adott tűzszakaszában, helyiségében jelenlévő és beépített éghető anyagok tömegéből (kg) és fűtőértékéből (MJ/kg) számított hőmennyiség egységnyi padlófelületre vonatkoztatott értéke, MJ/m²-ben.

Állandó tűzterhelés: a beépített éghető anyagok, és épületszerkezetek tömegéből származó tűzterhelési érték.

Időleges tűzterhelés: az adott helyiségben, tűzszakaszban található éghető anyagok és berendezések (bútor, textil, technológiai berendezés, megmunkált termékek, azok előkészített anyaga, raktározott anyagok, csomagoló anyagok stb.) tömegéből származó tűzterhelési érték.

Normatív tűzterhelés: bizonyos rendeltetésű helyiségekre, helyiségcsoportokra a tűzvédelmi tervezésben alkalmazható, statisztikai felmérésen alapuló időleges tűzterhelési érték.

Mértékadó tűzállósági határérték: az egyes épületszerkezetekre a tűzterhelés alapján számító módszerrel meghatározott tűzállósági határérték követelmény.

Tűzszakasz: az építmény, vagy szabadterület tűzvédelmi szempontból meghatározott olyan önálló egysége, amelyet a szomszédos egységektől – meghatározott éghetőségű és tűzállósági határértékű – tűzgátló szerkezetek, és a jogszabályban előírt tűztávolságok választanak el.

Tűzszakasz terület: az egy tűzszakaszhoz tartozó helyiségek, közlekedő terek nettó alapterületének összessége m²-ben.

Homlokzati tűzterjedési gát: meghatározott tűzterjedési határértékű olyan homlokzati terjedési részlet, amely megakadályozza az épület homlokzata mentén a vízszintes vagy a függőleges tűzátterjedést.

Tetőtűz terjedési gát és osztósv: hó és csapadékvíz elleni éghető anyagú tetőszigetelés mezőit megszakító olyan nem éghető anyagú gát és osztósv, amely megakadályozza a tetőtűz tovaterjedését.

Tűzgátló előtér: tűzgátló szerkezetekkel kialakított előtér, amely önálló szellőztetéssel rendelkezik, ajtószervezetei önműködően csukódnak, nagyságuk (méretük) biztosítja gyors menekülési lehetőséget.

Füstmentes lépcsőház: a nyitott vagy az olyan zárt lépcsőház, amelybe az épülettűz alkalmával képződött füst és mérgező égésgázok bejutásának lehetősége oly mértékben van korlátozva, hogy a lépcsőház az épület biztonságos kiürítésére és mentésre meghatározott ideig alkalmas marad.

Nyitott lépcsőház: szintenként – a lépcsőház nettó alapterületének legalább 20%-át elérő felületű – homlokzati szabad falnyílással a külső légtérhez közvetlenül csatlakozó lépcsőház.

Zárt lépcsőház: minden oldalról épületszerkezetekkel határolt lépcsőház (közlekedő helyiség).

Hő- és füstelvezető: szerkezet, amely tűz esetén alkalmas a helyiségben vagy tűzszakaszban keletkezett, vagy oda behatolt hőnek füstnek és égésgázoknak szabadba való elvezetésére.

Tűzgátló ajtó (kapu): ajtószerkezet, amely beépítve, csukott állapotban a tűznek az általa elválasztott térrész egyik oldaláról a másik oldalára való áttérjedését meghatározott mértékben gátolja (előírt időtartamig megakadályozza).

Füstgátló ajtó (kapu): ajtószerkezet, amely beépítve, csukott állapotban füstnek és a tűz esetén képződő toxikus gázoknak az általa elválasztott térrész egyik oldalától a másik oldalára való áttérjedését meghatározott mértékben korlátozza.

Tűzgátló csappantyú: gépészeti csővezetékbe építhető hőre, füstre, vagy egyéb indítójelre működésbe hozható zárószerkezet, amely a tűz továbbterjedését előírt ideig megakadályozza.

Kiürítés: a tűz által veszélyeztetett helyiségben, tűzszakaszban, épületben lévő személyek eltávozása (eltávolítása).

Tűzoltási felvonulási út: a tűzoltási felvonulási terület megközelítésére szolgáló megfelelő teherbírású, szilárd burkolatú, legalább két nyomvonal szélességű a tűzoltógépjárművek közlekedésére alkalmas út.

Tűzoltási felvonulási terület: az épületek tűzoltására, mentésére szolgáló a homlokzat előtt létesített, megfelelő teherbírású, szilárd burkolatú, legalább két nyomvonal szélességű terület (út) - amelynek méretét a tűzvédelmi szakhatóság állapítja meg – s amely a tűzoltás technikai eszközeinek (emelőkosaras gépjármű, gépezetes létra, gépjárműfecskendő (k)), és a tűzoltóegységek a rendeltetésszerű működésének feltételeit biztosítja.

A tűzoltósági beavatkozási központ: olyan helyiség, amelyből a tűzoltói beavatkozáshoz szükséges és azt elősegítő tűzvédelmi berendezések vezérelhetők, az épület-felügyeleti rendszereken keresztül a tűzvédelmi berendezések üzemállapota lekövethető.

Biztonsági felvonó: az épület füstmentes lépcsőházához, tűzgátló előteréhez vagy a szabad térhez kapcsolódó, az épülettűz alatt is működtethető felvonó (MSZ EN 81-72 szabvány szerint).

Tűztávolság: az építmények, és a szabadtéren tárolt anyagok függőleges vetületei, illetőleg az épületek homlokzati kontúrjai közötti legkisebb távolság,

Beépített tűzjelző berendezés: az építményben, szabadtéren elhelyezett, helyhez kötött, a tűz kifejlődésének korai szakaszában észlelést, jelzést és megfelelő tűzvédelmi intézkedést (tűzoltóság értesítése, tűzszakaszhatáron elhelyezett ajtók csukása, oltóberendezések indítása stb.) önműködően végző berendezés

Beépített tűzoltó berendezés: az építményekben, szabadtéren elhelyezett, helyhez kötött, a tűz oltására, a beavatkozás könnyítésére, a tűz terjedésének megakadályozására, a tűzkár csökkentésére alkalmazott önműködő berendezés,

Beépített tűzvédelmi berendezés: a tűz észlelésére, jelzésére, oltására, valamint a tűzeset során keletkező füstnek és forró égésgázoknak az elvezetésére kialakított, helyhez kötött berendezés,

Tető-felülvilágító: a szerkezet alatti helyiség, térrész bevilágítását szolgáló épületszerkezet, amely az alatta elhelyezkedő helyiség, térrész alapterületének legfeljebb 2/3 részét fedi le. Az ennél nagyobb területet lefedő szerkezet tetőfödém térelhatároló szerkezetének minősül.

