

# Válaszok Prof. Dr. Telegdi Judit bírálataira

Ferencz Mónika

## **Fázisváltó hőtároló mikrokapszulák energiahatékonysági számításai modellházakban (Energy-efficiency analysis of phase change thermal storage microcapsules in model houses)**

című doktori (PhD) értekezéséhez

**Témavezető:**  
Feczkó Tivadar PhD

Köszönöm Prof. Dr. Telegdi Judit részletes bírálatát, támogató értékelését és pontosító kérdéseit. A feltett kérdésekre az alábbiakban válaszolok.

### **1. Mit ért a Jelölt könnyűszerkezetes épületek alacsony termikus tömegén?**

A könnyűszerkezetes épületek alacsony termikus tömegén azt értem, hogy az épületszerkezetek tömege és hőtároló kapacitása kisebb, mint a nagy tömegű, például téglavagy betonszerkezetű épületeké. Emiatt ugyanakkora külső hőhatás, például napsugárzás vagy gyors kültéri hőmérséklet-változás rövidebb idő alatt és nagyobb amplitúdóval jelenhet meg a belső térben.

A könnyűszerkezetes ház tehát kisebb hőtehetetlenséggel rendelkezik: gyorsabban felmelegszik, gyorsabban lehűl, és a beltéri hőmérséklet napi lefutása érzékenyebben követi a külső peremfeltételek változását. A dolgozatban ezért a PCM-vakolat szerepét elsősorban nem stacionárius hőszigetelő réteggént, hanem a kis hőtömegű szerkezet dinamikus hőválaszát módosító, látens hőtároló elemként értelmeztem.

### **2. Második táblázat alatt: „These parameters characterize the PCM-containing plaster lining as an interior latent heat storage layer rather than as a separate insulation layer.” Ez alatt a PhD hallgató azt érti, hogy ezekért a paraméterekért csak a PCM tartalmú kapszulák a felelősek? Ezt csak akkor lehetne ilyen határozottan állítani, ha a referencia ház belső falait PCM nélküli vakolat fedné.**

Nem, ezt nem kizárólagos értelemben kívántam állítani. A bíráló észrevétele jogos abban az értelemben, hogy a referenciaházban nem volt azonos, PCM nélküli vakolatréteg, ezért a mért különbség nem bontható kísérleti úton teljes bizonyossággal külön a vakolat érzékelhető hőtároló hatására és a PCM látens hőtároló hatására.

A mondat célja annak jelzése volt, hogy a PCM-vakolatos belső burkolatot nem önálló hőszigetelő réteggént, hanem elsősorban belső oldali hőtároló réteggént értelmeztem. A

vakolatnak természetesen van saját érzékelhető hőkapacitása, ezért a teljes rendszerhatásban a gipszbázisú mátrix is szerepet játszhat.

Ugyanakkor a beépített mikrokapszulázott paraffin PCM látens hőtároló kapacitása nagyságrendileg meghatározó elem volt a vizsgált rendszerben. Ezért a dolgozatban a megfigyelt dinamikus hatást a PCM-vakolat rendszerhatásaként értelmeztem, nem pedig kizárólag a mikrokapszulák önálló hatásaként. Egy PCM nélküli vakolattal ellátott harmadik ház valóban tisztább kísérleti bontást tett volna lehetővé, ezt a vizsgálati rendszer egyik korlátjaként elfogadom.

**3. A vizsgált házak hosszabb és rövidebb oldala között kb. fél méter különbség van. Melyik volt a nyugati: a hosszabb vagy a rövidebb? Volt-e a nyugati és déli fal hosszúság-különbsége hatással a mért paraméterekre, illetve hogyan „felületegységesítette” a mért értékeket? Meg lehet-e mondani, hogy a nyugati fal és a déli fal nap általi megvilágítása közt milyen időhosszbeli különbség van?**

A projekt-elrendezési dokumentáció alapján a modellházakat a 45 m hosszú alapon keresztirányban helyezték el, vagyis a körülbelül 3 m-es oldal merőleges volt az alap hosszanti irányára. Ez alapján a nyugati és keleti oldalfal a hosszabb, míg az északi és déli oldalfal a rövidebb homlokzati felület volt.

