



Nagy Balázs

szervezet-  
építőmérnök MSc,  
épületenergetikai  
szakmérnök,  
doktorandusz (BME  
Magasépítési Tanszék)

# Lapostetőtől a nyílászáróig

## Panelfelújítás II.

A panelfelújításról szóló cikksorozatunk keretein belül a hazai iparosított technológiával készült épületek komplex (utólagos hőszigetelés, nyílászárók cseréje, fűtési, melegvíz- és szellőzési rendszerek korszerűsítése, megújulókkal történő energiatermelés kialakítása) felújításának lépéseit, tervezésük kritikusabb pontjait tekintjük át. A második cikk a hazai iparosított épületállomány további, a termikus burkot érintő épületszerkezeteinek hőszigeteléséről, valamint a nyílászárócseréről szól.

### Amit a Panel III. programról tudni lehet

Bár a 2013 decemberében bejelentett Panel III. programot a korai nyilatkozatok alapján 2014 februárjában kezdték volna, az áprilisi állás szerint továbbra is csak „közelgő” elindításról beszél a nemzeti fejlesztési miniszter. Az NFM közlése szerint a pályázati kiírás előkészítése folyamatban van.

### A paneles épületek tetőszerkezeteinek hő- és nedvességvédelmi hibái

A paneles épületek többsége lapostetővel került kialakításra. E rendszerrel készült épületek szerkezetei az adott építési időre jellemző anyagfelhasználást figyelembe véve alapvetően nem különböznek a más építési módokban kivitelezett lapostetőktől, a szerkezetek meghibásodásai a lapostetők jellemző károsodásait mutatják.

A tető rétegrendjében található meglévő hőszigetelő anyagok öregedése, valamint nem megfelelő megválasztása okozza a lapostetők hőtechnikai meghibásodásait. A tetőszigetelő rétegek elkúszhatnak a hibás termékválasztás és szigetelési technológia miatt. Előfordulhat, hogy nedvességre érzékeny hőszigetelő anyag kerül beépítésre, így ez a nem megfelelő tetőrétegrend kialakításával együtt a tetőszerkezet károsodásához vezethet.

A felületen tartósan megmaradó csapadékvíz miatt a vízszigetelés helyi vagy akár teljes tönkremenetele is megvalósulhat. A meghibásodást a nem megfelelő lejtésképzés – az adott csapadékvíz-szigeteléshez előírt minimális lejtésnél kisebb – alkalmazása okozhatja. Előfordulhat hibásan megválasztott párazáró réteg vagy egyéb nem megfelelő anyag alkalmazása, a gőznyomás kiegyenlítésére alkalmatlan termék használata, illetve a páraakumuláció megelőzésének megoldatlansága.

További hibákat okozhatnak a korábbi felújítások kivitelezési és anyagválasztási hibái, a rossz minőségű szigetelő lemezek és bevonatok alkalmazása, a csapadékvíz-szigetelés védelmének hiánya. Gyakoriak az attikafalak szegélyezésének és lefedésének hibái, a felépítmények és egyéb, a csapadékvíz-szigetelés síkjából kiálló szerkezetek szegélyezésének hibás megvalósítása, valamint a tetőösszefolyók beépítési és szegélyezési hibái.

A sávszerű, nagy hosszúságú paneles épületeknél mind a csapadékvíz-szigetelés, mind pedig a kiegészítő szerkezetek szakszerű dilatációja szükséges, melyek elmulasztása vagy hibás kialakítása szintén a szigetelés teljes tönkremeneteléhez vezethet.

A lapostetők rendszeres és szakszerű felülvizsgálata szükséges. A felületek megtisztításának, valamint a védőréteg szükség szerinti pótlásának elmaradása szintén meghibásodást eredményezhet. A tetőszerkezeten idővel jelentkező sérülések és a feltárt hibák javításának hiánya a csapadékvíz-szigetelés, illetve a hőszigetelő réteg idő előtti károsodását, tönkremenetelét jelentheti.