Elsődleges épületszerkezetek: azok a szerkezeti elemek, amelyek az épület állékonyságát, tűzbiztonságát biztosítják (függőleges és vízszintes teherhordó szerkezetek, tűzgátló szerkezetek, menekülési útvonalakat határoló szerkezetek és azok a szigetelése, burkolata is)

Másodlagos épületszerkezetek: azon szerkezetek, melyek nem tartoznak az elsődleges szerkezetek körébe

Cselekvőképességében korlátozott személyek: akik koruknál (0-10 éves korig, vagy 80 év felett fizikai állapotától függetlenül), vagy szellemi állapotuknál fogva veszélyhelyzetre nem tudnak megfelelően reagálni.

Mértékadó tűzszakasz: szabadtéren vagy a létesítményben a legtöbb oltóvizet igénylő tűzszakasz alapterülete,

Tűzveszélyes tevékenység: az a tevékenység, amely a környezetében lévő éghető anyag gyulladási hőmérsékletét, lobbanáspontját meghaladó hőmérséklettel, és/vagy nyílt lánggal, izzással, parázslással, szikrázással jár,

Zárt rendszer: amelyben a veszélyes anyag közvetlen környezetétől elhatárolva van jelen úgy, hogy üzemszerű körülmények között hatásai nem veszélyeztetik környezetét,

Hatékony szellőztetés: ahol az adott térben a szellőzés biztosítja, hogy az éghető gázok, gőzök, porok koncentrációja ne érje el az alsó robbanási határérték 20%-át,

Közvetlen tűz- vagy robbanásveszély: az égés feltételei közül egy kivételével mindegyik adott, és várható, hogy a hiányzó égési feltétel bármelyik pillanatban létrejöhet, ezáltal nem kívánt tűz vagy robbanás következhet be,

Tűzálló kábelrendszer: Elektromos vezetékek, kábelek, tokozott sínek, a hozzájuk tartozó csatornák, bevonatok és burkolatok, hordozó- és tartószerkezetek, valamint elosztók és kötődobozok olyan együttese, amely meghatározott időtartamig tűzterhelésnek kitéve is képes működképességét megtartani anélkül, hogy benne zárlat keletkezne, vagy megszakadna az elektromos áram.

Középmagas épület: amelyben a legfelső építményszint szintmagassága 13,65 m és 30 m között van.

Magas épület: amelyben a legfelső építményszint szintmagassága a 30 m-t meghaladja.

8.2.3 Épületszerkezetekkel kapcsolatos fogalmak

Tetőtér alatti födém (padlás födém): tetőtérrel kialakított épület legfelső használati szintje és a tetőtér közötti födém.

Tetőfödém: tetőtér nélkül kialakított épület legfelső használati helyisége(i)-t lefedő, csapadékszáró héjazattal ellátott födém.

Tetőfödém tartószerkezetei: a tetőfödém mindazon szerkezeti részei

- amelyek tönkremenetele általános vagy nagy területre kiterjedő épületomlás, vagy a tetőfödém jelentős szakaszának beomlását idézik elő (főtartók, fióktartók stb.), valamint
- a nagytömegű – általában nem könnyűszerkezetes – teherhordó térlefedő szerkezetek, melyek omlása egyéb szerkezeti károkat (az alattuk lévő födémek átszakítását stb.) okozhatják.

(Idetartoznak a vasbeton, a feszített betonszerkezetek, valamint a négyzetméterenként 60 kg-nál nagyobb tömegű elemek.)

Tetőfödém térlefedő szerkezete: a tetőfödém tartószerkezeteire támaszkodó könnyűszerkezetes, réteges felépítésű (szendvics) szerkezetek (önhordó) rétegei.

Galéria: a helyiség légterének részleges – a helyiség legalsó szint alapterületének legfeljebb 25%-án és csak vízszintes szerkezettel történő – megosztásával és a mennyezet alatti kiszellőztetésével kialakított belső szint, amelyen helyiség és 1 méternél magasabb tömör korlát vagy fal nem létesül.

Álmennyezet: nem teherhordó, vízszintes térelzáró szerkezet, amelyet födémre, tető- vagy tetőtér alatti födémre, fedélszerkezetekre erősítenek alkalmas függesztő szerkezet segítségével esztétikai, akusztikai, hőszigetelési, és tűzvédelmi igények kielégítése érdekében. Emberi tartózkodásra alkalmas teret csak az alsó felületével határol: az általa kettéosztott légtér mindkét része ugyanabba a működésbeli egységbe vagy tűzszakaszba tartozik.

Tetőszerkezet: tetőtérrel kialakított épület tetőterét felülről határoló szerkezet, amely fedélszerkezetből és fedélhéjazatból áll.

Fedélszerkezet: a tetőszerkezet teherhordó része, amely hordja és rögzíti a fedélhéjazatot.

Fedélhéjazat: a tetőszerkezet csapadékzáró része.

Lépcsők tartóelemei: a teljes lépcsőszerkezet a kiegészítő szerkezetek – mellvéd, lábazat, korlát, fogódzó, járófelületi bevonat, burkolat – nélkül.

Átrium: az épületek belső egybefüggő függőleges térrésze, mely az épület legfelső, vagy valamely közbelső szintjén részben, vagy egészben lehatárolásra kerül (udvarlefedések alatti tér, stb.).

Beépített tetőtér: lakó- és közösségi rendeltetésű tűzszakaszon belül a fedélszerkezet alatt kialakított bármely huzamos vagy időszakos emberi tartózkodásra, használatra vagy raktározásra alkalmas tér.

További kulcsfogalmak⁸⁷:

Homogén termékek: egyfajta anyagot vagy egyfajta, térben egyenletesen eloszló keveréket tartalmazó termék, amelynek sűrűsége állandó, úgymint fémek, kő, fa, beton, ásványgyapot.

Inhomogén termékek: amelyek a fenti kritériumokat nem teljesítik (például: szerelt válaszfalak, tetőtéri térelhatároló szerkezetek stb.)

Elsődleges komponens: olyan anyag, amely egy inhomogén termékben funkcionális, lényeges szerepet játszik. Minden 1 kg/m² felülettömeg alatti vagy 1 mm alatti vastagságú réteg **másodlagos komponensnek** számít.

Két vagy több, elsődleges komponensekkel közrefogott nem elsődleges komponens, amely egymáshoz erősített (nem elsődleges komponenssel), egyetlen, nem elsődleges komponensnek számít.

