

# Adatlap<sup>1</sup> témahirdetési javaslatához a Csonka Pál Doktori Iskola Tanácsa részére

**Témavezető**<sup>2</sup> neve: Reith András  
e-mail címe<sup>3</sup>: reith.andras@abud.hu

---

**Téma** címe: Az emberi épülethasználati szokások elemzése és modellezése  
épületenergetikai szimulációk esetén

---

A **téma** rövid leírása<sup>4</sup>:

A gyors gazdasági növekedésnek köszönhetően a világ energiafogyasztása folyamatosan növekszik. Európában az összes felhasznált energia 40%-át épületeink emésztik fel. Ezért is különösen fontos, hogy meg tudjuk állapítani a felújítandó és új épületeink várható energiafogyasztását a lehető legnagyobb energia megtakarítás elérése érdekében. A számítógépek teljesítménynövekedésével az utóbbi évtizedekben jelentős fejlődésen mentek keresztül a dinamikus épületszimulációs szoftverek, melyek fejlett matematikai modelljeiken keresztül egyre pontosabban előrevetítik egy épület energiafogyasztását. Az épületenergetikai modellezéssel foglalkozó szakemberek számára azonban továbbra is nagy kihívást jelent a tervezett és a valós, mért energiafogyasztás között tapasztalt eltérések csökkentése. Az épületek energiafogyasztása számos tényezőtől függ, amelyek befolyásolják egy épület energetikai teljesítményét. Ezek közül többet mérésekkel, fizikai, matematikai modellekkel jól tudunk közelíteni: épületgépészeti rendszer, időjárás, határoló szerkezetek minősége, társadalmi és kulturális szokások, stb. Van azonban egy olyan kiemelt terület, mely szignifikánsan befolyásolja az épületek energiafelhasználását és jelenleg kevésbé kvantifikált terület, ez pedig az épülethasználati viselkedés.

A kutatás során az épülethasználati viselkedés elemzése és modellezése, majd épületenergetikai szimulációba integrálása a cél irodaházak és lakóépületek esetén. Az épületet használó emberek és az épület között számos interakcióra van lehetőség. Ezeket két nagy csoportra oszthatjuk: mozgás és pozícióváltás az épületen belül, illetve a belső környezet paramétereinek változtatása.

Az épületek energiafogyasztásának csökkentésében jelenleg kulcs szerepet játszik a primer és szekunder oldali gépészeti rendszerek hatékonyságának

---

<sup>1</sup> Az adatlapot egy példányban kinyomtatva és aláírva a Szilárdságtani Tanszék titkárságára, egy elektronikus változatban pedig a Doktori Iskola titkárának (Maróty Katalin [mkata@et.bme.hu](mailto:mkata@et.bme.hu)) kell eljuttatni. A témahirdetés elfogadása esetén az adatlap felkerül a Csonka Pál Doktori Iskola ([www.szt.bme.hu/doktori](http://www.szt.bme.hu/doktori)), a témahirdetés rövid leírása pedig az Országos Doktori Tanács honlapjára (<http://www.doktori.hu/>)

<sup>2</sup> A témahirdetés elfogadása automatikusan a témavezető akkreditációját is jelenti a 2010. évi felvételi eljáráshoz.

<sup>3</sup> Kérjük, olyan elérhetőséget adjon meg, ahová biztonságosan küldhetünk hivatalos értesítéseket.

<sup>4</sup> A téma (szóközökkel) 2000-4000 leütés hosszú – a jelentkező hallgatókat bővebben tájékoztató változatát, (mely a téma fent megadott releváns nemzetközi irodalmára tételesen hivatkozik) – kérjük mellékelten megadni.

növelése. Azonban ennél is fontosabb, hogy az épület és az emberek közötti interakciót megfelelően megértsük, modellezzük és ennek következtében energetikailag optimalizált módon tudjuk biztosítani az épülethasználók számára épületeinkben a megfelelő komfortszintű és egészséges környezetet.

Az épülethasználók abban az esetben, ha a belső környezet nem felel meg az elvárt komfort szintjüknek, különböző módokon beavatkoznak az igényeik kielégítése érdekében. Pl.: belső hőmérséklet szabályozása, ablaknyitás, megvilágítási szint szabályozása, árnyékolás szabályozása, stb. Az épülethasználói mintázatok jelentős hatással vannak az épület energiafogyasztására.

Az épülethasználók magatartása rendkívül összetett és számos olyan tényező határozza meg, amelyek hatása determinisztikus modellel nehezen írható le. Erre a célra sztochasztikus modell használata javasolt.

A kutatás során arra a kérdésre keressük a választ, hogy hogyan lehet kvantitatív módon leírni az épülethasználók viselkedésének az épületek energiafogyasztására gyakorolt hatását.

