

Beépítetlen padlásterek energetikai vizsgálatának kérdései

Issues of energy testing of unfinished attics

SZECSKÓ Heléna¹, SZATHMÁRY Csilla²

¹okleveles építészmérnök, műemlék épületdiagnosztikai szakértő, épületszerkezeti szakértő
Széchenyi István Egyetem Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, 9026 Győr, Egyetem tér1,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem külsős óraadó, Budapest, Műegyetem rkp. 3.

²okleveles építészmérnök, épületszigetelő szakmérnök, épületszerkezeti szakértő,
Auricon Mérnöki Kft.1117. Budapest, Baranyai u 31/c

Abstract

A significant improvement can be achieved by upgrading and utilizing existing attic spaces, which improvement can also be verified by energy evaluation. In this paper we provide a brief introduction to the legal framework for energy evaluation of empty attic spaces. Not only energy policy and standards, but also various underlay options are discussed.

Keywords: building reconstruction, energy evaluation, attic conversion, construction elements, thermal resistance and thermal transmittance, energy evaluation methods, underlays

Kivonat

A meglévő beépítetlen padlásterek hasznosításával és energetikai korszerűsítésével jelentős javulást érhetünk el, a javulás energetikai ellenőrzésekkel számszerűen is igazolható. Jelen iratban az üres padlásterekre vonatkozó számítások jogszabályi keretrendszerének megismertetésére teszünk kísérletet. Az energetikai szabályozás és szabványok mellett az alátét héjazatok témakörét is érintjük.

Kulcsszavak: épületrekonstrukció, energetika, tetőtér átalakítás, épületelemek, hővezetési ellenállás és hőátbocsátás, számítási módszerek, alátét héjazat

1. BEVEZETÉS

Napjainkban az egyik legjelentősebb energia-fogyasztó a meglévő, jellemzően elavult épületállomány, ezért a mérsékelt energia- és nyersanyag-felhasználás érdekében az építész szakma tudatos beavatkozására van szükség. A globális felmelegedés kihívásai, a klímaválság kérdése, a dráguló nyersanyagárak mind az épületek gazdaságosabb működését teszik szükségessé, úgy az építés, mint az üzemeltetés időszakában. A környezettudatos szemlélet már építéskor, az anyagválasztás során is kívánatos, a termék gyártásának környezeti terhelése, a beépítés után megfigyelhető károsanyag kibocsátás is fontos szempont. A felújítási módszertanok kidolgozásához szükség van az ingatlan energetikai paramétereinek ismeretére, az épületek jellemzői kiindulási adatként használhatóak a felújítási koncepciók kidolgozásánál.

A magastetős épületek sok esetben üres padlástérrel készültek, a beépítetlen tetőtér hasznosítása új lakóterek kialakítása mellett épületenergetikai szempontból is kedvező változásokat hozhat az épületben. A szerkezetek felújításával a határoló héj energetikai tulajdonságainak javítása mellett a teljes épületben is kedvező változásokat érhetünk el. Számítások igazolják, hogy a homlokzati és padlástér hőszigeteléssel több, mint 50% fűtési energiamegtakarítás érhető el. [9]

Kísérletekkel alátámasztott mérésekkel igazolták, hogy a padlástérben elhelyezett szálás hőszigetelés deklarált hővezetési tényezőjének adataihoz képest romlik a teljesítőképesség, a szálás hőszigetelésen elhelyezett légzáró-pára áteresztő fólia, és cserépléc alatt elhelyezett alátétfólia elhelyezésének és tulajdonságainak függvényében. [11] Amennyiben nem készül fólia, a bejutó nedvességterhelés miatt, nagyobb a padlástér páratelhelése, ez a padláson elhelyezett hőszigetelés teljesítményének romlását okozza.

Jelen leírás a padlásterek épületenergetikai viselkedését és jogszabályi keretrendszerét vizsgálja.

2. SZABÁLYOZÁSI KÖRNYEZET

Az energetikai vizsgálatok alapját jogszabályi környezet biztosítja: 2010/31/ EU európai uniós rendelettel összhangban az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról (továbbiakban: tanúsítási rendelet), 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról rendelet, továbbiakban: energetikai rendelet.