Belső elhelyezkedésű, másodlagos komponens: másodlagos komponens, amely mindkét oldalán legalább egy-egy elsődleges réteggel, komponenssel van közrefogva (pl. tetőtéri térelhatároló szerkezet páravédelmi rétege)

Külső elhelyezkedésű másodlagos komponens: másodlagos komponens, amely egyik oldalán nincs elsődleges komponenssel borítva (pl. festés)

Önkioltó: Az önkioltó tulajdonságú anyagokra az a jellemző, hogy ha a gyújtólángot elveszük, az anyag önmagától nem ég tovább.

8.3 Tűzveszélyességi osztály és tűzállósági fokozat

Építmény, illetve építményrész **tűzveszélyességi osztálya és tűzállósági fokozata** közötti kapcsolat:

„A” és „B” tűzveszélyességi osztály esetén	I-II.;
„C” tűzveszélyességi osztály esetén	I-III.,
„D” tűzveszélyességi osztály esetén	I-IV.,
„E” tűzveszélyességi osztály esetén	I-V. fokozat alkalmazható.

Az elnagyolt megközelítést tovább finomítja a jogszabály, az építmény kockázthatósága alapján.

Az egyes tűzállósági fokozatok és a hozzájuk tartozó építmények, rendeltetések a következők:

Az I. tűzállósági fokozatnak megfelelően alakítandó ki:

- magas épület,
- középmagas, tömegtartózkodásra szolgáló épület, amelyben a tömegtartózkodásra szolgáló helyiség padlószint-magassága a 13,65 m-t meghaladja.

87 Forrás: <http://tuzfal.com/index.php?cont=cikk&cikk=23&rov=2>, letöltés ideje: 2011.03.15.

Legalább a II. tűzállósági fokozatnak megfelelően alakítandó ki:

- bölcsőde, óvoda, szociális otthon,
- zárt gépjárműtároló (épület),
- a mozgásukban és cselekvőképességükben korlátozott személyek elhelyezésére, oktatására, nevelésére, kezelésére, foglalkoztatására szolgáló, kétszintesnél magasabb épület,
- középmagas épület,
- az I. tűzállósági fokozatba nem tartozó épületek alatti kettő és annál több pinceszintek.

Legalább a III. tűzállósági fokozatnak megfelelően alakítandó ki:

- többszintes iskola (idetartozik a földszintes iskola is),
- a kétszintesnél magasabb, többszintes lakóépület,
- a kétszintesnél magasabb, többszintes közösségi épület abban az esetben, ha nem tartozik szigorúbb (I. vagy II.) tűzállósági fokozatba,
- a többszintes nyitott gépjárműtároló építmény,
- a mozgásukban és cselekvőképességükben korlátozott személyek elhelyezésére, oktatására, nevelésére, kezelésére, foglalkoztatására szolgáló legfeljebb kétszintes épület.

Legalább a IV. tűzállósági fokozatnak megfelelően alakítandó ki:

- a "C" tűzveszélyességi osztályba sorolású, függőleges térelhatároló nélküli, fedett terek épületszerkezetei,
- a legfeljebb egy pincszinttel, földszinttel és egy emeleti szinttel (vagy beépített tetőtérrel) rendelkező lakó- és üdülőépület,
- az egyszintes közösségi rendeltetésű épület, aminek befogadóképessége a 25 főt meghaladja, de legfeljebb 50 fő.

Legalább az V. tűzállósági fokozatnak megfelelően alakítandó ki:

- a legfeljebb egyszintes üdülő- és közösségi épület, amelynek befogadóképessége legfeljebb 25 fő.

8.3.1 Speciális szabályok tűzállósági fokozatra

A tűzállósági fokozatra vonatkozó előírásokból kitűnik, hogy az OTSZ továbbra is megenged bizonyos, az épületszerkezetek tűzvédelmi paramétereire vonatkozó enyhítéseket.

Szintén megmaradt az a lehetőség, hogy a teljes területen tűzjelző és oltóberendezéssel ellátott, illetve a megengedett legnagyobb alapterület legfeljebb 25 %-át kitevő alapterületű tűzszakasz esetében az épületszerkezeteket az eggyel alacsonyabb tűzállósági fokozathoz tartozó szerkezet tűzállósági határérték-követelményére lehet tervezni (a tűzvédelmi hatóság engedélyével). Ez azonban nem érinti a többi követelményt, azoknál az eredeti tűzállósági fokozat a mértékadó.

A jogszabály tartalmaz szigorításokat is. A IV. tűzállósági fokozatú, de „C” tűzveszélyességi osztályba tartozó építmények esetében a megengedett maximális tűzszakasz méretet a III. tűzállósági fokozat szerint kell meghatározni.

Egy⁸⁸ bizonyos esetben pedig a tűzszakaszon belüli szerkezetek követelményeit eltérő tűzállósági fokozat alapján kell megállapítani. Ha a tűzoltási felvonulási területre előírt követelmények (maradéktaalanul vagy egyáltalán) nem teljesülnek, a rendelet

88 Forrás: <http://www.muszakiforum.hu/cikk/75608/epitoanyagok-osztalyozasa?wa=emun1012&h&area=161>, letöltés ideje: 2011.05.20.

ellensúlyozásként előírja, hogy az elsődleges épületszerkezeteknek meg kell felelniük az I. tűzállósági fokozat követelményeinek, a fedélszerkezet kivételével. Ha azonban ezt már jogszabály szerint is be kellene tartani, akkor valamennyi épületszerkezet követelményét az I. fokozatnak megfelelően kell megállapítani.

A jelenleg hatályos 9/2008 (II.22.) ÖTM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat a korábbi OTSZ-től eltérően, új kódrendszert vezetett be az építőanyagok és az épületszerkezetek tűzvédelmi jellemzőinek osztályozására. Korábban az MSZ 14800-1... szabványsorozat szerinti vizsgálatok alapján osztályozták az építőanyagokat, három fő jellemző az éghetőség, a füstfejlesztő képesség és az égve csepegési tulajdonság alapján.

Ezek a jellemzők az új szabályozásban is megmaradtak, de a jelzések illetve az irányadó vizsgálatok módosultak. Előző cikkemben felsoroltam a vizsgálati szabványokat, így most a jelölésekre térnék ki.

8.3.2 Az épületszerkezetek tűzállósági teljesítményének meghatározására

Az alábbi új fogalmakat használja a jelenlegi szabályozás:

R - teherhordó képesség: a szerkezeti elemek azon képessége, hogy egy bizonyos ideig egy, vagy több oldalukon fennálló meghatározott mechanikai igénybevétel mellett ellenállnak a tűz hatásának, szerkezeti stabilitásuk bármilyen vesztesége nélkül.