### Panelépületek tetőszerkezeti felújításának tervezési kérdései

#### A meglévő tetők rétegrendi kialakítása

A paneles épületek zárófödémére épülő hő- és nedvességvédelmi, páratechnikai rétegek minden esetben helyszíni kivitelezéssel készültek, az épületek tetőszerkezetei emiatt nem tipizálhatóak. Alapvetően azonban egyhjú melegtető kialakítású, egyenes rétegrendű lapostetőket találhatunk a felújítás során, mivel az eredetileg fordított rétegrenddel készül



tetőszerkezeteket a nagyszámú meghibásodás miatt többségében idővel átalakították egyenes rétegrendűre. Előfordulnak még kéthéjú hidegetetős kialakítású épületek, melyeket a budapesti 1. sz. házgyárban alkalmaztak az üzem első éveiben, azonban később áttértek az egyhéjú melegtetős kialakításra.

A felújíthatatlan lapostetőket esetében a 10-20 cm vastagságú vasbeton zárófedémeken jellemzően kavicsbeton, kohósalakbeton vagy perlitbeton lejtést adó réteget találhatunk. Előfordult a könnyű perlitbeton alkalmazása lejtésadó és hőszigetelő réteggént, de hőszigeteléseként alkalmaztak gázsilikát lapokat, ásványgyapotot, illetve polisztirolt egyaránt. A vízszigetelés műanyag lemezből (Hungisol, Taurus) vagy bitumenes lemezből készült.

## A felújítás rétegrendi kialakítása

A lapostetők energetikai felújítása során fontos döntés, hogy egyenes vagy fordított rétegrendű kialakítást választunk. Utóbbi rendszer hátránya, hogy mivel a hőszigetelő táblák a csapadékvíz-szigetelés felett helyezkednek el, ezért azok illesztései között a csapadékvíz befolyik. A jelenség hatással van a szerkezet hőtechnikai állapotára is, melyet az MSZ EN ISO 6946:2008 harmonizált európai uniós szabványunk is tartalmaz: a fordított rétegrendű lapostetők hőátbocsátási tényezőjét korrigálni kell! A korrekció a következő egyenlettel írható fel:

$$\Delta U = p \times f \times x \times \left( \frac{R_1}{R_T} \right)^2 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right],$$

ahol „p” a csapadékhözam átlagos értéke (mm/nap) a fűtési szezon alatt (Budapesten az OMSZ harmincéves adatsora alapján átlagosan 1,3 mm/nap a standard fűtési időnyben), az „f × x” szorzat megadja, hogy a csapadékvíz hány százaléka éri el a vízszigetelést, illetve mekkora hőveszteséget okoz (egyrétegű hőszigetelés és vízáteresztő borítás esetén választható 0,04-re). „R<sub>1</sub>” a vízszigetelés feletti rétegek hővezetési ellenállása, „R<sub>T</sub>” pedig a teljes réteg korrigálatlan hővezetési ellenállása.

A korrekciót alkalmazva két korrigálatlan U-értékében megegyező, 20 cm-es átlagos vastagságú EPS-hőszigeteléssel rendelkező szerkezet között 25-30%-os különbség adódik a korrekció hozzáadása után a fordított rétegrendű lapostető kárára. Hőtechnikailag tehát az egyenes rétegrendű lapostető kialakítás javasolt. Az egyenes rétegrendű lapostetőkről Dr. Osztrólczy Miklós cikksorozatában [4] olvashatnak.

## A hőszigetelő réteg méretezése

Paneles épületek nem hasznosított lapostetőinek szükséges hőszigetelési vastagságának meghatározásakor, ha a meglévő hőszigetelő réteg visszabontásra kerül (vagy esetleg a tetőszerkezet nem is rendelkezett hőszigeteléssel), gyakorlatilag elegendő a hőszigetelő réteg, illetve a hőátadási tényezők alkalmazásával