A tanúsítási rendelet az épületenergetikai tanúsítás kereteit szabályozza, azaz a meglévő ingatlanállományunk energetikai teljesítőképesség szerinti besorolását. A meghatározott osztályokba történő besorolás az épület energiahatékonyasága alapján történik, mely több összetevőből áll – ezek egyik nagy csoportja építészeti vonatkozású, mert az épületszerkezetek hőtechnikai jellemzőivel írható le, míg a másik aspektus az épületgépészeti elemek teljesítményét veszi figyelembe. Nagyon leegyszerűsítve a két tényező egymást „kiszegíti”, megfelelően méretezett épületszerkezetek esetén ugyanis a belső hőkomfort elérése alacsony gépészeti energiárfordítással is elérhető és fordítva, rossz építészeti kialakítás mellett az elvárt belső téri légállapotok csak jelentős fűtési és/vagy hűtési energiák befektetésével érhetők el.

Az energetikai rendelet leírja a követelményrendszert, rögzíti a számítás menetét, és lehetőséget teremt az egyszerűsített és részletes számítási módszer elvégzésére is, azzal a kitéttel, hogy a két módszer az egyes komponensek vonatkozásában felváltva, vegyesen is alkalmazható. Az egyszerűsített számítási eljárás a méretezés menetét hivatott – a nevéhez híven – egyszerűsíteni, így legjellemzőbben táblázatos értékekkel, esetleg kevésbé összetett függvényekkel számol az ingatlanok hőtechnikai teljesítményének meghatározása tekintetében. A részletes számítás módszertanát ezzel szemben pontosan nem írja le, az esetek legnagyobb részében valamely szabvány előírásainak alkalmazását írja elő. Az energetikai rendelet szabványok használatára a részletes eljárás egyes elemeinek számítása mellett, az egyszerűsített módszernél is utasítást ad, [2] a számítási módszer között átjárhatóság van, a vizsgálat során több ponton dönthetünk a módszertanok között. Az alábbiakban felsorolás jelleggel összegezzük, mely pontokban van a számítás során döntési lehetőségünk: a rétegtervben szereplő inhomogenitásból származó hőhidak, fűtetlen terek hatása a szerkezetre, talajjal érintkező szerkezetek veszteség áramainak vizsgálata, csatlakozási hőhidveszteségek, benapozás ellenőrzése, fajlagos hőtároló tömeg számítása, direkt sugárzási nyereség fűtési idényre vonatkoztatva (Q_{sd}), direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet számításához (Q_{sd}), nyári sugárzási hőterhelés (Q_{sd} nyár), indirekt sugárzási nyereség (Q_{sid}), egyensúlyi hőmérséklet különbség számítása hőfokhid és idényhossz figyelembe vétele, a fűtési és melegvíz ellátó rendszer teljesítmény tényezőjének figyelembe vétele, a gépészeti rendszerekben létrejövő veszteségek és a segédenergia igények figyelembe vétele esetében. [3]

Az „AA” vagy attól magasabb szintű energetikai besorolás, csak abban az esetben adható, ha részletes módszerrel vagy dinamikus szimulációval készült a számítás. A dinamikus szimulációs esetén is a TNM-rendeletben definiált méretezési alapadatokkal egyenértékű adatokkal kell végezni a számításokat. Az Auricon Energetik energetikai tanúsító program a beépített modulokon keresztül egyszerű és részletes módszerrel történő ellenőrzésre is lehetőséget biztosít, lekövetve a jogszabályokban és szabványokban előírt kötelezettségeket.

Az energetikai rendelet a hőtechnikai méretezés követelményrendszerében három eltérő szintet fogalmaz meg, melyeknek a jogszabály hatálya alá eső ingatlant egyenként meg kell feleltetni. Ezen követelményszintek egyébként összefüggnek egymással, a legelső szinten meghatározott eredmények szükségesek a középső szint eredményeinek megállapításához.

Határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények

Hővesztés tényező követelményértékei

Összesített energetikai jellemző követelmény értékek

A hasonló épületekre vonatkozó, áttekintett tanulmányok alapján levonható az a következtetés, hogy a fűtési energia meghatározó, az adatok nem hagyhatóak figyelmen kívül az épületek vizsgálatkor.

3. PADLÁSTEREK HŐVEZETÉSI ELLENÁLLÁSÁNAK FIGYELEMBEVÉTEL

Az épülethez kapcsolódó fűtetlen terek figyelembevétele az energetikai számításokban több módszerrel is lehetséges. A módszereket a TNM rendelet és az MSZ EN ISO 13789, MSZ EN ISO 6946:2017 szabvány taglalja. [4]

- A 7/2006 TNM rendelet a 2. melléklet II/4. pontjában a fűtetlen térrel határos szerkezetek esetén alkalmazandó hőmérsékletkorrekciós tényező (μ) számítási módját ismerteti. Pince és padlás esetén megadja a tényező értékét (0,5 illetve 0,9), melyet egyszerűsített számítás esetén alkalmazhatunk. Részletes módszerként a szabványokra hivatkozik. „Ha az épület egyes határoló felületei vagy szerkezetei nem a külső környezettel, hanem attól eltérő t_x hőmérsékletű fűtetlen vagy fűtött terekkel érintkeznek (raktár, pince, szomszédos épület), akkor ezen felületek U hőátbocsátási tényezőit a következő: $(t_i - t_x)/(t_i - t_e)$, arányban kell módosítani, ahol t_x és t_e a fűtési idényre vonatkozó átlagértékek.” [1]
- Az MSZ EN ISO 13789 szabvány 7.5 pontja foglalkozik a fűtetlen téren keresztüli hőárammal, melynek során szintén hőmérséklet korrekciós tényezővel számol (b_{kor}), ez azonban nem egyezik meg fentivel, annál sokkal több tényezőt vesz figyelembe.
- Az MSZ EN ISO 6946:2017 szabvány 6.10. pontja egyrészt részletes módszerként hivatkozza az előző pontot, másrészt egyszerűsített módszerként a fűtetlen tér hővezetési ellenállásként való figyelembevételének módját adja meg, bizonyos feltételek mellett.

Az MSZ EN ISO 6946:2017 szabvány szerinti egyszerűsített módszeréről az alábbi megállapításokat tehetjük. A fűtetlen tereken keresztüli hőáram egyszerűsített számításának alapja, hogy a fűtetlen teret is hőtechnikailag homogén rétegnek tekinti, melynek hővezetési ellenállása a szabvány 6.10.3 pontjában megadott képlettel számítható. A szabvány a hőtechnikailag homogén ill. bizonyos keretek közt inhomogén rétegekből álló szerkezetek hővezetési ellenállásának és hővezetési tényezőjének számításáról szól. A számítási módszer az anyagok és termékek megfelelő tervezési hővezetési tényezőjén vagy tervezési hővezetési ellenállásán alapszik. A szabvány definiálja, mit tekinthetünk a hőtechnikailag homogén rétegnek: az olyan állandó vastagságú réteget, melynek hőtechnikai jellemzői egyenletesnek tekinthetők.

Általános esetben a szabványban ismertett számítási módszer alapján kiszámíthatjuk az egyes szerkezetek minden hőtechnikailag homogén és inhomogén részének hővezetési ellenállását, majd az egyes részek hővezetési ellenállását összegezve megkapjuk a teljes szerkezet eredő hővezetési ellenállását. Ebből számítható a hőátbocsátási tényező, melyet bizonyos esetekben a szabványban megadott korrekciós tényezőkkel kell módosítani.

A szabvány 6.10.1 pontja előírja, hogy amennyiben az épület fűtött teréből a kültérbe irányuló hőáram egy fűtetlen téren keresztül történik, az így kialakuló hőátvitelt - és az ehhez szükséges hőmérséklet korrekciós tényezőt - az MSZ EN ISO 13789 szerint kell számítani. Amennyiben a fűtetlen tér külső térelhatároló szerkezete nem hőszigetelt - alternatívaként egy egyszerűsített módszert is megad, miszerint ebben az esetben a fűtetlen tér hővezetési ellenállásként kezelhető.

