

Manzárd Grafit[®]

Szarufák feletti hőszigetelés

Alkalmazástechnika

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 energiavesztés. 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 hőszigetelése a néhány évtizede alkalmazott 4-5 cm vastagságról jelentősen - a külföldi gyakorlatban akár 20-25 cm-re is - növekedett, s a tendencia 30 cm körüli vastagsági értékek felé vezet. A hazai szabályozás jelenleg a fűtött tetőteret határoló szerkezetek rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének maximális értékét $U_{\max}=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékben határozza meg, azonban már a hazai ajánlások is ennél szigorúbb, $U_{\max}=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ értéket javasolnak. A készülő, 2020-tól bevezetendő szabályozás háttéranyagaiban a $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ érték olvasható, míg a passzívházak, alacsony energiájú házak esetén a szakirodalom $U \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ 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 hőhídmentes magastető kialakítás nemcsak a faszervezet okozta hőhidat szünteti meg, hanem a szigetelés és a szarufák közötti pontatlan illeszkedése révén kialakuló hővesztéséget 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 nem okoz asztmatikus panaszokat, nincs benne rákkeltő formaldehid
- ▶ Hosszútávon megőrzi jó hőtechnikai és mechanikai tulajdonságait

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

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 megfelelőségi 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.

A jelenleg hatályban lévő tűzvédelmi szabályozás értelmében, a beépített tetőterekre vonatkozó táblázat szerint magastető hőszigetelése E tűzvédelmi osztályú hőszigetelő anyag - ha az légréssel vagy egyéb, légréssel érintkező éghető anyaggal érintkezik - legfeljebb 2 szint + tetőteres, egy rendeltetési egységet tartalmazó lakóépület esetén alkalmazható.

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 ereszdeszka, 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 határolószerkezetek hőátbocsátási tényezője is korlátos. A magastetők követelményértéke (0,25 W/m²K) ma kielégíthető 12 cm vastag Manzárd Grafit® alkalmazásával is, de a 2020-tól hazánkban is életbe lépő 2010/31/EU direktíva szerint várhatólag a 0,15 W/m²K érték és ezzel a 20 cm-es vastagság lesz az előírás.

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 faszervezetek 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 faszervezetek 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 hőhídjainak 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 rétegrendet 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 mértékét az MSZ-04-140-2:1991 számú szabvány szerint szükséges meghatározni, ökölszabályként az alábbi értékek 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.”*

* Alátéthéjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei, ÉMSZ

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 alátét héjazaton keresztül jut a légrétegbe, és kerül elvezetésre. Ennek feltétele, hogy az alátét héjazat 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 alátét héjazat $s_{de} \leq 0,3$ m határértéknek megfelel, illetve
- ha az s_{di}/s_{de} tényezők arányszáma a hatszorost meghaladja.

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

Az átszellőztetést a tető teljes felületén biztosítani kell, a tetőfelépítmények, áttörések környezetében is. A légrés kialakítása ellenlécek elhelyezésével történik. Az ellenlécet 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 táblázat** 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 ≤ 15 m > 15 m	≥ 2 m ≥ 5 m ≥ 10 m	200 cm ² /fm és/vagy 3 cm ≥ 6 cm ≥ 8 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

** Alátét héjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei, ÉMSZ

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 hővesztéséget 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.

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

Az alátét héjazatot 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.

4. Új épületek tetőszerkezetének hőszigetelése

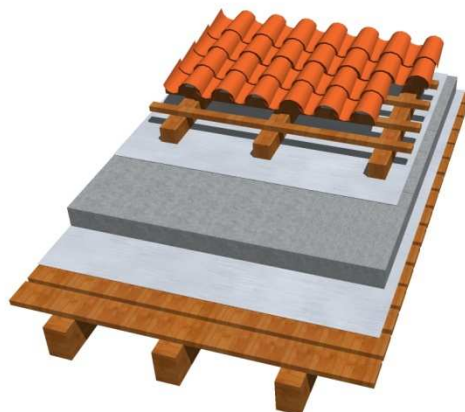
Könnyűszerkezetes térelhatárolás

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. alátét héjazat
5. Austrotherm Manzárd Grafit® hőszigetelés
6. légzáró- páratechnikai réteg
7. teljes felületű deszkázat
8. látszó szaru



