



Szarufák feletti hőszigetelés

▶ **MANZÁRD GRAFIT[®]**

TARTALOMJEGYZÉK

1. Hőszigetelési megoldások magastetőkön
2. Szarufák feletti hőszigetelés feltételei
3. Tervezési elvek
4. Új épületek tetőszerkezetének hőszigetelése
5. Szarufák feletti hőszigetelés felújítás során
6. Kivitelezés
7. Részletrajzok
8. Fotók

1. Hőszigetelési megoldások magastetőkön

Az épület körüli hőszigetelő burok elsődleges szerepe az, hogy biztosítsa a beltéri komfortérzetet, alkalmazásával csökken az energiaveszteség. Ezt a feladatot viszont úgy kell ellátnia, hogy állagvédelmi szempontból is megfelelő legyen, vagyis meg kell akadályozni, hogy a helytelen rétegrend, vagy a hőhidak miatt páralecsapódás alakuljon ki a határoló szerkezetek belsejében, vagy azok belső felületén.

A tetőszerkezetek hőszigetelési vastagsága a néhány évtizede alkalmazott 4-5 cm-ről mára 20-25 cm-re növekedett, és a közel nulla energiaigényű épületek esetében már eléri, vagy akár meg is haladhatja a 30 cm-es értéket. A hazai szabályozás jelenleg a fűtött tetőteret határoló szerkezetek rétegtervi hőátbocsátási tényezőjét $U \leq 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékben maximalizálja. A közel nulla energiaigényű épületek esetében a javasolt érték $U \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, míg a passzívházak esetén a szakirodalom $U \leq 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ értéket tart célszerűnek a tetőszerkezetek esetében.

Tetőterek határoló szerkezeteinek hőszigetelésére hagyományosan a szarufák közötti teret használták ki. A 10-15 cm vastag szerkezetbe kialakítható volt a kor követelményének megfelelően vastag hőszigetelés és az átszellőztetett légrés is. A hőszigetelési igény fokozódásával előbb a külső oldalon alkalmazott megfelelő páraáteresztő fólia lehetővé tette, hogy a teljes szarufaközt kitöltse a hőszigetelő anyag. Ezzel viszont jelentősen megnövekedett a hőhidak jelentősége: az átmenő fa vagy fémszerkezet akár 20-50%-kal is ronthatja az általános rétegrend hőátbocsátási tényezőjét, ami energetikai és állagvédelmi kérdéseket is felvet. Szükségessé vált tehát, hogy a hőszigetelés teljes értékű legyen, mindennemű megszakítás nélkül, folytonosan vegye körbe a védendő helyiségeket. Ezt a szarufák feletti hőszigeteléssel lehet megoldani.

Szarufák feletti hőszigetelés előnyei:

- ▶ A hőhidmentes magastető kialakítás nemcsak a faszervezet okozta hőhidat szünteti meg, hanem a szigetelés és a szarufák közötti pontatlan illeszkedése révén kialakuló hőveszteséget is lecsökkenti. Nagy táblaméretei révén a további illesztési veszteség is kisebb lesz, mint más megoldások esetén.
- ▶ A nagytáblás hőszigetelés miatt a kivitelezés az átlagosnál gyorsabb
- ▶ A szarufák síkja feletti hőszigeteléssel a belső térben több helyet kapunk, ami növeli a lakótér fizikai méreteit.
- ▶ A kialakítandó látszó szaruzat a térélményt is növeli, miközben magasabb esztétikai minőséget nyújt.
- ▶ A tartószerkezet a hőszigeteléssel védett oldalon helyezkedik el, ezért a napi és szezonális hőingadozástól védve van, vagyis növekszik a várható élettartama
- ▶ A hőszigetelő anyag a feldolgozás, beépítés során nem okoz asztmatikus panaszokat, nem tartalmaz formaldehidet
- ▶ Hosszútávon megőrzi jó hőtechnikai és mechanikai tulajdonságait

2. Szarufák feletti hőszigetelés műszaki feltételei

A szarufák felett alkalmazott hőszigetelő anyagok legfontosabb kritériuma a mechanikai szilárdság. Az ilyen szerkezetben alkalmazott termékek 10%-os összenyomódáshoz tartozó nyomófeszültsége nem lehet kevesebb, mint 150 kPa. A Grafit® 150-es anyagból készülő Austrotherm Manzárd Grafit® ezt teljesíti. A termék műszaki adatai és az EK megfeleléségi nyilatkozata a mellékletben található.

Hasznosított vagy beépített tetőterek esetén a tetőtérbe beépített anyagok (pl. hőszigetelés) védelme érdekében a teljes szárazság követelményének teljesítése indokolt, melyet a tetőhéjalás kialakítása, valamint az ehhez kapcsolódó esetleges kiegészítő intézkedések során figyelembe kell venni. A tetőfedés alá bejutó nedvesség (csapadék, porhó, hólé, tetőfedő elemeken lecsapódó pára) hőszigetelésbe való bejutása megakadályozandó, a hőszigetelés felett teljes felületen alátét-héjazat elhelyezése szükséges.

3. Tervezési elvek

Statika

A szerkezetet a hajlásszög, a héjalás anyaga, a klimatikus viszonyok és a használat függvényében méretezni kell. A méretezés kiterjed a rögzítési távolságokra, az ellenléc méretére és sűrűségére, a rögzítés mélységére is. A méretezést elősegíti a Mellékletben található táblázat.

A hőszigetelés elhelyezésénél az első sor megtámasztásáról az ereszeszka, vagy a megfelelően rögzített élpalló segítségével gondoskodni kell.

Hő- és páratechnika

A hőszigetelés tényleges vastagságát hőtechnikai méretezés alapján szükséges megállapítani, az adott épület, rétegfelépítés, szerkezet alapján. Az előremutató tervezés érdekében törekedni kell arra, hogy a méretezés során ne feltétlenül csupán a szabályozásnak való megfeleltetés legyen a cél, hanem a gazdaságos üzemeltetés, a fűtési hőveszteség csökkentése, ezáltal az alacsonyabb energiával fenntartható épületek létrehozása kerüljön előtérbe. A jelenleg hatályos jogszabály az egész épületre is megfogalmaz határértékeket (fajlagos hőveszteség tényező összesített energetikai jellemző), de az egyes határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezője is korlátos. A magastetők követelményértéke (0,17 W/m²K) ma már csak 17 cm vastag MANZÁRD GRAFIT® alkalmazásával elégíthető ki, de a közel nulla energiai igényű épületek esetében 24 cm a javasolt megoldás.