A falak eltérő mérete az adott tájolás teljes hőforgalmát természetesen befolyásolhatja. Emellett a teljes homlokzati felületek közvetlen összehasonlítását a nyílászárók jelenléte is bonyolítja, mivel az ajtó és az ablak felülete, szerkezete és hőtechnikai viselkedése eltér a homogén falfelületekétől. Ezért a dolgozatban nem teljes falra integrált hőáramokat hasonlítottam össze.

A tájolás szerinti értékelés alapját a mért felületi hőmérsékletekből származtatott jellemző hőmérséklet-különbségek és az ezekből becsült jellemző hőáramsűrűségek képezték. A hőáramsűrűség felületegységre vonatkoztatott mutató, ezért a tájolások összehasonlítását nem az egyes homlokzatok teljes mérete, hanem a fajlagos termikus viselkedés alapján végeztem. Ennek megfelelően a nyugati fal jelentősége nem abból következik, hogy a teljes falfelület nagyobb volt, hanem abból, hogy a mért felületi hőmérsékleti válasz és az ebből származtatott fajlagos mutatók alapján egységnyi felületre vonatkoztatva is nagyobb terhelési helyzetet mutatott.

A nyugati és déli fal tényleges napsütési időtartamát a mérési rendszer nem közvetlen falsíkonkénti besugárzási időként rögzítette, ezért ezt utólag pontos időtartamként nem határoztam meg. A tájolás hatását a falak mért külső és belső felületi hőmérsékleti válaszában keresztül értékeltem. A nyugati fal jelentősége nem pusztán a megvilágítás időtartamából, hanem a délutáni hőterhelés időbeli helyzetéből is adódik: ekkor a külső levegő és az épületszerkezet már felmelegedett állapotban van, ezért a nyugati sugárzási terhelés kedvezőtlenebbül kapcsolódhat a beltéri csúcshőmérsékletek kialakulásához.

#### 4. Kérem, hasonlítsa össze a 6. és 7. ábrát.

A 6. és 7. ábra egymást kiegészítő módon mutatja be a referenciaház és a PCM-vakolatos ház beltéri hőmérsékleti viselkedését. A 6. ábra a napi amplitúdókat, maximumokat, átlagértékeket és minimumokat mutatja, vagyis a teljes napi hőmérsékleti lefutás fő jellemzőit ábrázolja. Ebből látható, hogy a PCM-vakolat hatására a napi beltéri hőmérséklet-ingadozás kisebb lett, a szélsőértékek mérséklődtek, és a PCM-ház hőmérsékleti viselkedése kiegyenlítettebbé vált.

A 7. ábra ezzel szemben a maximumok és minimumok eloszlását, valamint azok szórását emeli ki. Ez nem egyszerű ismételtes, hanem statisztikai kiegészítés: azt mutatja meg, hogy a teljes mérési időszak alatt mennyire változékonyak voltak a napi szélsőértékek. A két ábra együtt azt támasztja alá, hogy a PCM-vakolat nemcsak az átlagos napi amplitúdót csökkentette, hanem a napi szélsőértékek ingadozását is mérsékelte.

Másképpen fogalmazva: a PCM-házban nemcsak kisebb volt a napi hőmérsékleti kilengés, hanem a rendszer dinamikus viselkedése is stabilabbnak bizonyult. A 6. ábra inkább a napi hőmérsékleti mutatók alakulását szemlélteti, a 7. ábra pedig ezek statisztikai szóródását és összehasonlíthatóságát erősíti meg. Ezért a két ábra együtt ad teljesebb képet a PCM-vakolat csillapító hatásáról.

Még egyszer köszönöm a bírálatot és a kérdéseket, a dolgozatom elolvasására szánt értékes időt.

Tisztelettel,

Lohja, 2026. május 31.



Ferencz Mónika