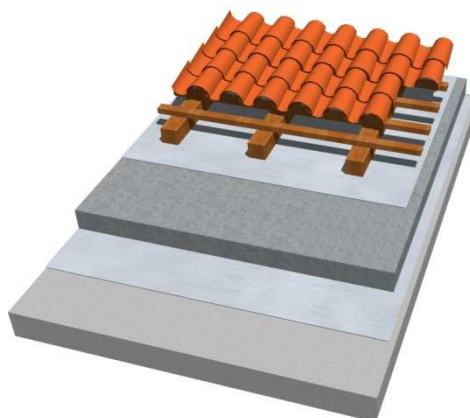
Vasbeton koporsófödém

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. alátéthéjazat
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 alátéthéjazat („tetőfólia”) választja el egymástól. Ebben az esetben az alsó, alátéthéjazat alatti (szaruzat közötti) légrést teljes keresztmetszetében hőszigeteléssel szükséges kitölteni. A szarufák hőhíd-hatásának csökkentése érdekében további hőszigetelés elhelyezése szükséges a szaruzat felett. Külső oldali kiegészítő hőszigetelés csak a tetőfedés és az alátéthéjazat 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.

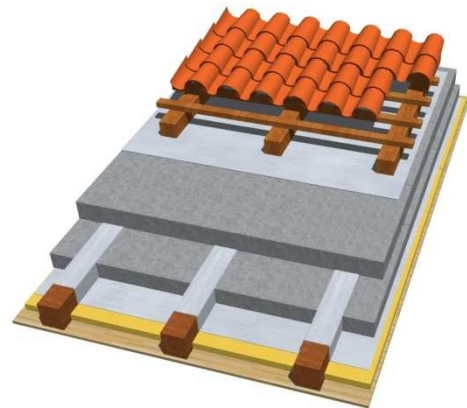
Amennyiben a felületi egyenetlenségek kiegyenlítése is szükséges, a légzáró-, páratechnikai réteg felett, a szaruzat magasságáig elhelyezett kiegészítő hőszigetelés puhább anyagú is lehet (például a rugalmasan beszoruló Klemmfix[®] grafitadalékos EPS termék).

A tető síktartása érdekében a meglévő szaruzat felső síkját be kell mérni, és szükség esetén kiegyenlíteni. A tetőlécék 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 pl. Klemmfix[®]
7. légzáró- páratechnikai réteg
8. meglévő szaruzat (közte meglévő hőszigetelés)
9. meglévő belső oldali felületképzés

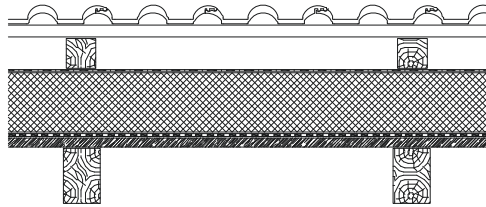


6. Kivitelezés

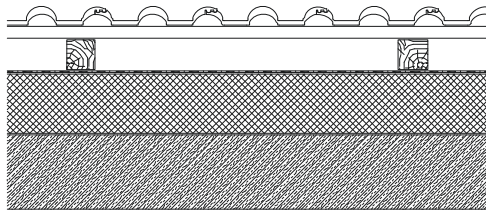
A kivitelezés előtt a táblák megtámasztásáról gondoskodni kell, Kis tetőtűllógás esetén ezt az ereszdeszka biztosíthatja, de egy megfelelően rögzített élpalló minden esetben kellő biztosítékot ad a hőszigetelés lecsúszása ellen. A táblákat lentől felfele haladva, soronként kell fektetni, a táblák csapos éle nézzen felfelé. A második sort kötésben, fél tábla eltolással kell fektetni a pontos illeszkedés érdekében. Az elemek famegmunkáló szerszámokkal vágathók, de nagyobb vastagság esetén célszerű polisztirolvágót alkalmazni. 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.