Általános elv, hogy a hőszigetelt, szerelt térelhatárolások esetén az egyes rétegek diffúziós ellenállása belülről kifelé csökkenő legyen. A hőszigetelés belső tér felőli oldalán minden esetben légzáró-, páratechnikai (párafékező, párazáró) réteg beépítése szükséges. A légzáró-, páratechnikai réteggel kialakított védelem a csatlakozásoknál és részletképzéseknél az általános felületeken lévővel egyenértékű kell, hogy legyen. Hőszigetelt tetőszerkezetek esetén a teljes tetőfelület átszellőztetése szükséges, mely egyszeres légrés kialakításával biztosítható.

A tetőszerkezet hőhídmentessége érdekében törekedni kell az általános felületek és a részletképzések hőszigetelésének egyenértékűségére, valamint a hőszigetelés felületfolytonosságára, folyamatos és egyszerű vonalvezetésére a teljes szerkezeten. A hőszigetelő táblák között rések nem maradhatnak, szükség esetén a táblák közötti hézagot PUR habbal kell kitölteni.

A fa hővezetési tényezője ($\lambda=0,12-0,2$ W/mK) lényegesen magasabb a hőszigetelésénél (MANZÁRD GRAFIT®: $\lambda=0,03$ W/mK), ezért a tetőtérben lévő faszerkezetek relatív hőhidat képeznek. Fentiek okán a csak szarufák közötti hőszigetelés nem javasolt, minden esetben kiegészítendő szaruzat feletti hőszigeteléssel. A hőszigetelés méretezése során a szaru hőhid hatásával ebben az esetben is számolni kell. A csak szaruzat feletti hőszigetelés előnye, hogy ebben az esetben fenti hatás nem jelentkezik.

Példa

A Magyarországon szokásos ácsszerkezetek ismeretében vegyük a szarufa távolságot 0,85 m-nek, a szarufa szélességét 7,5 cm-nek, és vastagsága legyen 15 cm. A szarufák közötti és alatti hőszigetelés vastagsága rendre 15 és 12 cm, hővezetési tényezője 0,039 W/mK, így a rétegtrendi hőátbocsátási tényező 0,141 W/m²K lesz. A szarufák, illetve a kiegészítő hőszigetelés lécvázának rontó hatását figyelembe véve a vonal menti hőátbocsátási tényező (Ψ) 0,048 illetve 0,024 W/mK (60 cm-es léctávolságot feltételezve).

A Ψ -k ismeretében kiszámolható a valós hőátbocsátási tényező, ami 0,238 W/m²K. Azaz 68 %-kal rosszabb, mint a faszerkezetek hatását figyelmen kívül hagyó rétegtervi érték, így a tervezetthez képest jelentősen nagyobb lesz a hőveszteség és fűtési költség.

12 illetve 14 cm vastag szarufák feletti hőszigetelés esetén a rétegtervi U értékek 0,228 illetve 0,199 W/m²K. Ebben az esetben vonalmenti hőhid nem jelentkezik, de számolni kell a rögzítő csavarok pontszerű hőhidjainak hatásával. A számítás menete ebben az esetben egyszerűbb: felületarányosan kell összegezni a hőátbocsátási tényezőket. 30 cm-es csavartávolsággal és 4 mm-es csavar átmérővel számolva a rögzítőelem kis keresztmetszete miatt jó hővezetési képessége ellenére is csak csekély mértékben befolyásolja az eredő hőátbocsátási tényezőt. Az adatokat az alábbi táblázat foglalja össze.

	Hőszigetelés a szarufák között és alatt	Hőszigetelés a szarufák fölött	
Felhasznált anyag	átlagos szálas szigetelőanyag	MANZÁRD GRAFIT®	
Hővezetési tényező (W/mK)	0,039	0,030	
Vastagság (cm)	15 + 12	12	14
Rétegtervi hőátbocsátási tényező (W/m ² K)	0,141	0,226	0,197
Eredő hőátbocsátási tényező (W/m ² K)	0,238	0,228	0,199
Romlás mértéke (%)	68	0,9	1,0

Pára- és légzárás

A szerelt térelhatárolások jellemzője az illesztési hézagok nagy aránya a teljes felülethez viszonyítva. Ennek köszönhetően e szerkezeteknél a hőveszteség nagy része jellemzően nem konvekcióval, hanem filtrációval adódik, így nagyobb hangsúlyt kell fektetni a légáramlás és páratranszport lehető legnagyobb mértékű csökkentésére.

A hőszigetelés belső tér felőli oldalán minden esetben légzáró-, páratechnikai réteget kell elhelyezni. A teljes rétegtendet úgy kell kialakítani, hogy az anyagok diffúziós ellenállása belülről kifelé haladva csökkenő legyen.

A légzáró-, páratechnikai réteggel kialakított védelem a csatlakozásoknál és részletképzéseknél az általános felületeken lévővel egyenértékű kell, hogy legyen. Az áttöréseket, csatlakozásokat valamennyi rés légzáró tömítésével szükséges kialakítani, mely ragasztó-tömítő szalagok és szorítólécek együttes alkalmazásával történhet.

Páratechnikai méretezés alapján a légzáró-, páratechnikai réteg két hőszigetelő réteg közé is kerülhet (lásd felújítás). A méretezés elmaradhat abban az esetben, ha a légzáró-, páratechnikai réteg alatti hőszigetelés hővezetési ellenállása nem haladja meg a teljes rétegfelépítés hővezetési ellenállásának 20%-át, illetve ha a légzáró-, páratechnikai réteg a későbbiekben taglalt előírásoknak megfelel.

A légzárás mértékére ökölszabályként az alábbiak vehetők figyelembe:

„A légzárás mértéke a teljes épületre vonatkozóan az alábbi kell, hogy legyen:

- légtechnikai berendezés nélküli épületeknél $n_{50} < 3$
- légtechnikai berendezéssel ellátott épületeknél $n_{50} < 1,5$
- passzívházaknál $n_{50} < 0,6$

ahol „n” az 50 Pa nyomáskülönbséghez tartozó óránkénti légcsereszám mértéke.”¹

Átszellőztetés

A tetőszerkezetet a megfelelő nedvesség- és páraháztartás biztosítása érdekében minden esetben át kell szellőztetni. Átszellőztetés akkor jön létre, ha megfelelő keresztmetszetű légrétegben hőmérsékletkülönbség hatására felfelé áramlás indul meg. Minden esetben javasolt egyszeres átszellőztetés kialakítása.