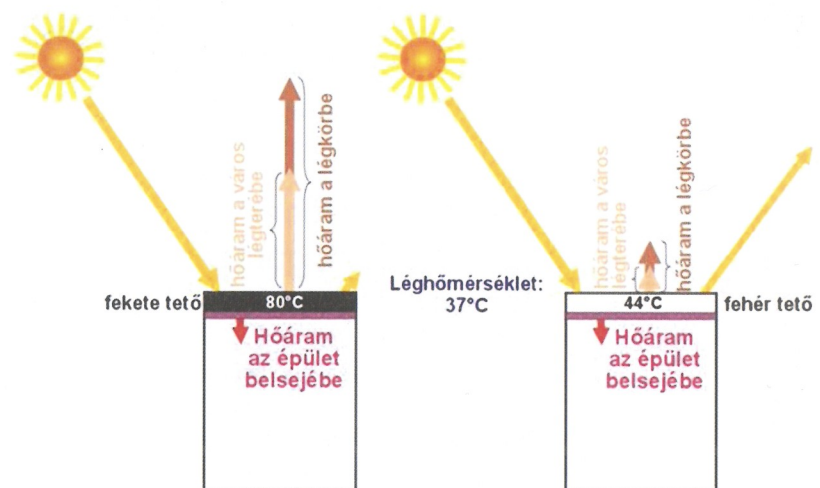
számolnunk. A zárófedém 10-20 cm-es vasbeton rétegének, valamint a pára- és vízszigetelő rétegének figyelembevétele a hővezetési ellenállás olyan csekély növekedését jelenti, amely jól hőszigetelt esetben a hőátbocsátási tényezőben csupán pár századnyi javulást eredményez.

A jelenlegi 0,25 W/m<sup>2</sup>K-es követelmény kielégítéséhez a hőszigetelő rétegnek legalább 16 cm vastagságúnak kell lennie EPS- vagy kőzetgyapot (λ = 0,04 W/mK) szigetelés esetén, és 10 cm vastagságúnak PIR-hab réteg (λ = 0,025 W/mK) alkalmazásakor. Ha a tervező nem a jelenlegi minimumértékek kielégítését tűzi ki célul, hanem a 20/2014. (III. 7.) BM rendeletben szereplő 0,17 W/m<sup>2</sup>K-es „költségoptimalizált” követelményértéket szeretné elérni az utólagos hőszigeteléssel, minimálisan 23 cm EPS vagy 15 cm vastagságú PIR-hab hőszigetelés elhelyezésére kell számítania.

A lapostetők jelenlegi követelményértéket meghaladó hőszigetelése indokolt a zárófedém alatt levő lakások energetikai minőségének javítása és az épületre jellemző átlagos szintre hozása céljából is (ezek a lakások nagyobb lehűlő felülettel rendelkeznek, mint egy közbelső „körbefűtött” lakás, emiatt gyakran kedvezőtlenebb besorolásúak). A hőszigetelő réteg vastagságának növelése nem jár számottevő szerkezeti változással, és a többletköltségek tekintetében (rétegfelépítéstől függően) a plusz 8 cm hőszigetelés csupán kb. 12-20%-kal növeli meg a tetőszigetelés összköltségét. A hőszigetelés vastagságának növelésével a tetőszerkezet alatt található lakások mennyezetének belső felületi hőmérsékletét is növelni tudjuk a fűtési időnyben, ezáltal emelve a lakások hőkomfortját. Emellett pedig a jól hőszigetelt tetőszerkezetek a nyári hőkomfort javulásában is szerepet játszanak.

## Hőszigetelés elkerülése

Fontos figyelembe venni a lapostetők tervezésekor a hőszigetelenséget, mely a paneles épületekből álló lakótelepek esetén számottevő hatást tud gyakorolni a környezeti klímára. A sötét színű, száraz tetőszerkezetek a napsugárzás hatására nagymértékben



1. ábra: A hőszigetelenség [forrás: 8]



**Az alsó oldaluk felől hűlő födémeket, ha az lehetséges, hőszigetelni kell.**

felmelegszenek. A meleg felületű tetőszerkezetek kisugárzott energiája jelentősen megnő, és a környező légeret melegíti. A jelenség az 1. ábrán látható. A megoldás a világos színű külső réteg (például fehér PVC vízszigetelés) kialakítása, illetve az alacsony emissziós tényezőjű anyagok választása. Más megközelítésben a hőszigetelést megszüntethetjük növényzet (például extenzív zöldtető) telepítésével, mely párologtatás útján von el hőt a környezettől, valamint árnyékoló hatásuk révén csökkentik az alattuk levő felszín hőmérsékletét.