A szabvány a padlásteret külön is tárgyalja, és az egyéb fűtött terektől eltérően további egyszerűsítéssel él: a külső térelhatárolás kialakításának függvényében táblázatból olvashatjuk ki az ellenállás értékeket (6.10.2. pont):

Padlásteret hővezetési ellenállása [6]

1. táblázat

A tető jellemzői		R_{e_i} [m ² K/W]
1.	Pikkelyes tető, alátét fólia, deszkázat, vagy hasonló nélkül	0,06
2.	Lemezfedésű vagy pikkelyes tető, alátét fóliával vagy deszkázattal, vagy a fedés alatt hasonló réteggel	0,2
3.	Mint fenti második, de alumíniumfedéssel, vagy a tető alsó oldalán más, kis emissziós tényezőjű felülettel	0,3
4.	Tető deszkázattal vagy alátét fóliával	0,3
MEGJEGYZÉS: Az ebben a táblázatban megadott értékek a szellőztetett tér hővezetési ellenállását és a (magas)tető hővezetési ellenállását tartalmazzák. Nem tartalmazzák az R_{se} külső hőátadási ellenállást.		

A táblázat értelmezése nem feltétlenül egyszerű, az egyes esetek besorolását segítheti a következő kiegészítés.

Padlásterek hővezetési ellenállása értelmezés

2. táblázat

Fedés		Alátét héjazat és/vagy teljes felületű deszkázat	R_u [m ² K/W]	Például
1.	Kiselemes fedés	nincs	0,06	<i>pl. cserépfedés alátét fedés és deszkázat nélkül</i>
2.	Kiselemes vagy fémlemez fedés	alátét fedés VAGY teljes felületű deszkázat VAGY előfedő lemez a fedés alatt	0,2	<i>pl. teljes felületű deszkázatra készített zsindefedés; vagy lécezésen kialakított cserépfedés és alatta belógatott, szabad átlapolású páraáteresztő alátét fedés*</i>
3.	Kiselemes fedés	pl. reflektív (hővisszaverő, hőtükrös, stb.) alátét fedés	0,3	<i>pl. cserépfedés és reflektív (hővisszaverő, hőtükrös, stb.) alátét fedés</i>
	Fémlemez fedés	fentiek (2.-3.) közül bármelyik		<i>pl. sávós vagy nagytáblás fémlemez fedések</i>
4.	Tető deszkázattal ÉS alátét fóliával	alátét fedés ÉS teljes felületű deszkázat (a tető fedés vagy az alátét fedés alatt)	0,3	<i>pl. bármely fedés, mely alatt alátét fedés ÉS teljes felületű deszkázat is készül, a tető fedés vagy az alátét fedés alatt</i>

*Alátét fedések típusait ld. ÉMSZ Alátét héjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei

Megjegyzések a szabványból: A táblázat értékei a fűtött épületek feletti természetes szellőzésű padlásterek esetén alkalmazhatóak, gépi szellőzés esetén az ISO 13789 szabvány szerinti számítást kell alkalmazni. A számítás a padlástérben kialakuló páratechnikai feltételek számítására nem alkalmas, és a páratechnikai viselkedést nem modellezi.