**A téma** meghatározó irodalma<sup>5</sup>:

- Andersen RV, Toftum J, Andersen KK, Olesen BW. Simulation of the effects of occupant behavior on indoor climate and energy consumption. In: Proceedings of Clima2007: 9th REHVA world congress: wellbeing indoors, Helsinki, Finland; 2007.
- Bekö G, Toftum J, Clausen G. Modeling ventilation rates in bedrooms based on building characteristics and occupant behaviour. Build Environ 2011;46: 2230e7.
- Blight S. T, Coley A. D. Sensitivity analysis of the effect of occupant behaviour on the energyconsumption of passive house dwellings. Energ Build 2012; 66 (2013) 183–192
- Burak Gunay H, O'Brien W, Beausoleil-Morrison I. A critical review of observation studies, modeling, and simulation of adaptive occupant behaviors in offices. Build Environ 2013;70 (2013) 31e47
- Fabi V, Andersen RV, Corgnati S, Olesen B. Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models. Build Environ 2013; 58 (2012) 188e198
- Haldi F, Robinson D. Interactions with window openings by office occupants. Build Environ 2009;44:2378e95.
- Hoes P, Hensen JLM, Loomans MGLC, de Vries B, Bourgeois D. User behavior in whole building simulation. Energy and Buildings. 2009;41(3):295-302.
- Hong T, Lin H-W. Occupant behavior: impact on energy use of private offices, LBNL-6128E, 2013.
- Hopfe CJ. Uncertainty and sensitivity analysis in building performance simulation for decision support and design optimization. Technische

---

<sup>5</sup> Minimum 5, maximum 10 cikket vagy monográfiát kérünk felsorolni, melyben feltétlenül szerepelnie kell a legfrissebb, legismertebb eredményeknek.

Universiteit Eindhoven; 2009.

- Page J, Robinson D, Morel N, Scartezzini JL. A generalised stochastic model for the simulation of occupant presence. *Energ Build* 2008;40 (2008) 83–98

A **téma** hazai és nemzetközi folyóiratai<sup>6</sup>:

- International Review of Applied Sciences and Engineering
- Journal of Building Performance Simulation
- Bauphysik
- Pollack Periodica
- Metszet
- Energy and Buildings
- Building and Environment
- Energy Efficiency

A **témavezető** fenti folyóiratokban megjelent 5 közleménye:

- Kiss I., Reith A. (2013). Architectural and urban design tools for reducing energy consumption in cities, *Pollack Periodica*, 8:(3) 151-161. (peer-reviewed, SCOPUS),
- Belafi Zs., Gelesz A.; Reith, A. (2013): Comparison of the cost and energy efficiency of energy saving measures in case of a hungarian single family house *BS2013 - Building Simulation for a sustainable World*. Chambéry, France. 25-28. August 2013. – full paper (peer-reviewed, SCOPUS)
- Gelesz A., Reith A. (2011). Classification and re-evaluation of double-skin facades, *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 2:(2) 129-136. (peer-reviewed),
- Reith A, Gelesz A, Pültz G (2011). Evaluierung und Optimierung einer doppelschaligen Fassade mit Hilfe moderner Simulationstechnik. *BAUPHYSIK 34* (2) p. 111-117, (peer-reviewed, SCOPUS, Web of Science)
- Gelesz A, Belafi Zs, Reith A (2013). Which way does it cost less to build net zero energy buildings?, *SB13 Proceedings*, ISBN: 978-3-8167-8982-6, pp.510-519.

A **témavezető** utóbbi tíz évben megjelent 5 legfontosabb publikációja:

- -7 különböző fejezet és alfejezet Kiss Idával társszerzőségében. In: Lukovich T, Mogyorósi K (szerk.): Fenntartható Fejlesztés: Várostervezési Útmutató. Budapest, TERC Kft. 2013. ISBN :978 963 9968 90 5
- Kiss, I., Reith, A. (2013). Architectural and urban design tools for reducing energy consumption in cities, *Pollack Periodica*, 8:(3) 151-161. (peer-reviewed, SCOPUS),
- Belafi, Zs., Gelesz, A.; Reith, A. (2013): Comparison of the cost and energy efficiency of energy saving measures in case of a hungarian single family house *BS2013 - Building Simulation for a sustainable World*. Chambéry,

---

<sup>6</sup> Minimum 5, maximum 10 folyóirat megadását kérjük, melyek között feltétlenül szerepelnie kell a PhD fokozatszerzés szempontjából elengedhetetlen (Scopus és/vagy Sci illetve Iconda minősítésű idegen nyelvű folyóiratoknak is. Kérjük, ezeket a periodikákat a felsorolásban jelöljék meg.

- France. 25-28. August 2013. –full paper (peer-reviewed, SCOPUS)
- Gelesz, A., Reith, A. (2011). Classification and re-evaluation of double-skin facades, ***International Review of Applied Sciences and Engineering***, 2:(2) 129-136. (peer-reviewed),
- Reith A, Gelesz A, Pültz G (2011). Evaluierung und Optimierung einer doppelschaligen Fassade mit Hilfe moderner Simulationstechnik. ***BAUPHYSIK 34*** (2) p. 111-117, (peer-reviewed, SCOPUS, Web of Science),

Teljes publikációs jegyzék az MTMT  
(<https://vm.mtmt.hu//search/slist.php?lang=0&AuthorID=10002949>)  
adatbázisában található.