Az így kialakított légréteg szerepe összetett, feladata az építés során szerkezetbe zárt, valamint a belső tér felől filtráció és diffúzió útján bejutó pára elvezetése, a tetőfedés résein bejutó nedvesség, valamint a fedés alsó felületén kicsapódó pára kiszellőztetése, illetve a fedésről lecseppenő víz elvezetésének biztosítása az alátéthéjazat felületén. Elősegíti emellett a tetőhéjalás hátoldali hűtését, így részben tehermentesíti a hőszigetelést, mérsékli annak nyári felmelegedését. Télen a légrétegben áramló levegő késlelteti a tetőn lévő hó olvadását, csökkentve ezzel a jégsáncképződés, és az ereszfagyásának lehetőségét.

Egyszeresen átszellőztetett tetőszerkezet páratechnikai számítások alapján létesíthető. A belső térből érkező pára az alátéthéjazaton keresztül jut a légrétegbe, és kerül elvezetésre. Ennek feltétele, hogy az alátéthéjazat páraáteresztő képességű ($s_d < 0,3$ m) legyen.

„Átlagos használatú épület vagy helyiség esetén elmaradhat a páratechnikai méretezés, abban az esetben, ha a belső légtér állapotjellemzői a 22 °C-t és 65% relatív páratartalmat nem haladják meg, és

- ha a belső oldali párazáró réteg diffúziós egyenértékű légrétegvastagság értéke $s_{di} \geq 100$ m, vagy
- ha a belső oldali párazáró réteg $s_{di} \geq 2$ m, illetve a külső oldali alátéthéjazat $s_{de} \leq 0,3$ m határértéknek megfelel, illetve
- ha az s_{di}/s_{de} tényezők arányszáma a hatszorost meghaladja.

¹ Alátéthéjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei, ÉMSZ

Minden más légállapot jellemző, illetve klimatizált belső terek esetén az MSZ-04-140-2:1991 számú szabvány szerint páratechnikai méretezés szükséges.”¹

Az átszellőztetést a tető teljes felületén biztosítani kell, a tetőfelépítmények, áttörések környezetében is. A légrés kialakítása ellenlécek elhelyezésével történik. Az ellenléceket a szarufák fölött kell elhelyezni, és a hőszigetelésen keresztül a szaruzathoz rögzíteni. Szélességét statikai méretezéssel kell meghatározni.

A tetőben kialakított légréteg átszellőzéséhez be- és kiszellőző nyílásokat kell létrehozni. A beszellőző nyílások a tető mélypontjain, a kiszellőző nyílások a magaspontjain helyezkedjenek el. A szaruköznél szélesebb áttörések alatt és felett a nyílásokat szintén ki kell alakítani.

A fent felsorolt, átlagos lakótéri légállapot jellemzők esetén a légrés, valamint a ki- és beszellőző nyílások minimális méreteit az alábbi táblázat¹ tartalmazza:

Átszellőztetett tetők a DIN 4108 alapján

A tető hajlásszöge	Szaruhossz, illetve a felső héj alsó felületén mért esésvonalhossz	Szükséges páradiffúziós egyenértékű légrétegvastagság s_d	A szellőző keresztmetszet mérete		
			átlagos helyen (légrétegvastagság)	eresz mentén	gerinc/élgerinc mentén
< 10° (17,6 %)	≤ 10 m	≥ 10 m	≥ 5 cm	a teljes vetületi tetőfelület ≥ 2 %-e, külön-külön legalább két egymással szemben fekvő eresz mentén	
≥ 10° (17,6 %)	≤ 10 m	≥ 2 m	200 cm ² /fm és/vagy 3 cm	az ereszhez tartozó tetőfelület ≥ 2 %-e mindkét egymással szemben fekvő eresz mentén és ≥ 200 cm ² /fm	a teljes (tényleges) tetőfelület ≥ 0,5 %-e
	≤ 15 m	≥ 5 m	≥ 6 cm		
	> 15 m	≥ 10 m	≥ 8 cm		

Az átszellőztetés egyéb szabályait lásd még az Épületszigetelők, Tetőfedők és Bádigosok Magyarországi Szövetsége által kiadott *Alátét héjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei* c. kiadványban.

Alátét héjazat

Az alátét héjazatok elsődleges szerepe a tetőfedés alá bejutó nedvesség (csapadék, porhó, hólé, tetőfedő elemeken lecsapódó pára) hőszigetelésbe való bejutását megakadályozása. Szerepe van továbbá a tetők átszellőztetése során áramló levegő hővesztéseket okozó, hűtő hatásának csökkentésében is.

A szerkezetben rekedt, illetve a belső oldalról érkező, páratechnikai rétegen átjutó pára légrésbe jutását biztosítani kell, melynek feltétele, hogy a teljes rétegrendben az anyagok diffúziós ellenállása belülről kifelé haladva csökkenő legyen, valamint hogy az alátét héjazat páraáteresztő legyen ($s_d < 0,3$ m).

Az alátét héjazatok típusának (fokozatának, anyagának, a kivitelezés módjának) kiválasztása a fedés függvényében a tető hajlásszöge, valamint az egyéb igénybevételi tényezők alapján történik. Hőszigetelésre fektetett alátét héjazat esetén az aljzatnak lépésállóknak kell lennie.

¹ Alátét héjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei, ÉMSZ

Az alátéthéjazatot a tető teljes felületén folyamatos vonalvezetéssel kell kialakítani, úgy, hogy lefolyástalan felületek ne alakulhassanak ki, az alátéthéjazat az eresz vonaláig legyen kivezetve. Valamennyi részletképzést az általános felülettel egyenértékűen kell kialakítani.

Az alátéthéjazatot pontszerű (pl. szegezés, csavarozás), vagy vonalmenti (pl. ellenléc, sínes megfogás) rögzítéssel kell ellátni. A rögzítést az átlapolásokban, vagy az ellenlécen keresztül kell megoldani. Az ellenlécet a szarufák fölött kell elhelyezni, és a hőszigetelésen keresztül a szaruzathoz rögzíteni.

Tűzvédelem

A látszó faszervezetekkel kialakított tetőtereket a szerkezeti tűzvédelem elveit figyelembe véve, a fennálló tűzrendészeti szabályok szerint kell minden esetben megtervezni és méretezni!