7. Részletrajzok

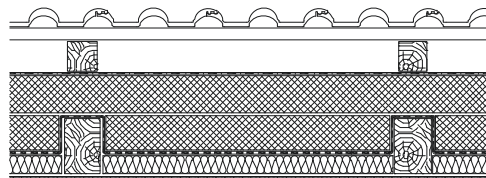
a. Ácsszerkezetű magastető rétegrend



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

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

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

Szarufa és ellenléc tengelytávolság: 90 cm

Legfeljebb 20 m magas városias beépítésű épületnél a szélteher átlagos értéke 0,572 kN/m²

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	0,000	0,000
	0,114	0,400	0,400	0,400

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 merőleges [kN/m ²]	2,204	2,244	1,368	0,698
Q_I párhuzamos [kN/m ²]	0,563	1,088	1,008	0,585
Nagy súlyú tető:				
Q_I merőleges [kN/m ²]	2,725	2,712	1,750	0,968
Q_I 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} 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	0,354	0,250
Nagy súlyú tető:				
Q_{III} merőleges [kN/m ²]	-0,847	-0,508	0,636	0,450

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: $\sigma_{Ed} [\text{kN/m}^2] = 90 \text{ cm} \cdot (\max(Q_i; Q_{II}) / b)$

ahol: - 90 cm az ellenlécezés tengely távolsága
- b az ellenléc szélessége

nem felel meg
megfelel

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

Maximális feszültség az ellenléc alatt: $\sigma [\text{kN/m}^2] = 80 \text{ cm} \cdot (\max(Q_i; Q_{II}) / b)$

ahol: - 80 cm az ellenlécezés tengely távolsága
- b az ellenléc szélessége

$\sigma_{Ed} [\text{kN/m}^2] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
75/50-es ellenléc	23,51	23,94	14,59	10,01
100/50-as ellenléc	17,63	17,95	10,94	7,50
Nagy súlyú tető:				
75/50-es ellenléc	29,07	28,92	18,66	12,89
100/50-as ellenléc	21,80	21,69	14,00	9,66

A tető ellenléc leerősítő csavarjainak ellenőrzése

csavar átmérője:

$$d [\text{mm}] = 12$$

csavar minőség

8.8

csavar km-i területe:

$$A [\text{mm}^2] = 113,1$$

$$f_{yb} [\text{N/mm}^2] = 640$$

lecsavarozás vastagsága/nyomatéki kar:

$$k [\text{mm}] = 270$$

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

csavar rug. keresztmetszeti modulusa:

$$W [\text{mm}^3] = 169,65$$

a leerősítő csavarok tengely távolsága:

$$s [\text{cm}] = 30$$

ellenléc vastagsága:

$$[\text{cm}] = 5$$

hőszigetelés vastagsága:

$$[\text{cm}] = 20$$

deszkázat vastagsága:

$$[\text{cm}] = 2$$

Maximális nyomaték a csavarban: $M_{Ed} [Nm] = (90 \text{ cm} * Q_{\text{Iparhuzamos}} * s) * k$

$$M_{Rd} [Nm] = W * f_{yb} = 108,57$$

ahol: - 90 cm az ellenlécezés tengely távolsága

$M_{Ed} [Nm] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
	41,04	79,28	73,46	42,61
Nagy súlyú tető:				
	51,23	98,96	101,29	76,71

a menetes rész benyúlása az elembe:

$$l_{ef} [mm] = 120$$

fa minősége

C22

csavartengely és rostírány közötti szög:

$$\alpha [^\circ] = 90$$

fa sűrűsége

$$\rho_k [kg/m^3] = 340$$

vizsgált csavarok száma:

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

kihúzóási szilárdság értéke:

$$f_{ax,k} [N/mm^2] = 0,52 * d^{-0,5} * l_{ef}^{-0,1} * \rho_k^{0,8} = 9,86$$

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

kihúzóási teherbírás értéke:

$$F_{ax,\alpha,Rk} [kN] = (n_{ef} * f_{ax,k} * d * l_{ef} * k_d) / (1,2 * \cos^2\alpha + \sin^2\alpha) = 14,19$$

Maximális húzóerő egy csavarban: $F_{Ed} [kN] = 90 \text{ cm} * Q_{III} * s$

ahol: - 90 cm az ellenlécezés tengely távolsága

$F_{Ed} [kN] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
	0,33	0,23	0,10	0,07
Nagy súlyú tető:				
	0,23	0,14	0,17	0,12

Maximális nyíróerő a csavarban: $V_{Ed} = 90 \text{ cm} * Q_{\text{Iparhuzamos}} * s$

$$V_{Rd} [kN] = (A * f_{yb}) / (3^{0,5}) = 41,79$$

ahol: - 90 cm az ellenlécezés tengely távolsága

$V_{Ed} [kN] =$	Tetőhajlás			
Normál tető:	15°	30°	45°	60°
	0,15	0,29	0,27	0,16
Nagy súlyú tető:				
	0,19	0,37	0,38	0,28