4. ALÁTÉTHÉJAZATOK, ELŐFEDŐ LEMEZEK, ÁTSZELLŐZTETÉS KÉRDÉSKÖRE

A kivitelezési gyakorlat alátét fólia alatt még manapság is gyakran a mezőgazdasági fóliát érti, így érdemes kicsit mélyebbre ásni a dologban. Az Épületszigetelők, Tetőfedők és Bádogosok Magyarországi Szövetsége által kiadott Alátét héjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei ad iránymutatást arra vonatkozóan, hogy milyen kialakítási lehetőségei vannak az alátét héjazatoknak, és azokat mely esetekben szükséges ill. javasolt alkalmazni. [7]

Bár a MSZ EN ISO 6946:2017 szabvány utolsó változata későbbi, terminológiájában nem vette át az irányelvekben szereplő megnevezéseket, illetve nem részletezi, hogy mely esetben milyen "alátét fóliára" utal. Az irányelv szerint alapvetően 3 alátét fólia típust különböztethetünk meg, a szabadon fekvő alátét fedést, mely alatt nincs külön aljzat, belógatott, ragasztott toldások nélküli kialakítású; az aljzaton fekvő alátét fedést, mely teljes felületű aljzatra készül, és lehet szabad átlapolású, avagy szélzáró - vagyis ragasztott toldásokkal kialakított; az alátét szigetelést, mely lehet vízzáró vagy vízhatlan kialakítású, szintén teljes felületű aljzaton készül, erre a célra minősített anyagból. [10]

Fentiek alapján a szabad átlapolású alátét fedések jöhetnek számításba a szabvány 2. pontjánál, ennek hőtükrös változata a 3. pontnál, de amint komolyabb alátét fedés készül, a 4. pont szerinti hővezetési ellenállást vehetjük figyelembe a számításnál, hiszen ez esetben mindenképp deszkázat is készül, a fedés anyagától és rögzítésétől függetlenül. Mindazonáltal ritka az a beépítetlen padlástér, ahol ilyen alátét fedés kerülne betervezésre, többnyire inkább beépített tetőtérnek esetén jellemző. Kérdés továbbá, hogy pontosan mely kategóriába sorolandó pl. a palafedés, mely alatt előfedő lemezt alkalmazunk. Utóbbi kialakításának kritériuma, hogy teljes felületű deszkázat készüljön alatta, így a 2. pontban megadott "deszkázat VAGY előfedő lemez" kategóriánál magasabb minőség jön létre. A fedés és alátét héjazat tekintetében a szabvány által megadott táblázat összességében annál jobb hővezetési ellenállást ad meg a padlástérre vonatkozóan, minél jobb a tető légzárása. Azonban figyelembe kell venni, hogy bezárt légréteg kialakítása az épületben páratechnikai szempontból nem feltétlenül szerencsés,

mindenképpen páratechnikai ellenőrzés javasolt. Megoldást jelenthet a légréteg kiszellőztetése is, mely alátétfedés alkalmazása esetén kettős kiszellőztetéssel, vagy a padlástér külön szellőztetésével oldható meg. [5]

5. ÖSSZEGZÉS

Felmerül a kérdés, hogy mivel tud többet a részletes számítás? A fűtetlen tereken keresztüli hőáram részletes számítása esetén elengedhetetlenül fontos a fűtetlen tér hőmérsékletének pontos ismerete fűtési szezonban, hiszen hőmérsékletkorrekciós tényezőt számítunk ennek segítségével. Azokban az esetekben, amikor a szerkezet páratechnikai viselkedését is szeretnénk elemezni - pl. állagvédelmi intézkedések - az egyszerűsített módszer nem ad támpontot, helyette javasolt az MSZ EN ISO 13789 szerinti részletes számítás alkalmazása. Fent ismertetett egyszerűsített számítási módszer kevésbé pontos, azonban fontos, és nem utolsó sorban hivatalos alternatívát jelent, amennyiben például nem ismerjük a padlástér hőmérsékletét.

Kérdésként fogalmazható meg a korrekciók alkalmazhatóságának helye is. A rendelet szerinti U követelményérték a rétegrend ill. szerkezet általános keresztmetszetében számított hőátbocsátási tényezőre vonatkozik, vagyis ez a szerkezetet határoló közegek között értendő, így nem befolyásolhatja ezen közegek állapota. Figyelembe kell vennünk benne a szerkezeten belüli korrekciókat - pl. dűbelek, rögzítőszervezetek, inhomogenitás, változó vastagságú hőszigetelések stb. -, de nem a külső, vele érintkező légterek állapotát.