4. Új épületek tetőszerkezetének hőszigetelése

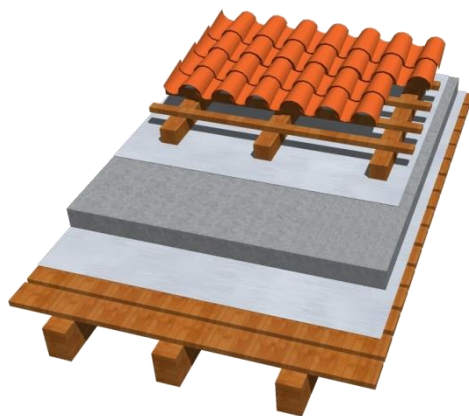
Könnyszerkezetes térelhatárolás

Szarufák feletti hőszigetelésnél a hőszigetelés megfelelő megtámasztását a szarufák közötti szakaszokon is biztosítani kell. Látszó szaruzat esetén ez a szarufák felett elhelyezett deszkázattal történhet, mely a légzáró- páratechnikai réteg aljzataként is szolgál. Tekintve, hogy a szaru feletti szerkezetek síktartását a szaruzat biztosítja, a szarufákat úgy kell beállítani, hogy felső felületük egyetlen síkot alkosson, melyre a deszka aljzat fektethető.

A légzáró- páratechnikai réteget gépészeti és villamos vezetékekkel, belsőépítészeti elemekkel (pl. lámpatest) áttörni nem szabad, ezek elhelyezése külön installációs rétegben történjen.

Javasolt rétegrend:

1. tetőhéjalás
2. tetőhéjalás aljzata (léc, deszkázat)
3. ellenléc
4. alátéthéjazat
5. Austrotherm MANZÁRD GRAFIT® hőszigetelés
6. légzáró- páratechnikai réteg
7. teljes felületű deszkázat
8. látszó szaru



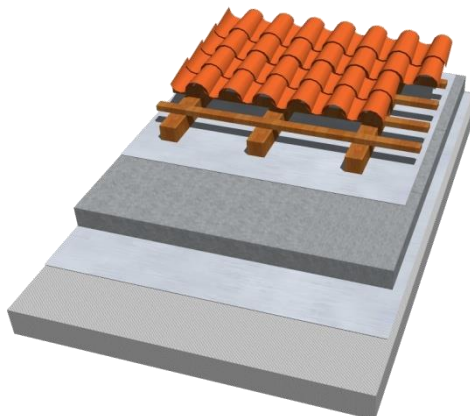
Vasbeton koporsófödém

A monolit vasbeton tetőszerkezet jelentősen nagyobb tömegű mint az ácsszerkezetű tető, ezért fokozottan ellenáll a nyári hőterhelésnek, tűzbiztonság szempontjából is előnyösebb a hagyományos megoldásoknál. A beton térelhatárolás a felette lévő rétegek teljes felületű alátámasztását biztosítja, így külön aljzatszerkezetre nincsen szükség. Bár a páratechnikai réteg épületfizikai méretezés alapján egyes esetekben elhagyható, mégis, célszerű elhelyezni, mivel a réteg az építés közbeni ideiglenes nedvesség elleni védelemként is szolgál.

Az Austrotherm MANZÁRD GRAFIT® hőszigetelés lépésálló tulajdonsága, valamint a vasbeton födémön való teljes feltámasztása miatt az ellenléc és tetőhéjalás terhét hordani képes, így a koporsófödém felett szaruzat kialakítására nincsen szükség. A hőszigetelés, és az ellenlécek rögzítése a statikai méretezés szerint (lásd Melléklet).

Javasolt rétegrend:

1. tetőhéjalás
2. tetőhéjalás aljzata (léc, deszkázat)
3. ellenléc
4. alátét héjazat
5. Austrotherm MANZÁRD GRAFIT® hőszigetelés
6. páratechnikai réteg – szükség szerint
7. vasbeton koporsófödém



5. Tetőfelújítás

Meglévő tetőtereknél általában a tetőszerkezet kettős átszellőztetésével találkozhatunk, ahol a légréseket alátét héjazat („tetőfólia”) választja el egymástól. Ebben az esetben az alsó, alátét héjazat alatti (szaruzat közötti) légrést teljes keresztmetszetében hőszigeteléssel szükséges kitölteni. A szarufák hőhídhatásának csökkentése érdekében további hőszigetelés elhelyezése szükséges a szaruzat felett. Külső oldali kiegészítő hőszigetelés csak a tetőfedés és az alátét héjazat bontásával készíthető. A hőszigetelés elhelyezése után fenti rétegek helyreállítandók.

A belső tér felől érkező pára hőszigetelésbe való bejutásának megakadályozására a hőszigetelés belső oldalán felületfolytonos légzáró-, páratechnikai réteg elhelyezése szükséges. A korábbi építési gyakorlat szerint beépített tetőtereknél a szerkezetben elhelyezett (meglévő) hőszigetelés 5-8 cm vastagságú. Amennyiben állapota engedi, ez a szerkezetben maradhat. A meglévő hőszigetelés vastagsága, kora és állapota miatt feltételezzük, hogy szigetelési értéke kisebb, mint a felújítással együtt szerkezetbe kerülő összes hőszigetelés szigetelési értékének 20%-a, ezért megengedhető, hogy a páratechnikai réteg belső oldalán maradjon. Fentieket méretezéssel szükséges ellenőrizni az adott szerkezet esetén. Javasolt változó s_d értékű páratechnikai réteg alkalmazása, melyet a méretezés alapján a meglévő hőszigetelésre és a szarufa hőszigetelés feletti oldalán és felső részén felületfolytonosan kell végigvezetni.

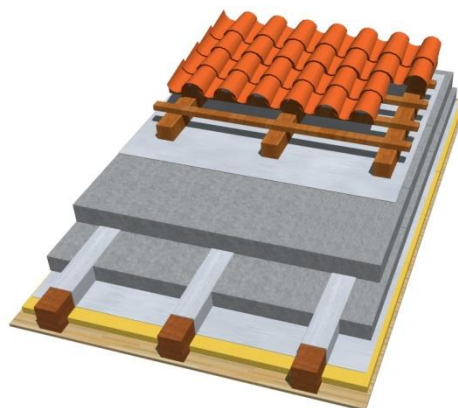
Amennyiben a felületi egyenetlenségek kiegyenlítése is szükséges, a légzáró-, páratechnikai réteg felett, a szaruzat magasságáig elhelyezett kiegészítő hőszigetelés kisebb nyomószilárdságú anyag is lehet.