AUSTROTHERM MANZÁRD GRAFIT®

Termékosztály : EPS 200

Műszaki jellemzők

		Mértékegység		Szabvány szerinti osztály vagy fokozat
Nyomófeszültség	10 %-os	kPa	≥ 150	CS(10)150
összenyomódásnál				
Hajlítószilárdság		kPa	≥ 200	BS 200
Hővezetési tényező (közölt érték)		W/(m·K)	0,030	
Hővezetési tényező (tervezési érték)		W/(m·K)	0,030	
Páradiffúziós ellenállási szám		-	40 - 100	-
Páradiffúziós tényező		mg/(Pa·h·m)	0,018 – 0,007	-
Méretállandóság normál klímán		%	± 0,5	DS(N)5
Alakváltozás adott nyomáson és hőmérsékleten		%	≤ 5	DLT(2) 5
Tűzvédelmi osztály		-		E
Méretpontosság	vastagság	mm	± 2	T1
	hosszúság	% vagy mm	±0,6 % vagy ± 3 mm	L1
	szélesség	% vagy mm	±0,6 % vagy ± 3 mm	W1
	derékszögűség	mm/1000 mm	± 5	S1
	síklapúság	mm	± 5	P4

Szabványos termékjelölés:

EPS – EN 13163 – T1 – L1 – W1 – S1 – P4 – BS 200 – CS(10)150 - DS(N)5 – DLT(2)5
Táblaméret: 1000 x 2000 mm,

Vastagság: 120 – 200 mm

Élképzés: lépcsős élképzéssel

AUSTROTHERM Kft.

 9028 Győr, Fehérvári u. 75
 Tel.: (96) 515-116 • Fax: (96) 412-086

 3200 Gyöngyös, Déli külhatár u. 1
 Tel.: (37) 507-270 • Fax: (37) 507-289

 7100 Szekszárd, Bogyiszlói u. 8.
 Tel.: (74) 555-281 • Fax: (74) 311-846

Alkalmazástechnika: Kovács Zoltán: +36 30 226-2992 • Major Zoltán: +36 30 698-0577

Területi képviselők:

Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, Vas és Veszprém megye

Tolna, Baranya, Somogy, Zala megye

Fejér és Pest megye nyugati része, Csepel-sziget, Budapest

Nógrád, Heves, Pest megye északi része, Budapest

Bács-Kiskun, Csongrád és Pest megye déli része, Budapest

Borsod-Abaúj-Zemplén, Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Békés, Jász-Nagykun-Szolnok megye

Bejczy Endre: +36 30 226-2990

Hüfner Kornél: +36 30 740-7168

Béres Gergely: +36 30 754-2293


Dabi András: +36 30 740-7167

Deák Tamás: +36 30 300-1191

Szöllösi Zoltán: +36 30 226-2994

Az **AUSTROTHERM** expandált polisztirolhab hőszigetelő anyagok az épületek minden szerkezetén hatékony hőszigetelést tesznek lehetővé. A hőszigeteléssel tartós épületszerkezeteket, komfortos, gazdaságosan működtethető épületeket kapunk.

A EPS 150 anyagminőségű, fokozott hőszigetelő képességű grafitadalékos **AUSTROTHERM MANZÁRD GRAFIT®** a tetőfedés önsúlyát és a meteorológiai terheket (szél- és hóteher) hosszú távon, megbízhatóan viseli úgy, hogy sem a szilárdsági jellemzője, sem - a másodlagos vízvezető héjazatnak (alátétfóliának) köszönhetően - a hőszigetelő képessége nem változik az idők folyamán. Az anyag kellően szilárd ahhoz, hogy a megfelelő, 75/50 mm méretű ellenlécet rajta keresztül, korrózió álló rögzítőelem használatával a szarufákhoz lehessen erősíteni. A vasbeton szerkezetű magastető („koporsófödém”) esetében további előnyöket biztosít a ferde födémlemez külső oldalán elhelyezett **AUSTROTHERM MANZÁRD GRAFIT®**. Ilyenkor a külső oldali hőszigetelés fokozza a nagy hőtároló képességű vasbetonfödém kiváló hőcsillapítását, ami különösen a nyári, kánikulai időszakokban biztosít kellemes közérzetet a tetőtérben. Az MSZ 7573 szabványban megadott alkalmazásokat az alábbi táblázat tartalmazza:

Magastető	Külső oldali hőszigetelés	Teherhordó szerkezet felett, a tetőfedéssel védetten	
-----------	---------------------------	--	---

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

9028 Győr, Fehérvári u. 75
Tel.: (96) 515-116 • Fax: (96) 412-086

AUSTROTHERM Kft.
3200 Gyöngyös, Déli külhatár u. 1
Tel.: (37) 507-270 • Fax: (37) 507-289

7100 Szekszárd, Bogyiszlói u. 8.
Tel.: (74) 555-281 • Fax: (74) 311-846

Alkalmazástechnika: Kovács Zoltán: +36 30 226-2992 • Major Zoltán: +36 30 698-0577

Területi képviselők:

Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, Vas és Veszprém megye
Tolna, Baranya, Somogy, Zala megye
Fejér és Pest megye nyugati része, Csepel-sziget, Budapest
Nógrád, Heves, Pest megye északi része, Budapest
Bács-Kiskun, Csongrád és Pest megye déli része, Budapest
Borsod-Abaúj-Zemplén, Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Békés, Jász-Nagykun-Szolnok megye

Bejczy Endre: +36 30 226-2990
Hüfner Kornél: +36 30 740-7168
Béres Gergely: +36 30 754-2293
Dabi András: +36 30 740-7167
Deák Tamás: +36 30 300-1191
Szöllösi Zoltán: +36 30 226-2994

Első típusvizsgálat száma:

ÉMI M-3194-3196/2010

EK-MEGFELELŐSÉGI NYILATKOZAT

Azonosító:

EK-MNY: 19/2011

Gyártó:	AUSTROTHERM Kft.
Székhely:	9028 Győr, Fehérvári u. 75.
Gyártóművek:	I. Gyár: 9028 Győr, Fehérvári u. 75. Tel.: (96) 515 114, Fax: (96) 515 120, e-mail: austrotherm@austrotherm.hu II. Gyár: 3200 Gyöngyös, Déli külhatár u. 1. Tel.: (37) 507 270, Fax.: (37) 314 921, e-mail: gyongyos@austrotherm.hu
Gyártás helye és időpontja:	A termék csomagolásán van feltüntetve.
Termék megnevezése:	Gyári készítésű expandált polisztirol (EPS-) termék: AUSTROTHERM GRAFIT [®] 150, expandált polisztirolhab normál hőszigetelő anyag. Kereskedelmi megnevezése: MANZÁRD GRAFIT [®]
Termék jelölési kódja:	EPS-EN 13163 - T1 - L1 - W1 - S1 - P4 - BS200 - CS(10)150 - DS(N)5 - DLT(2)5
A termék rendeltetése (tervezett felhasználási területe):	Épületek hőszigetelése a termék beépíthetőségét, felhasználhatóságát és alkalmazhatóságát szabályozó, illetve korlátozó műszaki előírások (jogszabályok, szabványok) betartása mellett.
Alkalmazás:	Az MSZ 7573 sz. szabvány szerint.
Műszaki specifikáció, amelynek a termék vizsgálatával igazoltan megfelel:	EN 13163:2001 / EN 13163:2001/AC:2005
Közölt hővezetési tényező (λ_D):	0,030 W/mK
Tűzvédelmi osztály:	E
Bejelentett szervezet megnevezése, azonosító száma, címe:	Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Kht., Notified Body Number 1415, 1113 Budapest, Diószegi u. 37.
A megfelelőségi nyilatkozat érvényességi ideje:	A termék előírás szerinti kezelése, tárolása és beépítés esetén a termék élettartamáig.
Kiegészítő információ:	A CE megjelölés és címkézés a termék csomagolásán van feltüntetve. A termék anyagtulajdonságaival-, alkalmazásával-, szállításával-, tárolásával kapcsolatos részletes információk www.austrotherm.hu honlapon, illetve a gyártó prospektusaiban található meg.

AUSTROTHERM Kft.
9028 Győr Fehérvári u.75.



Bozsaky János
műszaki ügyvezető igazgató

Győr, 2011. szeptember 7.