E - integritás: az épületszerkezetnek egy elválasztó funkcióval rendelkező olyan képessége, hogy tűznek az egyik oldalán történő kitéttel szemben ellenáll anélkül, hogy a tűz a lángok, vagy a forró gázok átjutása következtében átterjedne a másik oldalra, s azok vagy a ki nem tett felületen vagy, a felülettel szomszédos bármely anyagon gyulladást okoznának.

I - szigetelés: az épületszerkezet azon képessége, hogy ellenáll a csak egyik oldalon bekövetkező tűzkitétnek anélkül, hogy szignifikáns hőátadás eredményeként a tűz átjutása bekövetkezne a kitétt felületről a ki nem tett felületre.

W - sugárzás: az épületszerkezeti elemek azon képessége, amely egy oldalon történő tűzkitét esetén vagy a szerkezeten keresztül, vagy a ki nem tett felülettől a szomszédos anyagok felé irányuló jelentős hőszugárzás csökkentése eredményeként csökkenti a tűz átmenetének valószínűségét.

M - mechanikai hatás: az épületszerkezeteknek az a képessége, hogy ütésnek ellenállnak abban az esetben, ha a tűzben egy másik komponens szerkezeti hibája következtében az illető szerkezethez ütődik.

S - füstáteresztés: épületszerkezetek azon képessége, hogy csökkentik, vagy eliminálják a gázok vagy a füst átjutását az épületszerkezet egyik oldaláról a másikkra.

G - "koromtűz"-el szembeni ellenálló képesség: kémények és égéstermék elvezetők ellenálló képessége koromlerakódásból származó tűzzel szemben.

K - tűzvédő képesség: fal és mennyezetburkolatok, valamint álmennyezetek azon képessége, amely a mögöttük/fölöttük lévő anyagnak egy bizonyos ideig védelmet biztosít tűzzel, szenesedéssel és más hő károsodással szemben.

Az *R*, *E*, *I* kritériumokkal külön-külön is lehet követelményt megállapítani.

Jellemző követelmények az alábbiak lehetnek:

- R: teherhordó pillérek, amennyiben a tűz négy oldalról éri őket,
- REI: teherhordó falak térelválasztó funkcióval,
- REI-M: teherhordó tűzgátló falak,
- EI: nem teherhordó, vázkitöltő falak
- REI-M: tűzfalak,
- EI: válaszfalak teherhordási szerep nélkül, de térelhatárolási funkcióval.

Az OTSZ alapján az egyes szerkezetek tűzállósági határértéke akkreditált laboratóriumban végzett tűzállósági vizsgálat, vagy a vonatkozó Eurocode tűzállósági méretezési szabványok alapján számítással igazolandó.

8.4 AZ ÉPÍTŐANYAGOK TŰZVÉDELMI OSZTÁLYBA SOROLÁSA

Az építőanyagokat a tűzvédelmi előírások alkalmazása szerint tűzveszélyességi anyagvizsgálatokban kapott mérési adatok, valamint meghatározott paraméterek és az osztályba sorolással kapcsolatos szabványban rögzített besorolási kritériumok alapján tűzvédelmi osztályokba sorolják.

Mivel nem csak a jelölések, de a vizsgálati módszerek is változtak a régi és az új jelöléseket nem tudjuk megfeleltetni egymásnak. Az új szabályozás már nem használja a **nehezen éghetőség** fogalmát.

Az MSZ EN 13501-1 szabvány táblázatos formában tartalmazza azokat a szempontokat, melyek szerint az osztályba sorolás elvégezhető. A szabvány 7-7 osztályt különböztet meg általában az építési anyagok (kivéve a padlóburkolatok) és a padlóburkolatok vonatkozásában.

Ha megpróbáljuk összehasonítani a régi kategóriákkal, akkor az "A1" a nem éghető anyagoknak, jó közelítéssel a "B-C" a nehezen éghető anyagoknak, a "D-E" a közepesen éghető anyagoknak felel meg. Ha egy építési dokumentációban az látható, hogy a beépítendő anyagnak meg kell felni a D-s2, d0 értéknek, akkor azt jelenti, hogy "D" éghetőségi osztályú anyagról van szó, amelynek közepes a füstterhelése és az égés közben nem csepeg.

8.4.1 Tűzvédelmi osztályok:

A tűzvédelmi osztályba sorolás alapján megkülönböztetünk:

A1; A2; B; C; D; E; F típusú építőanyagokat.

A padlóburkolatok vonatkozásában pedig a jelölés:

A1_{fl}; A2_{fl}; B_{fl}; C_{fl}; D_{fl}; E_{fl}; F_{fl}

A fő tűzvédelmi osztályok meghatározása mellett a füstfejlesztés és az égve csepegés kritériumainak figyelembe vételével további alkategóriákat határoznak meg:

- a füstképződési kategóriák jelzései: s1; s2; s3
- az égve csepegési kategóriák jelzései: d0, d1, d2

A1 osztályba sorolandó:

- az a szerkezet, amely A1 tűzvédelmi osztályú anyagból készül;
- olyan szerkezet, amely A1 tűzvédelmi osztályú anyag fegyverzetekkel (kéreggel) rendelkezik, és a kéregszerkezetek tűzállósági határértéke az adott követelményeknek önmagában is megfelel (beleértve a felmelegedési határállapotot is) függetlenül a kéreg alatti anyagok (hőszigetelések, kitöltő anyagok) tűzvédelmi osztályától (házgyári vasbeton panel stb.).

A2 osztályba sorolandó:

- a) az a szerkezet, amely A2 tűzvédelmi osztályú anyagból készül;
- b) az a réteges felépítésű (szendvics) szerkezet, mely alkotóelemeinek anyaga A1 vagy A2 tűzvédelmi osztályú, és e fegyverzettel védett belső keretváz B, C vagy D tűzvédelmi osztályú, de a vázszerkezet fűtőértéke a felület átlagára vetítve legfeljebb 10 MJ/m².
- c) A2-nek minősül az a szilikátbázisú, de B-s1, C-s1, D-s1 és E-s1 osztályú töltőanyaggal készített homogén könnyűbeton, amely megfelel a következő feltételeknek:

- d) a szerkezet laboratóriumi vizsgálattal igazoltan kielégíti az adott építményre meghatározott tűzállósági határérték követelményét,
e) a szerkezet anyagának fűtőértéke legfeljebb 5 MJ/kg

B osztályba sorolandó:

- az a szerkezet, amelynek anyaga vagy összetevői legalább B osztályúak;
- az a szerkezet, amelynek belső rétege (vagy rétegei) C, D osztályú anyagból készült(ek), de tűz- vagy hőhatás ellen legalább B osztályú anyaggal burkolt(ak) oly módon, hogy az adott követelményeknek megfelelő tűzállósági határértéken belül a védett anyag nem vesz részt az égési folyamatban, valamint a szerkezetből éghető olvadék nem tör elő (gipszkarton lemezzel burkolt faváz stb.).