A tető síktartása érdekében a meglévő szaruzat felső síkját be kell mérni, és szükség esetén kiegyenlíteni. A tetőlécnek lehajlásmentessége, valamint a tetőfedés súlyából adódó teher miatt adódó esetleges benyomódások elkerülése érdekében a szarutáv ne legyen 1 m-nél nagyobb, szükség esetén a meglévő szaruállásokat sűríteni kell.

A légzáró- páratechnikai réteget gépészeti és villamos vezetékekkel, belsőépítészeti elemekkel (pl. lámpatest) áttörni nem szabad, ezek elhelyezése külön installációs rétegben, vagy a meglévő hőszigetelésben történjen.

Javasolt rétegrend:

1. tetőhéjalás
2. tetőhéjalás aljzata (léc, deszkázat)
3. ellenléc
4. alátéthéjazat
5. Austrotherm MANZÁRD GRAFIT® szaruzat feletti hőszigetelés
6. szaru teljes magasságát kitöltő hőszigetelés
7. légzáró- páratechnikai réteg
8. meglévő szaruzat (közte meglévő hőszigetelés)
9. meglévő belső oldali felületképzés



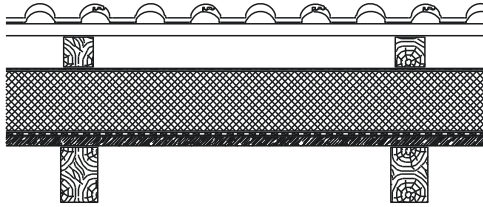
6. Kivitelezés

A kivitelezés előtt a táblák megtámasztásáról gondoskodni kell, Kis tetőtűllógás esetén ezt az ereszdeszka biztosíthatja, de egy megfelelően rögzített élpalló minden esetben kellő biztosítékot ad a hőszigetelés lecsúszása ellen. A táblákat lentről felfele haladva, soronként kell fektetni, a táblák csapos éle nézzen felfelé. A második sort kötésben, fél tábla eltolással kell fektetni a pontos illeszkedés érdekében. Az elemek fagegmunkáló szerszámokkal vágathók, de nagyobb vastagság esetén célszerű fűtőszálas polisztirol vágót alkalmazni. A táblákat szorosan illesztve kell fektetni. Gerincnél a hőszigetelő lemezeket átlapolással kell illeszteni, a túlnyúló tábla élét a tető síkjában kell levágni. Vápnál a V alakban illeszkedő hőszigetelés által képezett fugát, illetve minden esetleges pontatlan illesztésnél felmerülő rést poliuretán habbal kell kifűjni.

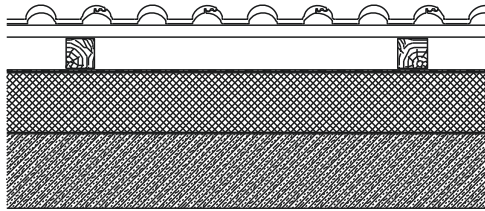
A kivitelezés illetve tárolás során a terméket a tartós napsugárzástól és a túlzott felmelegedéstől óvni kell.

7. Részletrajzok

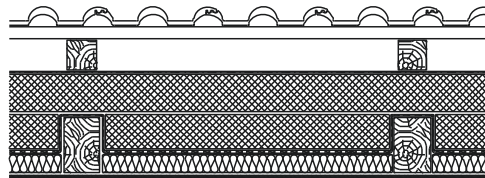
a. Ácsszerkezetű magastető rétegrend



b. Koporsófödém rétegrend



c. Tetőfelújítás rétegrend



8. Fotók



1. Az élpalló meggátolja a lecsúszást



2. A párazáró fóliát a meglévő hőszigetelésre kell helyezni (páratechnikai ellenőrzés szükséges!)



3. Sík felület kialakítása a szarufák között Klemmfix® segítségével



4. Az ellenlécek rögzítése



5. Tetősík ablak beépítés. Jól látszik a régi, vékony hőszigetelés, a Klemmfix® és a Manzárd Grafit® rétegek



6. A látszó szaruzat

MELLÉKLET

Austrotherm MANZÁRD GRAFIT®
Szarufák feletti hőszigetelés leeresztésének méretezése

A számításban figyelembe vett tetőhajlás: 15°, 30°, 45°, 60°

Átlagos tetőhajlás figyelembe vett súlya, betoncseréppel 0,50 kN/m²
 Legnehezebb tetőhajlás figyelembe vett súlya, hódfarkú betoncseréppel 0,90 kN/m²

Szarufa és ellenléc tengelytávolság: 100 cm

Legfeljebb 20 m magas városias beépítésű épületnél a szélteher átlagos értéke 0,572 kN/m²
 (Ettől eltérő érték esetén, a szélteher átlagos értékét a szabvány szerint változtatni kell!)

Önsúlyterhek tetősíkra merőleges és párhuzamos összetevői

Normál tető:	Tetőhajlás			
	15°	30°	45°	60°
$g_{\text{merőleges}}$ [kN/m ²]	0,483	0,433	0,354	0,250
$g_{\text{párhuzamos}}$ [kN/m ²]	0,129	0,250	0,354	0,433
Nagy súlyú tető:				
$g_{\text{merőleges}}$ [kN/m ²]	0,869	0,779	0,636	0,450
$g_{\text{párhuzamos}}$ [kN/m ²]	0,233	0,450	0,636	0,779

Hóteher tetősíkra merőleges és párhuzamos összetevői

Mindkét tető:	Tetőhajlás			
	15°	30°	45°	60°
$g_{\text{merőleges}}$ [kN/m ²]	0,966	0,866	0,354	0,000
$g_{\text{párhuzamos}}$ [kN/m ²]	0,259	0,500	0,354	0,000

Szélteher tetősíkra merőleges összetevői

Mindkét tető:	Tetőhajlás				
	15°	30°	45°	60°	
$g_{\text{merőleges}}$ [kN/m ²]	-1,144	-0,858	-0,858	-0,858	(szélszívás)
	0,114	0,400	0,400	0,400	(szélnyomás)

A szélteher alakítványozóinak kiválasztásakor a mértékadó szélső sávban található -szabvány szerint értelmezhető - F mező 1m²-re vonatkozó értékeit vettük figyelembe.