## Lábazatok hőszigetelése

Abban az esetben, ha a felújítandó paneles épület földszintjén lakások vagy más fűtött helyiségek (például garázsokból kialakított üzletek) találhatóak, a lábazat hőszigetelése is teljes mértékben indokolt. Ebben a zónában azonban a nagyobb mechanikai és vízterhelés miatt a homlokzat esetében alkalmazott hőszigetelő rendszereket nem használhatjuk. Helyettük alacsony vízfelvételi tényezőjű zártcellás anyagokat, esetleg formahabosított EPS-t alkalmazhatunk.

A lábazati falak esetében a 20/2014. (III. 7.) BM rendelet a külső fal 0,24 W/m<sup>2</sup>K-es értékével szemben 0,3 W/m<sup>2</sup>K-es „költségoptimalizált” követelményszintet határoz meg, ennek tudatában tervezhető a szükséges hőszigetelési vastagság. 2018-ig azonban lakó és szállás jellegű épületek esetében ez a követelményérték-kategória nem szerepel a rendeletben, a külső falakra vonatkozó követelményszintnek kell megfelelnie a lábazati szerkezeteknek.

a fűtetlen pincék és garázsok nem közvetlenül érintkeznek a külső levegővel, hanem átmeneti zónát alkotnak (e jelenség miatt van a rendeletben a fűtetlen pincéket elválasztó födémekek esetén a 0,5-ös hőmérsékleti korrekciós tényező).

Az alsó oldaluk felől hűlő födémekeket, ha az lehetséges, hőszigetelni kell. A hőszigetelő rétegrend felépítése gyakorlatilag megegyezhet a homlokzaton használt rendszerekkel, azonban a kiegészítő mechanikai rögzítőelemeket minden esetben tűzálló, hőre nem lágyuló anyagból kell kialakítani. Tűzvédelmi megfontolások alapján javasolt közetgyapot hőszigetelést alkalmazni.

A jelenlegi 0,5 W/m<sup>2</sup>K-es „alsó zárófödém fűtetlen pince felett” követelmény kielégítéséhez a hőszigetelő rétegnek legalább 8 cm vastagság javasolt EPS vagy közetgyapot ( $\lambda = 0,04$  W/mK) szigetelőréteg alkalmazásakor. Amennyiben a 7/2006. TNM rendeletet idén márciusban módosító BM rendelet szerinti 0,26 W/m<sup>2</sup>K-es „költségoptimalizált” követelményértéket szeretné elérni a tervező, legalább 15 cm hasonló tulajdonságú hőszigetelés elhelyezésére kell számítnia.

Fontos, hogy a homlokzati hőszigetelést (és ideális esetben a belső oldalon a födém hőszigetelését a külső falon leolgatva) az alulról hűlő födém alsó síkjá alá vigyük, ezzel mérsékelni tudjuk a födém vonalmenti hőveszteségeit. Az általános megoldás, amit egyre gyakrabban látni a felújított paneles épületek esetében, hogy a homlokzati hőszigeteléssel azonos vastagságban a garázsok, illetve a pincék nyílásának felső síkjáig hőszigetelnek (2. ábra).



2. ábra: A garázsajtó felső síkjától induló homlokzati hőszigetelés. Az erkély azonban hőszigetetlen

## Alulról hűlő födémekek (pincefödém, garázs feletti födém) szigetelése

A paneles épületek nagy részét úgy építették, hogy az első lakószint alatt pincét, alagsort, garázsokat vagy árkádokat alakítottak ki. Az első szinten levő lakások energetikai besorolása a nagyobb lehűlő felületek miatt szintén kedvezőtlenebb, bár kevésbé, mint a tetőszerkezet alatti lakásoké, mivel ez esetben

## További szerkezetek hőszigetelésének lehetőségei

### Erkélyek hőszigetelése

A paneles épületek homlokzati síkjából kinyúló erkélylemez hőszigetelésére a jelen tapasztalat alapján igen ritkán kerül sor. Pedig ezzel egy jelentős hatású hőhidat küszöbölhetnének ki. A szigetelés elhagyása annak munkai igényessége miatt lehet, mivel



utólagosan csak az erkélykonzol hőszigetelésbe „csomagolásával” tudnánk mérsékelni a vonalmenti hőveszteségeket, azaz mind az alsó, mind pedig a felső oldalon szükséges a homlokzattól ökölszábként legalább három falvastagságnyi távolságig hőszigetelnünk. További ellenérv, hogy a konzolok felső oldalának hőszigetelése nehezen megoldható, mivel ez esetben a belső padlószint fölé kerülhet az erkély szintje, és ez vízvezetési problémákat okozhat. Az alsó oldalon elhelyezett vastag hőszigetelő réteg pedig esztétikailag ronthat a homlokzati képen.