C osztályba sorolandó:

- az a szerkezet, amelynek anyaga vagy összetevői legalább C osztályúak.
- az a szerkezet, amelynek belső rétege (vagy rétegei) D vagy E osztályú anyagból készült(ek), de tűz- vagy hőhatás ellen legalább C osztályú anyaggal burkolt(ak) oly módon, hogy az adott követelményeknek megfelelő tűzállósági határértéken belül a védett anyag nem vesz részt az égési folyamatban, valamint a szerkezetből éghető olvadék nem tör elő (acéllemezek között hőszigetelő hab stb.).

D osztályba sorolandó:

Az a szerkezet, amely D .osztályú anyagból készült.

E osztályba sorolandó:

Az a szerkezet, amely E anyagból vagy anyagokból készült és tűz valamint hőhatás ellen nincs védve.

F osztályba sorolandó :

Az a szerkezet, amelyre nincs előírt vagy előírható követelmény.

8.4.2 Tűzvédelmi osztályba egyértelműen nem sorolható szerkezetek

Azoknak a szerkezeteknek a besorolását vagy alkalmazhatóságát, melyeknek tűzvédelmi osztálya az 5.1-5.6. pontok alapján egyértelműen nem határozható meg, (többrétegű, rétegenként eltérő tűzvédelmi osztályú és tűztechnikai tulajdonságú anyagokból álló szerkezet stb.) alkotóanyagaik tűzvédelmi osztálya és azoknak a tűzállósági vizsgálatok során meghatározott viselkedése figyelembevételével kell elbírálni.

EN 13501-1 besorolási táblázat:

Minősítés MSZ EN 13501-1 besorolási táblázat szerint kiegészítő követelményekkel		
	nincs füstképződés	nincs éghető hulladék/lecsöpögés
A1	x	x
A2-s1-d0	x	x
B-C-s1-d0	x	x
B-C-s3-d0		x
B-C-s1-d2	x	
B-C-s3-d2		
D-s3-d0		x
D-s3-d2		
E-d2		
F		

s (smoke) füstképzési	s1	(Füstöt nem kibocsátó anyag)
	s2	(közepes/ Mérsékelt füstfejlesztő képességű anyag)

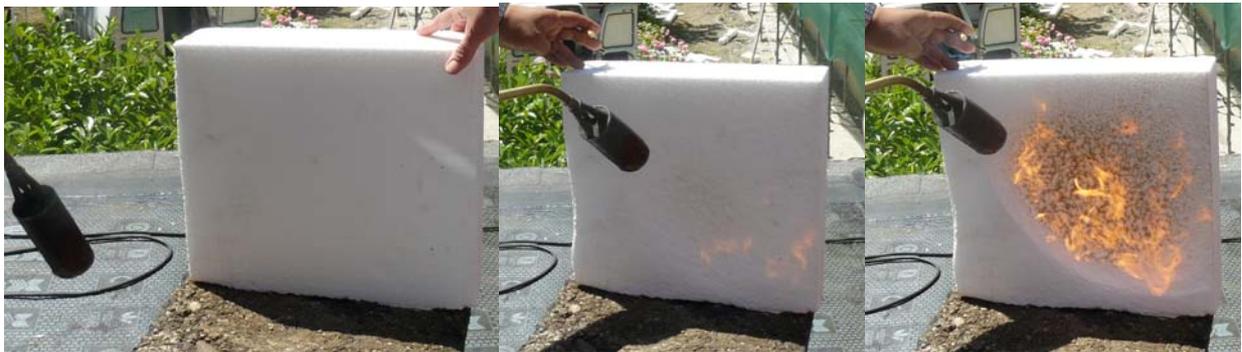
kategória jelzése	s3	Fokozott füstfejlesztő képességű anyag)
d (droplets) égve csöpögés	d0	(Az anyagból tűz vagy magas hőmérsékleti hatásra olvadék nem képződik)
	d1	(Az anyagból tűz vagy magas hőmérsékleti hatásra gyulladást okozó olvadék nem képződik)
	d2	(Az anyagból tűz vagy magas hőmérsékleti hatásra égve csepeg és gyulladást okoz)

3. számú melléklet: Égetési kísérletek

A mellékletben található égetési kísérletek nem szabványos keretek között történtek.

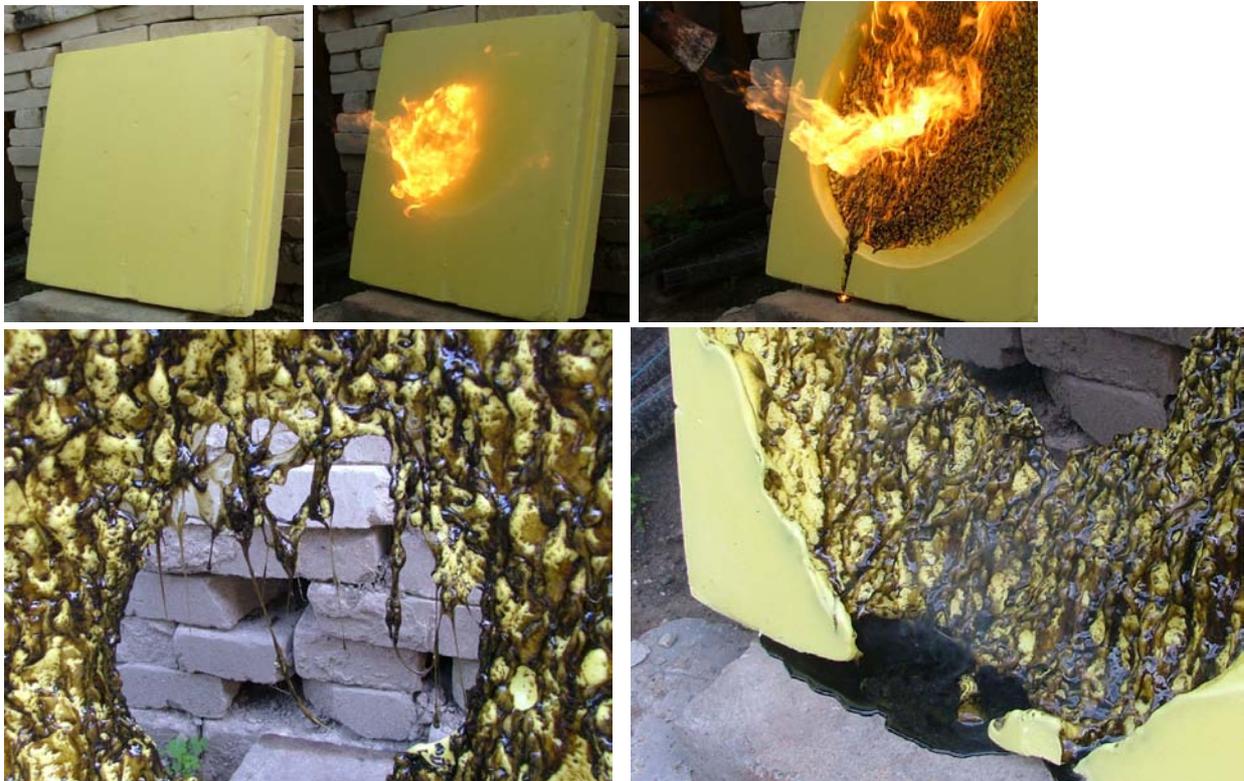
1. Expandált polisztirolhab:

10 cm vastag anyag égetése ~700-800 °C fokos egyégőfejes bitumenes lánghegesztő készülékkel 1 percig tartott, ekkor átégett. Az olvadék csepegéskor nem égett tovább:



2. Extrudált hőszigetelések:

12 cm vastag anyag égetése ~700-800 °C fokos egyégőfejes bitumenes lánghegesztő készülékkel 1 percig tartott, ekkor átégett. Az olvadék csepegéskor nem égett tovább. Égéskor erős, és erős bűzű közepesen sűrű füstölés volt:



Ez a 6 cm vastag extrudált hőszigetelő termék fekete kormos lánggal égett, különösen erős bűzzel, olvadékan a termék lángolásából eredő láng többször végiglángolt. Pozitívumként állapítottuk meg, hogy kevés anyag vált folyékony olvadékká:





Ez a 4 cm vastag extrudált hőszigetelő termék fekete kormos lánggal égett, különösen erős búzzal, olvadáskán a termék lángolásából eredő láng többször végiglángolt. Pozitívumként állapítottuk meg, hogy kevés anyag vált folyékony olvadékká. Negatívuma volt ennek a terméknek a nagymértékű beolvadása:



10 cm vastag anyag Extrudált Polisztrén hőszigetelés égetése ~700-800 °C fokos egyégőfejes bitumenes lánghegesztő készülékkel fél percig tartott. Az átégetés szintjét nem tudtuk elérni, mert kifejezetten erős, és erős búzú sűrű füstölés volt tapasztalható, a kísérletet gyorsan abbahagytuk:



Konklúzióként elmondható, hogy bár ezen habtermékek hőszigetelési értékei századokban térnek el egymástól, tűzeseti viselkedésükben jól érzékelhető eltérést mutatnak: füst mennyisége, füst koromtartalma, szag(felszabaduló kemkáliák) olvadék mennyisége, anyag beolvadása.



3. Kőzetgyapot hőszigetelés:

10 cm vastag anyag anyag égetése ~700-800 °C fokos egyégőfejes bitumenes lánghegesztő készülékkel 1 percig tartott. Felületi lángolás és olvadékképződés nem történt. A felület enyhén elszenesedett.



4. Páraáteresztő alátétfilc:

0,3 mm vastag nem szőtt textil égetése ~ 20 másodpercig tartott. Égés közben nem füstölt, szaga nem volt , az olvadás a hőterhelés helyén volt megfigyelhető. Olvadék nem képződött, az anyag összehsugorodott.



5. Kőzetúzalék szórású bitumenes zsindelylapka:

Kettő perc égetés után abbahagytuk az égetést. Az anyag erős füsttel és kevés lánggal égett, olvadék nem képződött, illetve át nem égett. A hőközlést követően az égés és füstölés pár másodperc alatt megszűnt.