Tetőre ható terhek mértékadó kombinációja:

I. kiemelt Hóteher

$$Q_I = 1,35 \cdot g_{\text{merőleges}} + 1,5 \cdot q_{\text{hó merőleges}} + 0,6 \cdot 1,5 \cdot q_{\text{szél merőleges}}$$

$$Q_I = 1,35 \cdot g_{\text{párhuzamos}} + 1,5 \cdot q_{\text{hó párhuzamos}}$$

Normál tető:	Tetőhajlás			
	15°	30°	45°	60°
$Q_{I, \text{merőleges}}$ [kN/m ²]	2,204	2,244	1,368	0,698
$Q_{I, \text{párhuzamos}}$ [kN/m ²]	0,563	1,088	1,008	0,585
Nagy súlyú tető:				
$Q_{I, \text{merőleges}}$ [kN/m ²]	2,725	2,712	1,750	0,968
$Q_{I, \text{párhuzamos}}$ [kN/m ²]	0,703	1,358	1,389	1,052

II. kiemelt Szélteher (szélnyomás)

$$Q_{II} = 1,35 \cdot g_{\text{merőleges}} + 1,5 \cdot q_{\text{szél merőleges}} + 0,5 \cdot 1,5 \cdot q_{\text{hó merőleges}}$$

Normál tető:	Tetőhajlás			
	15°	30°	45°	60°
$Q_{II, \text{merőleges}}$ [kN/m ²]	1,548	1,835	1,343	0,938
Nagy súlyú tető:				

Q_{II} merőleges [kN/m ²]	2,070	2,302	1,725	1,208
---	-------	-------	-------	-------

III. kiemelt Szélteher (szélszívás)

$$Q_{III} = 1,0 \cdot g_{\text{merőleges}} + 1,5 \cdot q_{\text{szél merőleges}}$$

Normál tető:	Tetőhajlás			
	15°	30°	45°	60°
Q_{III} merőleges [kN/m ²]	-1,233	-0,854	-0,933	-1,037
Nagy súlyú tető:				
Q_{III} merőleges [kN/m ²]	-0,847	-0,508	-0,651	-0,837

A hőszigetelő anyag összenyomódásának ellenőrzése

A megengedett 2%-os összenyomódáshoz tartozó feszültség:

$$\sigma_{Rd} [\text{kN/m}^2] = 25,00$$

Maximális feszültség az ellenléc alatt: $\sigma_{Ed} [\text{kN/m}^2] = 100 \text{ cm} \cdot (\max(Q_i; Q_{II}) / b)$

ahol: - 100 cm az ellenlécezés tengelytávolsága

- b az ellenléc szélessége

nem felel meg

megfelel

$\sigma_{Ed} [\text{kN/m}^2] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
75/75-ös ellenléc	29,38	29,92	18,24	12,51
100/75-ös ellenléc	22,04	22,44	13,68	9,38
Nagy súlyú tető:				
75/75-ös ellenléc	36,34	36,15	23,33	16,11
100/75-ös ellenléc	27,25	27,12	17,50	12,08
125/75-ös ellenléc	21,80	21,69	14,00	9,66

Maximális feszültség az ellenléc alatt: $\sigma [\text{kN/m}^2] = 90 \text{ cm} \cdot (\max(Q_i; Q_{II}) / b)$

ahol: - 90 cm az ellenlécezés tengelytávolsága

- b az ellenléc szélessége

$\sigma_{Ed} [\text{kN/m}^2] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
75/75-ös ellenléc	26,45	26,93	16,42	11,26
100/75-ös ellenléc	19,83	20,20	12,31	8,44
Nagy súlyú tető:				
75/75-ös ellenléc	32,71	32,54	21,00	14,50
100/75-ös ellenléc	24,53	24,40	15,75	10,87

A tető ellenléc leerősítő csavarjainak ellenőrzése

A figyelembevett faszerkezet építő csavar típusa: **Koelner PRO-FAST**

csavar névleges átmérője:

8 (min. 8-as átmérőjű csavar szükségé)

csavar átmérője:

d [mm] = 5,9 csavar minőség **8.8** (ajánlott 8.8 minőség)

csavar km-i területe:

A [mm²] = 27,339774 $f_{yb} [\text{N/mm}^2] = 640$

a leerősítő csavarok tengelytávolsága:

s [cm] = 100 $f_{ub} [\text{N/mm}^2] = 800$

ellenléc vastagsága:

[cm] = 7,5

hőszigetelés vastagsága:

[cm] = 20

deszkázat vastagsága:

[cm] = 2

rész benyúlása az elembe:

$l_{ef} [\text{mm}] = 80$ fa minősége **C24** (jellemzően C22-C35)

csavartengely és rostirány közötti szög:

$\alpha [^\circ] = 90$ fa sűrűsége $\rho_k [\text{kg/m}^3] = 350$

vizsgált csavarok száma:

$n_{ef} [\text{db}] = 1$

$$k_d = \min(d / 8 ; 1) = 0,7375$$

kihúzóerős teherbírási értéke:

$$F_{ax,\alpha,Rk} [\text{kN}] = (n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot k_d) / (1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = 5,215$$

Maximális húzóerő egy csavarban: $F_{Ed} [kN] = 100 \text{ cm} * Q_{III} * s$

ahol: - 100 cm az ellenlécezés tengelytávolsága

$F_{Ed} [kN] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
	1,23	0,85	0,93	1,04
Nagy súlyú tető:				
	0,85	0,51	0,65	0,84

Maximális nyíróerő a csavarban: $V_{Ed} = 100 \text{ cm} * Q_{I\text{párhuzamos}} * s$

$$V_{Rd} [kN] = (A * f_{yb}) / (3^{0,5}) = 10,102$$

ahol: - 100 cm az ellenlécezés tengelytávolsága

$V_{Ed} [kN] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
	0,56	1,09	1,01	0,58
Nagy súlyú tető:				
	0,70	1,36	1,39	1,05