### Előtetők kialakítása

Számos panelépület bejárati kialakításánál találkozhatunk előtetővel. Ezek rögzítését azonban a homlokzati hőszigetelés után javasolt úgy kialakítani, hogy a szerkezet ne szakítsa meg a folyamatos szigetelőréteget, és lehetőleg át se szúrja azt. Az előtető rögzítéséhez szükséges acéldübelek jelentős pontszerű hőhidat okozhatnak, ezért kerülendő. Lehetséges megoldás olyan előtető kialakítása, mely rögzítése a hőszigetetlen, fűtetlen falba történik, ahogyan az a 3. ábrán is látható.



3. ábra: Az előtetőt tartó konzol rögzítése

## Panelépületek ablakszerkezetei és energiatudatos cseréjük

### Régi nyílászárók kialakításai

A felújítatlan paneles épületek nyílászáróinak többsége kettős üvegezéssel ellátott, faszerkezetű, egyszerű szárnyú ablak. A nyílászárókat kezdetben kávas beépítéssel építették, majd a '70-es évektől méretegységesített ajtókat és ablakokat, valamint jellemzően betongerincses beépítést alkalmaztak. Hőszigetelő üvegezést és műanyag nyílászárókat szélesebb körben a '80-as évek közepétől kezdtek használni, ilyenek például a hőszigetelő üvegezésű, faanyagú Sofa és Dufa, a fa-műanyag szerkezetű Albplast, illetve a műanyag Ongropat. A csatlakozásoknál a kezdeti Biturán habszalag után Pálmakitt tömítést alkalmaztak, majd áttértek a PUR-hab, valamint külső oldalon a Siloplast tömítés használatára.

### Új nyílászárók kiválasztása, beépítésük

Komplex felújítás során a régi, elöregedett és a jelenkori energetikai követelményeknek nem megfelelő nyílászárókat cserélnünk szükséges. Azonban az új nyílászárók kiválasztásakor nem elegendő csak az új szerkezetek hőátbocsátási tényezőit néznünk. A transzparens szerkezeteken keresztül ugyanis sugárzási nyereség is jut a lakásokba, melyről lemondani nem lenne szerencsés. A nyílászárók kiválasztása tehát egy optimalizálási folyamat eredménye, mely során figyelembe kell venni az adott szerkezet tájolását, benapozottságát, az üvegezést és a teljes nyílászáró arányát, a beépítést és természetesen az üvegezést, valamint a keret hőátbocsátási tényezőit is.

Az 1. táblázatban egy egyszerűsített példán keresztül látható, hogy az optimális választás valóban nagyban függ az adott nyílászáró tájolásától és típusától. Míg a meglévő nyílászáró az északi és a déli oldalon is a fűtési idény alatt veszteséget termel, addig a déli oldal esetében már a jelenlegi követelményértékek tekintetében is pozitív mérleget tudunk kimutatni a standard fűtési idényben. Megfigyelhető az is, hogy a háromrétegű, nagyon jó hőszigetelésű nyílászáró az északi oldal esetében a legkedvezőbb energiamérleget produkálja (több mint 30%-kal kevesebb veszteség a „költségoptimalizált” szintet teljesítő nyílászáróval szemben). Ellenben a déli homlokzaton, ha a benapozottság teljesen biztosított, és azonos üvegezést/teljes ablak arányt veszünk figyelembe, a jobban hőszigetelő, kétrétegű nyílászáró több mint 25%-kal ad kedvezőbb értéket. A példa alapján az épület északi oldalán indokolt a háromrétegű üvegezést alkalmazása, azonban a déli oldalon a kétrétegű, hőszigetelő nyílászáróval járunk jobban.