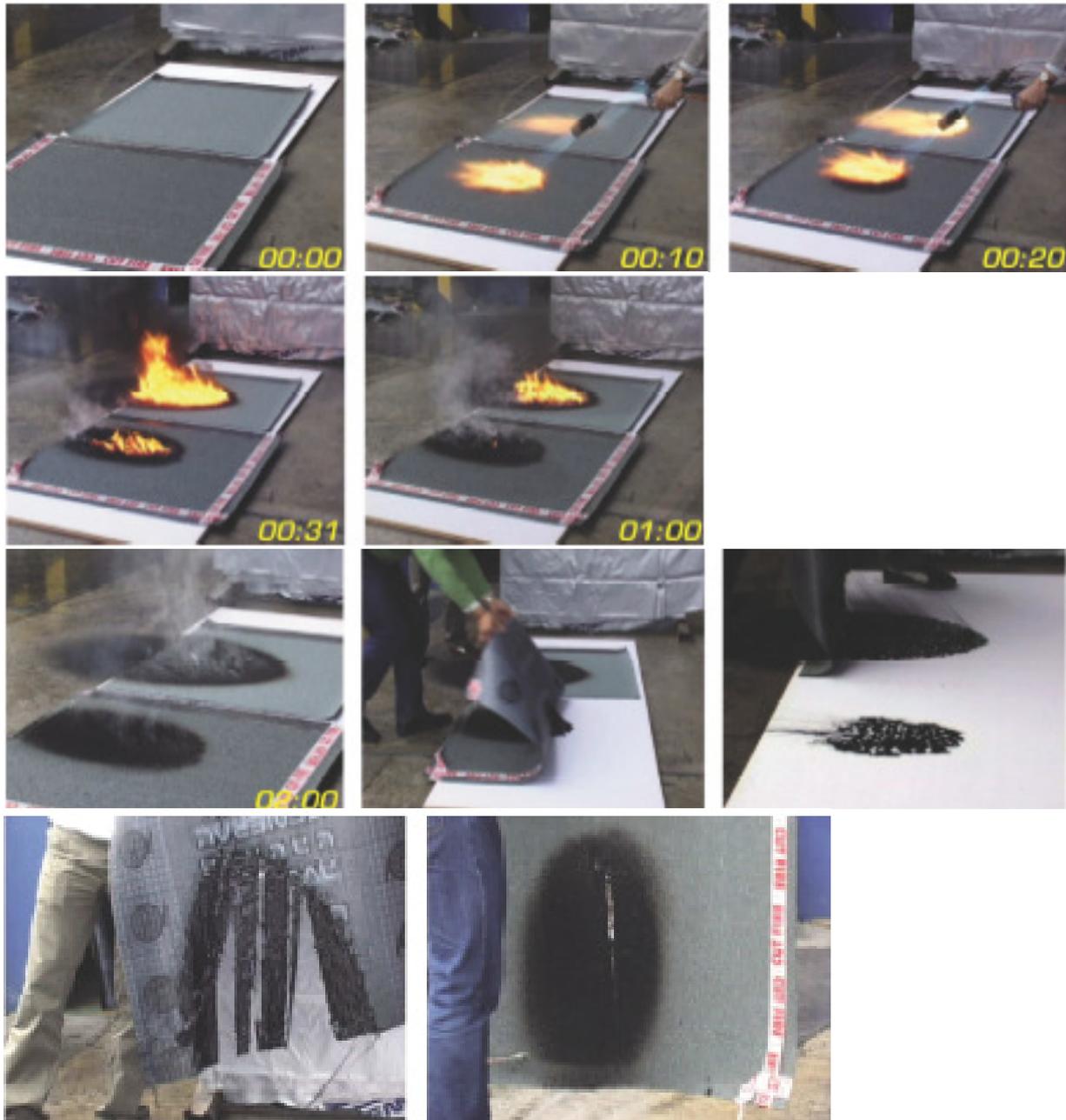


6. Balaltzúzalék szórású modifikált bitumenes zárólemezek:

világos zöld: General Membrane / Safety color Mineral 4,5 kg

sötét zöld: General Membrane / Cut Fire Mineral 4,5 kg – önkioltó vegyszeradalékkal.

A kísérlet kettő perc után lett leállítva, ekkor a „Cut Fire” is széthasadt. Ekkorra az adalékszermentes termék már bőven átégett, alatta a hőszigetelés már károsodott.



9 Fejezet - Források

Szakmai konzultációk:

- Dr. Takács Lajos Gábor személyes konzultációi (választott szakdolgozat konzulens)
- Dr. Takács Lajos Gábor előadásai a Szakképzés keretein belül, illetve az Épületek Tűzvédelme c. BME/Építészmérnök nappali képzés tárgy kézijegyzete.
- Kalocsa Városi Tűzoltóság, Istella Zsolt Tűzoltó Alezredes- konzultáció
- Lestyán Mária Előadása, Rockwoolgyár, Szakmérnöki Kirándulás, 2011.05.16.

Tanulmányozott rendeletek és Publikációk:

- 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet : Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ)
5. fejezet: Építmények Tűzvédelmi Követelményei, Építmények tűzvédelme
- 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet. az országos településrendezési és építési követelményekről. (OTÉK)
- Dr Takács Lajos előadás anyagai:
 - Faszervezetek tűzvédelmi sajátosságaiégéskezelés nélkül
 - Tetőtér-beépítések anyagainak tűzvédelmi sajátosságai
 - Utólagos tetőtér-beépítések építészeti tűzvédelmi sajátosságai
 - Magastetők, beépített tetőterek tűzvédelmi sajátosságai
- Verlag Dashöfer: Tetőterek tűzbiztos kialakítása, kiadva: 2004
- Gábor László - Épületszerkezettan III. c. könyv, kiadva: 1968
- Szőke Dániel:Épületszerkezetek „A” dolgozat: Nádtetőfedés tűzvédelmi kérdései
- Bajna Balázs: Tetőterek tűzvédelme, Tűzvédelmi Mérnöki Szak, 1999., Konzulens: Heizler György

Címlapfotó:

http://www.langlovagok.hu/html/galeria/6292_0.shtml, letöltés ideje: 2011.06.06.
Villámcsapás miatt lángba borult családi ház Öskün

Szakdolgozatban jelölt források listája:

1. Verlag Dashöfer: Tetőterek tűzbiztos kialakítása- lépések, 2004
2. Kalocsai Városi Tűzoltóság, 2010 - Dunaegyháza
3. www.langlovagok.hu
4. 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet 3.7.fejezet
5. 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet 4.12.2. fejezet
6. 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet 4.12. fejezet
7. 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet 4.13. fejezet
8. Verlag Dashöfer 2004 Tetőterek tűzbiztos kialakítása
9. Vergal Dashöfer: 2004 Tetőterek tűzbiztos kialakítása
10. Eurocode 5: Faszervezetek tervezése/1-2. rész: Általános szabályok: Tervezés tűzterhelésre/ 3.1.táblázat
11. <http://www.zakariacsok.hu/tetofedes- naplo/komplett-teto-epitese-fa-fodemmel-velux-ablakok-budakeszi-2010.html>, letöltés ideje: 2011.05.10. beepitesevel-
12. fotók: Molnár Eszter – Faanyagvédelmi Szakértő
13. fotók: Molnár Eszter – Faanyagvédelmi Szakértő
14. fotó: Király András – Tűzvédelmi Szakértő
15. http://www.igmh.hu/system/files/MiTék_szeplemezes_faszervezetek.pdf, letöltés ideje: 2011.05.15.
16. http://www.igmh.hu/system/files/MiTék_szeplemezes_faszervezetek.pdf, letöltés ideje: 2011.05.15.
17. http://www.igmh.hu/system/files/MiTék_szeplemezes_faszervezetek.pdf, letöltés ideje: 2011.05.15.
18. <http://www.steico.com/>, letöltés ideje: 2011.06.12.
19. Kalocsa Városi Tűzoltóság: Dunaegyház, Határ Út
20. Balázs L. György- Lublós Éva: Beton, előadásvázlat, letöltés ideje: 2011.04.12.
21. Védelem: Katasztrófa és tűzvédelmi szemle c. magazin 2004/3.szám 7.o.