A megtámasztó bak leerősítő csavarjainak méretezése

A figyelembevett faszerkezet építő csavar típusa: **Koelner PRO-FAST**

csavar névleges átmérője:

$$d_1 [mm] = 10 \quad (\text{min. 8-as átmérőjű csavar szükséges})$$

csavar átmérője:

$$d_2 [mm] = 7,1 \quad \text{csavar minőség } 8.8 \quad (\text{ajánlott 8.8 minőség})$$

csavar km-i területe:

$$A [mm^2] = 39,592014 \quad f_{yb} [N/mm^2] = 640$$

az ellenlécezés tengelytávolsága:

$$s_e [cm] = 100 \quad f_{ub} [N/mm^2] = 800$$

vizsgált csavarok száma:

$$n [db] = 4$$

feltételezett tetőhossz:

$$L [m] = 10 \quad \text{fa minősége } C24 \quad (\text{jellemzően C22-C35})$$

megtámasztó bak magassága:

$$t_1 [mm] = 200 \quad \text{fa sűrűsége } \rho_k [kg/m^3] = 350$$

fa anyagjellemzők parciális tényezője:

$$\gamma_M = 1,3 \quad \text{nyomószil. kar.ért.: } f_{c,0,k} [N/mm^2] = 21$$

módosító tényező teheridőtartam és a nedvességtartalom figyelembevételével

$$k_{mod} = 0,8$$

Maximális nyíróerő a csavarokban: $V_{Ed} = s_e * Q_{I\text{párhuzamos}} * L$

$$V_{Rd} [kN] = \min(F_{v,Rk1} \dots F_{v,kR6}) = 4,520$$

$$n * V_{Rd} [kN] = 18,079$$

$V_{Ed} [kN] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
	5,63	10,88	10,08	5,85
Nagy súlyú tető:				
	7,03	13,58	13,89	10,52

Rostokkal párhuzamos nyomás: $\sigma_{c,0,d} = V_{Ed} / (t_1 * d_2 * n)$

$$f_{c,0,d} [N/mm^2] = k_{mod} * f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,923$$

$\sigma_{c,0,d} [N/mm^2] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
	0,99	1,91	1,77	1,03
Nagy súlyú tető:				
	1,24	2,39	2,45	1,85

Az ellenlécezés leerősítő csavarjainak méretezése a megtámasztó bakhoz

csavar névleges átmérője:

$$d_1 [mm] = 8 \quad (\text{állványcsavar})$$

csavar átmérője:

$$d_2 [mm] = 5,9 \quad \text{csavar minőség } 8.8 \quad (\text{ajánlott 8.8 minőség})$$

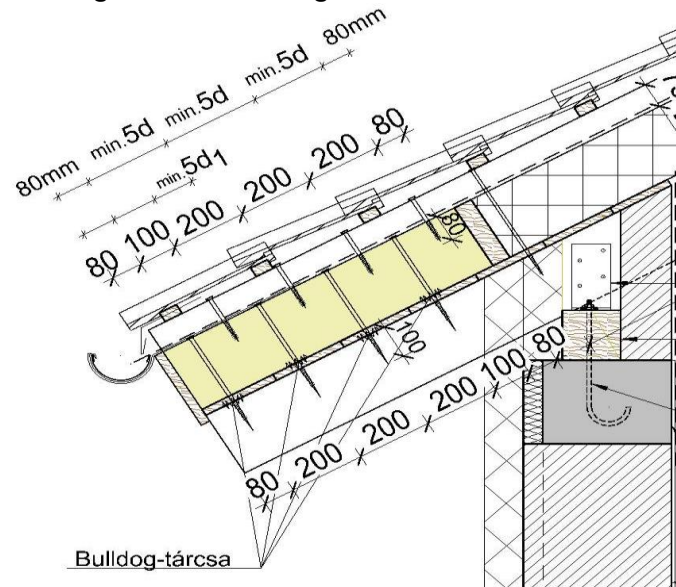
csavar km-i területe:

$$A [mm^2] = 27,339774 \quad f_{yb} [N/mm^2] = 640$$

az ellenlécezés tengelytávolsága:

$$s_e [cm] = 100 \quad f_{ub} [N/mm^2] = 800$$

Megtámasztó bak rögzítése - közeli részlet



A fenti számítások alapján - a hőszigetelő anyag összenyomódását figyelembevéve - a normál tetősúly, a 100 cm-es szarufa kiosztás és a 15° ill. 30°-os tetőhajlás kombinációja esetén csak 100/75-ös ellenléc alkalmazható. Nagy súlyú tetőknél ugyanezen feltételek mellett 125/75-ös ellenlécet kell beépíteni.

A 45° tetőhajlás felett a 75/75-ös ellenléc keresztmetszet is megfelelő max. 100 cm-es tengelytávolság mellett.

90 cm-es szarufa kiosztás esetén 100/75-ös ellenlécet lehet használni normál és nagysúlyú tetőknél, 15° ill. 30°-os tetőhajlás esetén.

A méretezés alapján 8 mm-es névleges átmérőjű, nagyszilárdságú, szerkezetépítő csavar 1,0 m-es tengelytávolsággal valamint méteres ellenlécezés és szarufa távolsággal megfelel a fenti tetőhajlások esetén mind normál, mind nagy súlyú tetőhöz.

A szarufák végére felerősítendő megtámasztó bak lekötő csavarjainak méretezése alapján min. 4 db $\phi 10$ mm-es faszerkezet építő csavar szükséges, a szarufába min. 100 mm mélységig beeresztve. Az ellenléc megtámasztó bakhoz való rögzítéséhez 4db $\phi 8$ mm-es csavarra van szükség max. 10 méter hosszúságú feltételezett tető esetén. A csavarok anyagminősége legalább 8.8-as.

Az ellenléc megtámasztó bak lekötőcsavarok deformációjának csökkentése érdekében fogazot-tárcsa (pl. Bulldog-tárcsa) alkalmazása javasolt.

Amennyiben az alsó megtámasztás nem készül, abban az esetben a tetősíkkal párhuzamos erőkből keletkező hajlításra is méretezni kell az ellenlécet lekötő csavarokat!

GRAFIT® 150

Termékosztály : EPS 150

Műszaki jellemzők

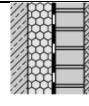
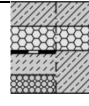
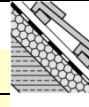

		Mértékegység		Szabvány szerinti osztály vagy fokozat
Nyomófeszültség 10 %-os összenyomódásnál		kPa	≥ 150	CS(10)150
Hajlítószilárdság		kPa	≥ 200	BS200
Hővezetési tényező (közölt érték)		W/(m·K)	0,030	
Hővezetési tényező (tervezési érték)		W/(m·K)	0,030	
Páradiffúziós ellenállási szám		-	30 - 70	-
Páradiffúziós tényező		mg/(Pa·h·m)	0,024 – 0,010	-
Méretállandóság normál klímán		%	± 0,5	DS(N)5
Alakváltozás adott nyomáson és hőmérsékleten		%	≤ 5	DLT(2)5
Tűzvédelmi osztály		-		E
Méretpontosság	vastagság	mm	± 2	T(2)
	hosszúság	% vagy mm	±0,6 % vagy ± 3 mm	L(3)
	szélesség	% vagy mm	±0,6 % vagy ± 3 mm	W(3)
	derékszögűség	mm/1000 mm	± 5	S(5)
	síklapúság	mm	± 5	P(5)