Déli tájolású 140 × 140 cm-es nyílászáró, $A_g/A_w = 0,7$ és $Q_{tot} = 400 \text{ kWh/m}^2$					
	Névleges hőátbocsátási tényező (UW-érték)	Összesített sugárzás-átbocsátási tényező (g-érték)	Direkt sugárzási nyereség [kWh/idény]	Transzmissziós hőveszteség [kWh/idény]	Energiamérleg a fűtési idényben [kWh/idény]
Meglevő kétrétegű „szigetetlen” nyílászáró	2,80	0,78	321,05	395,14	-74,09
Jelenlegi követelményértéknek megfelelő nyílászáró	1,60	0,72	296,35	225,79	70,56
„Költségoptimalizált” követelményszintű nyílászáró	1,15	0,68	279,89	162,29	117,60
Háromrétegű „passzív-ház” nyílászáró	0,80	0,50	205,80	112,90	92,90
Északi tájolású 140 × 140 cm-es nyílászáró, $A_g/A_w = 0,7$ és $Q_{tot} = 100 \text{ kWh/m}^2$					
	Névleges hőátbocsátási tényező (UW-érték)	Összesített sugárzás-átbocsátási tényező (g-érték)	Direkt sugárzási nyereség [kWh/idény]	Transzmissziós hőveszteség [kWh/idény]	Energiamérleg a fűtési idényben [kWh/idény]
Meglevő kétrétegű „szigetetlen” nyílászáró	2,80	0,78	80,26	395,14	-314,87
Jelenlegi követelményértéknek megfelelő nyílászáró	1,60	0,72	74,09	225,79	-151,70
„Költségoptimalizált” követelményszintű nyílászáró	1,15	0,68	69,97	162,29	-92,32
Háromrétegű „passzív-ház” nyílászáró	0,80	0,50	51,45	112,90	-61,45

1. táblázat: Nyílászárók energiamérlege a standard fűtési idényre

**Az új nyílászárók beépítése során törekedni kell a minél kisebb hőhíddal, valamint a minél nagyobb benapozott üvegezett felülettel járó megoldásokra.**

Az új nyílászárók beépítése során törekedni kell a minél kisebb hőhíddal, valamint a minél nagyobb benapozott üvegezett felülettel járó megoldásokra. Ezért a meglévő nyílászáró síkjába történő beépítésnél a homlokzati hőszigetelés befordítása lehet megoldás. A nyílászáró új, a panel külső síkjához történő illesztésével a befordítás munkai igényes kialakítása elkerülhető, a hőszigetelést egyszerűen rá kell engedni az ablak keretére. Lehetőség van továbbá a hőszigetelés külső síkjáig is „kilógatni” az új nyílászárót, mely azonban szerkezeti többletköltséggel járhat.

Következő cikkünkben árnyékoló szerkezetekkel, erkély-beépítésekkel (passzív napenergia-hasznosítás) folytatódna a nyílászárók kialakításának lehetőségei, valamint szó lesz a panelek épületek gépészeti rendszereiről és a megújulóalkalmazásáról.

## Források

- [1] Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet. Magyar Közlöny, 2006. évi 62. szám, I. kötet
- [2] Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet módosításáról szóló 20/2014. (III. 7.) BM rendelet. Magyar Közlöny, 2014. évi 35. szám
- [3] Baumann Mihály szerk.: *Épületenergetika segédlet*. PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, 2009.
- [4] Dr. Osztrólczy Miklós: *Egyenes rétegrendű lapostetők – 1. Megtérülő Épületenergetika*, 2014. évi 1. szám
- [5] Haraszi László: *Bitumenes szigetelésű lapostetők felújítása*. www.epitesimegoldasok.hu, 2013.
- [6] *Panelfelújítás – A tervezéstől a kivitelezésig*. Verlag Dashöfer, 2010.
- [7] Nagy Miklós: *Panelek szerkezetű lakóépületek energetikai felújítása*. Szakmérnöki szakdolgozat, 2011.
- [8] Pongrácz Rita, Bartholy Judit szerk.: *Alkalmazott és városklimatológia*. Egyetemi jegyzet, 2013.