22. <http://www.rockwool.hu/tobb+mint+hoszigeteles/tuzbiztonsag/a+tuz+meghatarozasa>, letöltés ideje: 2011.04.20.
23. <http://www.banki.hu/~aat/oktatas/menedzser/TF/NTF10ea.pdf>, letöltés ideje: 2011.06.12.
24. <http://pezocell.hu/isocell-galeria.html>
25. <http://www.pannoncell.hu/felhasznal.html>
26. Clima-super, Isocell, trendisol, climacell, Zimmermeisterhaus - Flocke, Isodek, Dobry – Ekovill, Izocell, Pezocell ETA-06/0076
27. Verlag Dashöfer: 2004 Tetőtterek tűzbiztos kialakítása
28. LB Knauf: Tűzvédelem a szárazépítésben. előadás, Wiesner György, 2009. április 16.
29. Dr Takács Lajos: Magastető, beépített tetőtterek tűzvédelmi kérdései c. előadásvázlat
30. www.promat.hu, 2011.05.20.
31. Bas plasticsf: Palusol fireboard system: Provisional technical information, 2008.march, pdf
32. Kalocsa Városi Tűzoltóság, 2011.05.
33. <http://www.steico.com/>, letöltés ideje: 2011.06.12.
34. Wiesner György: LB Knauf/Tűzvédelem a szárazépítésben c. előadás, 2009. április 16.
35. Kalocsa Városi Tűzoltóság: Dunaegyház, Határ úti tűzeset
36. www.langlovagok.hu/100724_Pilisborosjenő, letöltés ideje: 2011.05.10.
37. <http://www.orisoft.pmmf.hu/cegek/rigips/#>, letöltés ideje: 2011.05.20.
38. Wiesner György: LB Knauf/Tűzvédelem a szárazépítésben c. előadás, 2009. április 16.
39. <http://www.lightingstyles.co.uk/Accessories-switch-plates-dimpull-lamps/Fire-hood/>
40. Wiesner György: LB Knauf/Tűzvédelem a szárazépítésben c. előadás, 2009. április 16.
41. <http://epitesz.kp.hu/ujdonsag-3d-falpanelek-a-lakas-diszitesere-bio-alapanyagokbol/>, letöltés: 2011.05.20.
42. <http://www.pangu.hk/GP4037-pro-173.htm>, letöltés: 2011.05.20.
43. http://tomexrenovierungen.de/media/images/Konserwacja_dachow/pict0031.jpg, letöltés ideje: 2011.01.04.
44. www.tuzoltosagbp.hu/ocsa_20070119, letöltés ideje: 2011.05.10.
45. www.laglovagok.hu, letöltés ideje: 2011.05.10.
46. www.laglovagok.hu, letöltés ideje: 2011.05.10.
47. Kalocsa Városi Tűzoltóság: Dunaegyház, Határ Út
48. 1 kép: Alumínium zárófolia, Forrás: <http://www.sidson-craftworks.ie/fireproofing.html>, letöltés ideje: 2011.01.04.
49. <http://pezocell.hu/isocell-galeria/category/19-prokoncept-haz-foedemszigetelese.html>, letöltés ideje: 2011.01.04.
50. http://en.howtopedia.org/wiki/Biomass_Roofing_Materials-_Principles#Fire_protection, letöltés ideje: 2011.01.05.
51. <http://www.poly-mix.hu/falfutes/>, letöltés ideje: 2011.04.10.
52. Dr. Takács Lajos: Tetőtér-beépítések anyagainak tűzvédelmi sajátosságai c. előadásvázlat
53. Dr. Takács Lajos Gábor
54. Dr. Takács Lajos Gábor: Tetőszerkezetek és beépített tetőszerkezetek tűzvédelme – előadáson kézikönyv
55. OTSZ kivonat : M2.2. Tetőszinti tűzterjedés elleni gátak, osztósávok kialakítása
56. Dr. Takács Lajos Gábor, 2011.06.10.
57. Dr. Takács Lajos Gábor, 2011.06.10.
58. Verlag-Dashöfer, 2004 Tetőtterek tűzbiztos kialakítása- lépések
59. 5.3.4-5.3.7: http://www.tuzinfo.hu/?oldal=tartoszerk_1: 2011.05.15.:
60. Verlag Dashöfer, Tetőtterek tűzbiztos kialakítása- lépések, 2004
61. Promat: <http://www.promat.hu>
62. Kép: Dr. Takács Lajos Gábor
63. Kép: Forrás: Dr. Takács Lajos Gábor
64. Dr. Takács Lajos Gábor: Tetőszerkezetek és beépített tetőszerkezetek építészeti- tűzvédelmi sajátosságai c. előadásvázlat 51. oldal
65. <http://www.isover.hu/acoustic/roofs/solutions/index.html>, letöltés ideje: 2011.05.10.
66. www.isover.hu/csomópontok, letöltés ideje: 2011.05.10.
67. www.isover.hu/csomópontok, letöltés ideje: 2011.05.10.
68. Egger:Szerkezeti Katalógus: Gyakorlati faépítés, 2011, , letöltés ideje: 2011.06.02.
69. Formline DHF 15mm sűrűség: 600-650 kg/m³, műgyanta kötésű, közepes sűrűségű, nyitott pórusú farostlemez (MDF), mely falak és tetőszerkezetek külső burkolásához használható fel.
70. Eurostrand OSB: 625 kg/m³
71. Egger:Szerkezeti Katalógus: Gyakorlati faépítés, 2011, , letöltés ideje: 2011.06.02.
72. Formline DHF 15mm sűrűség: 600-650 kg/m³
műgyanta kötésű, közepes sűrűségű, nyitott pórusú farostlemez (MDF), mely falak és tetőszerkezetek külső burkolásához használható fel.
73. Eurostrand OSB: 625 kg/m³
74. www.isover.hu/csomópontok, letöltés ideje: 2011.05.10.

75. www.velux.hu, letöltés ideje: 2011.06.02.
76. http://www.passzivhaz-akademia.hu/passzivhaz_csomopontok/hagyomanyos_epites/GDIkoporsofodem_i_GDIHead.html <http://www.passzivhaz.hu>, letöltés ideje: 2011.05.12.
77. http://www.passzivhaz-akademia.hu/passzivhaz_csomopontok/hagyomanyos_epites/GDIkoporsofodem_i_GDIHead.html <http://www.passzivhaz.hu>, letöltés ideje: 2011.05.12.
78. egyes hibapontok: <http://pezocell.hu/neee/91-szigetelanyag-csere.html>
79. egyes hibapontok: <http://pezocell.hu/neee/91-szigetelanyag-csere.html>
80. Gábor László, épületszerkezettan III. c. könyv1968
81. http://www.igmh.hu/system/files/MiTék_szeplemezes_faszerkezetek.pdf, letöltés ideje: 2011.05.15.
82. Tetőfess Kft. - Budapest, XXII. kerület, Bentonit utca
83. http://www.peri.hu/projektek.cfm/fuseaction/diashow/reference_ID/1603/currentimage/1/referencecategory_ID/23.cfm, letöltés ideje: 2011.05.12.
84. http://2.bp.blogspot.com/_qbBRFnA5BjA/SybYpG51GxI/AAAAAAAAAN4/HwnD_oDAvBo/s1600-/DSCF5408.JPG
Balatonakarattya - családi ház, letöltés ideje: 2011.05.10.
85. 19/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet
86. Forrás: 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet
87. Forrás: <http://tuzfal.com/index.php?cont=cikk&cikk=23&rov=2>, letöltés ideje: 2011.03.15.
88. Forrás: http://www.muszakiforum.hu/cikk/75608/epitoanyagok-osztalyozasa?wa=emun1012_h&area=161, letöltés ideje: 2011.05.20.