Hasonló szempontok szerint történik a nyílászárók esetében az árnyékolók figyelembevétele, melyek nem módosíthatják magának a nyílászáró szerkezetnek az U értékét, azonban figyelembe vesszük a hatásukat - a nyitott és zárt állapotok közti átlagértékkel - a transzmissziós hőveszteségek számítása során. [5]

A fent felsorolt, fűtetlen terekkel határolt szerkezetek esetén sem módosítjuk tehát magát a szerkezetre számított, rétegtervi U értéket, helyette a hőmérséklet korrekciós tényezőket - mind a TNM rendelet, mind az MSZ EN ISO 13789 szerinti számítás esetében - a transzmissziós hőveszteségeknél vesszük figyelembe. És bár az MSZ EN ISO 6946 szerinti számítás első pillantásra a rétegrend ill. szerkezet részeként kezeli a fűtetlen légteret - hiszen annak ellenállását számítja, ezt is fentiekkel egyenrangúan kezeljük, vagyis nem a rétegtervi U értéket módosíthatjuk vele, hanem a transzmissziós hőátviteli tényezőnél kerül figyelembevétele.

A számítás alapjait képező jogszabály rendkívül széleskörű, rétegzett ismereteket igényel, a téma komplexitása magas szintű elemző munkát kíván. Az energetikai számítások és ellenőrzések során az megfelelő program választása szükségszerű, a fenti számítási metódusok az AURICON Energetic program készség szintű használatával adódnak.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról, <https://njt.hu/jogszabaly/2006-7-20-6F>
- [2] Farkas Péter, *Egyszerűsített épületenergetikai számítások korlátai új építésű épületeknél*, Épületszigetelő szakmérnök képzés – szakdolgozat 2023. február
- [3] Dr. Szalay Zsuzsa, Dr. Csoknyai Tamás, *Épületenergetikai tanúsítás részletes módszerrel Részletes módszerek az épületenergetikában* – Szakmai (épületgépészeti) továbbképzés PowerPoint bemutató (fmmk.hu)
- [4] Szathmáry Csilla, *Épülethez kapcsolódó fűtetlen terek – hőáram számítás MSZ EN ISO 6946:2017 szerint* – www.energetic.auricon.hu. 2023. (Utolsó letöltés: 2023. 05.14).
- [5] Szathmáry Csilla, [Padlásterek hővezetési ellenállásának figyelembe vétele](http://www.energetic.auricon.hu) - www.energetic.auricon.hu. 2023. (Utolsó letöltés: 2023. 05.14).
- [6] MSZ EN ISO 6946:2017 *Épületszerkezetek és épületelemek. Hővezetési ellenállás és hőátbocsátás. Számítási módszerek* (ISO 6946:2017, 2021. decemberi helyesbített változat), MSZT, Budapest
- [7] *Épületszigetelők, Tetőfedők és Bádigosok Magyarországi Szövetsége által kiadott Alátét-héjazatok tervezési és kivitelezési irányelvei*
- [8] Marosvölgyi Martin; Nagy Balázs; Szalay, Zsuzsa: *A vonalmenti hőveszteségek számítási eljárásainak összehasonlítása*, MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET 70(5) pp. 3-12., 10 p. (2021)
- [9] Balázs Nagy*, Martin Marosvölgyi, Zsuzsa Szalay, *Comparison of thermal bridge calculation methods*, cta Polytechnica CTU Proceedings 38:77–83, 2022
- [10] Nagy Balázs; Szagri Dóra; Bakonyi Dániel: *Páraáteresztő fólia hatása a beépített ásványgyapot hőszigetelésű padlásfödémek épületfizikai viselkedésére*, ÉPÍTÉSI HIBÁK 4 : 8 pp. 2-6., 5 p. (2017)
- [11] Nagy, Balázs; Szagri, Dóra; Bakonyi, Dániel: *Hygrothermal Analysis of Mineral Wool Insulated Building Constructions Based on In Situ Measurements*, APPLIED MECHANICS AND MATERIALS 887 pp. 605-612., 8 p. (2019)