Szabványos termékjelölés:

EPS – EN 13163 – T(2) – L(3) – W(3) – S(5) – P(5) – BS200 – CS(10)150 - DS(N)5 – DLT(2)5**Táblaméret:** 1000 x 500 mm, 1000 x 1000 mm, 1000 x 2000 mm**Vastagság:** 20 mm-től**Élképzés:** egyenes, igény esetén lépcsős, vagy csap-hornyos élképzéssel**Színjelzés:** 1 fekete sáv**AUSTROTHERM Kft.**

Az **AUSTROTHERM** expandált polisztirolhab hőszigetelő anyagok időtálló minőségben teszik lehetővé az épületek hatékony hőszigetelését. Alkalmazásával tartós épületszerkezeteket, komfortos, gazdaságosan működtethető, esztétikus épületeket kapunk, és költséghatékonyan alkalmazhatók az alacsony energiaigényű, a közel nulla energiafelhasználású vagy passzívházaknál is. Az **AUSTROTHERM** anyagok ökológiailag is kedvező megoldást adnak.

Az **AUSTROTHERM GRAFIT® 150** olyan szürke színű expandált polisztirol hőszigetelő lemez, amely különleges alapanyagának köszönhetően lényegesen alacsonyabb hővezetési tényezővel rendelkezik, mint a fehér színű változat. Egyéb műszaki paramétereit és alkalmazási területeit megegyeznek az AUSTROTHERM AT-N150 jelű hőszigetelő lemezzel. Az MSZ 7573 szabvány szerinti alkalmazásokat az alábbi táblázat tartalmazza:

Fal	Külső oldali hőszigetelés	Talajjal érintkező szerkezetekben. Vízszigeteléssel védetten, nagy terhelhetőség.	
Födém, padló	Belső oldali hőszigetelés	Talajon fekvő padlóban, lefele hűlő födémen, beton, vasbeton aljzat alatt. Nagy terhelhetőség.	
Magastető	Külső oldali hőszigetelés	Teherhordó szerkezet felett, a tetőfedéssel védetten	
Lapostető	Külső oldali hőszigetelés	Egyenes rétegrendű, egyhájú, járható melegtetőben, extenzív és intenzív zöldtetőben.	

Szabályozás:

- MSZ EN 13163** Hőszigetelő termékek épületekhez. Gyári készítésű expandált polisztirol (EPS-) termékek. Műszaki előírás
- MSZ 7573** Hőszigetelő termékek épületekhez. Gyári készítésű expandált polisztirol (EPS-) termékek. Alkalmazási előírások
- MSZ EN 13172** Hőszigetelő termékek. A megfelelőség értékelése

AUSTROTHERM Kft.

9028 Győr, Fehérvári u. 75.
Tel.: +36 96 515 114 • Fax: +36 96 515 120

3200 Gyöngyös, Déli külhatár u. 1.
Tel.: +36 37 507 270 • Fax: +36 37 507 289

7100 Szekszárd, Wopfing u. 3.
Tel.: +36 74 555 281 • Fax: +36 74 311 846

1.	A terméktípus egyedi azonosító kódja:	AUSTROTHERM GRAFIT [®] 150, gyári készítésű expandált polisztirolhab (EPS-) termék, normál hőszigetelő anyag. Kereskedelmi megnevezése: Manzárd Grafit EPS-EN 13163-T(2)-L(3)-W(3)-S(5)-P(5)-BS200-CS(10)150-DS(N)5-DLT(2)5	
2.	Felhasználás célja(i):	Épületszerkezetek hőszigetelése, talajjal érintkező épületszerkezetekben, vízszigeteléssel védetten, nagy terhelhetőséggel.	
3.	Gyártó:	AUSTROTHERM Hőszigetelőanyag Gyártó Kft. 9028 Győr, Fehérvári u. 75. 1. Gyár : 9028 Győr, Fehérvári u. 75. 2. Gyár : 3200 Gyöngyös, Déli külhatár út 1. 3. Gyár : 7100 Szekszárd, Wopfing u. 3.	
4.	A meghatalmazott képviselő:	nem értelmezett	
5.	Az AVCP-rendszer(ek):	a 305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet V. melléklet, 3. rendszer	
6a.	Harmonizált szabvány: Bejelentett szerv(ek):	MSZ EN 13163:2012+A2:2016 ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft; azonosító szám: 1415 ÉMI első típusvizsgálati jegyzőkönyv száma: M-3019/2015	
6b.	Az európai értékelési dokumentum:	nem értelmezett	
A nyilatkozatban szereplő teljesítmény(ek):			
Alapvető tulajdonság(ok)		Teljesítmény(ek)	
Tűzvédelmi osztály		E	
Hővezetési tényező		0,030 W/mK	
Hővezetési ellenállás		1,65 m ² K/W (d _N = 50 mm)	
Vastagsági tűrés		T(2)	
Hosszúsági tűrés		L(3)	
Szélességi tűrés		W(3)	
Derékszögűségi tűrés		S(5)	
Síklapúsági tűrés		P(5)	
Hajlítószilárdság		BS200	
Nyomófeszültség (10%-os összenyomódásnál)		CS(10)150	
Méretállandóság normál klímán (23°C /50% relatív páratartalom mellett)		DS(N)5	
Alakváltozás adott nyomáson és hőmérsékleten		DLT(2)5	
Összetétel		A termék veszélyes összetevőt nem tartalmaz.	
7.		MSZ EN 13163:2012+A2:2016	
8.	Megfelelő műszaki dokumentáció és/vagy egyedi műszaki dokumentáció:	nem értelmezett	
9.	Egyéb információ(k):	teljesítménynyilatkozat elérhetősége: www.austrotherm.hu/teljesitmenynyilatkozatok A gyártási dátum a termék csomagolásán vagy kísérőcímkéjén található.	

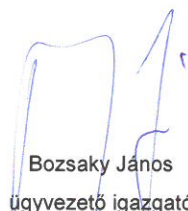
Az 1. pontban meghatározott termék teljesítménye megfelel a bejelentett teljesítmény(ek)nek.

A 305/2011/EU rendeletnek megfelelően e teljesítménynyilatkozat kiadásáért kizárólag a 3. pontban meghatározott gyártó a felelős.

A gyártó nevében és részéről aláíró személy:



AUSTROTHERM KFT
9028 Győr, Fehérvári u. 75.
1.


Bozsaky János
ügyvezető igazgató