A **témavezető** eddigi doktoranduszai<sup>7</sup>:

-

Melléklet: a téma bővebb leírása

Budapest, 2014.02.12.

Témavezető aláírása

---

<sup>7</sup> Kérjük, a témavezetési tevékenységre vonatkozó adatokat abban az esetben is adja meg, ha témavezetőként a DI már korábban akkreditálta, vagy tőzstagként témavezetői akkreditációja nem szükséges.

## MELLÉKLET

### **Az emberi épülethasználati szokások elemzése és modellezése épületenergetikai szempontból**

A gyors gazdasági növekedésnek köszönhetően a világ energiafogyasztása folyamatosan növekszik. Európában az összes felhasznált energia 40%-át épületeink emésztik fel (EC, 2004). Ezért is különösen fontos, hogy meg tudjuk állapítani a felújítandó és új épületeink várható energiafogyasztását a lehető legnagyobb energia megtakarítás elérése érdekében. A számítógépek teljesítménynövekedésével az utóbbi évtizedekben jelentős fejlődésen mentek keresztül a dinamikus épületszimulációs szoftverek, melyek fejlett matematikai modelljeiken keresztül egyre pontosabban előrevetítik egy épület energiafogyasztását. Az épületenergetikai modellezéssel foglalkozó szakemberek számára azonban továbbra is nagy kihívást jelent a tervezett és a valós, mért energiafogyasztás között tapasztalt eltérések csökkentése. (Burak Gunay, H. et al, 2013) (Blight S., T. et al, 2012) Az épületek energiafogyasztása számos tényezőtől függ, amelyek befolyásolják egy épület energetikai teljesítményét. Ezek közül többet mérésekkel, fizikai, matematikai modellekkel jól tudunk közelíteni: épületgépészeti rendszer, időjárás, határoló szerkezetek minősége, társadalmi és kulturális szokások, stb. (Fabi, V. et al, 2012) Van azonban egy olyan kiemelt terület, mely szignifikánsan befolyásolja az épületek energiafelhasználását és jelenleg kevésbé kvantifikált terület, ez pedig az épülethasználói viselkedés (Hoes, P. et al, 2009).

A kutatás során az épülethasználói viselkedés elemzése és modellezése, majd épületenergetikai szimulációba integrálása a cél irodaházak és lakóépületek esetén. Az épületet használó emberek és az épület között számos interakcióra van lehetőség. Ezeket két nagy csoportba oszthatjuk: mozgás és pozícióváltás az épületen belül, illetve a belső környezet paramétereinek változtatása.

Az épülethasználók abban az esetben, ha a belső környezet nem felel meg az elvárt komfort szintjüknek, különböző módokon beavatkoznak az igényeik kielégítése érdekében. Pl.: belső hőmérséklet szabályozása, ablaknyitás, megvilágítási szint szabályozása, árnyékolás szabályozása, stb. (Hong, T. Lin, H-W., 2013) Az épülethasználói mintázatok jelentős hatással vannak az épület energiafogyasztására.

Jelenleg az épülettervezés és üzemeltetés hatékonyabbá tétele érdekében elkerülhetetlenné válik az épülethasználók és az épületgépészeti és – felügyeleti rendszerek közötti pontos összefüggések megértése. Különböző magatartású embereknek különböző típusú és működésű épületekre van szüksége, illetve az eltérő épületgépészeti és vezérlési rendszerek más-más módon befolyásolhatják az épülethasználó magatartását is. Az épületek energiafogyasztásának csökkentésében jelenleg kulcs szerepet játszik a primer és szekunder oldali gépészeti rendszerek hatékonyságának növelése. Azonban

ennél is fontosabb, hogy az épület és az emberek közötti interakciót megfelelően megértsük és modellezzük és ennek következtében egy energetikailag optimalizált módon tudjuk biztosítani az épülethasználók számára épületeinkben a megfelelő komfortszintű és egészséges környezetet.

Az épülethasználók magatartása rendkívül összetett és számos olyan tényező határozza meg, amelyek hatása determinisztikus modellel nehezen írható le. Erre a célra sztochasztikus modell használata javasolt. (Page, J. et al, 2008) A kutatás egyik nehézsége, hogy a megfelelő mintavételt a legtöbb esetben akadályozza a szervezeti titoktartás és lakóépületek esetében a magánélet tiszteletben tartása.

A kutatás során arra a kérdésre keressük a választ, hogy hogyan lehet kvantitatív módon leírni az épülethasználók viselkedésének az épületek energiafogyasztására gyakorolt hatását. A válasz megtalálásához négy lépés megtételét látjuk szükségesnek:

### **1. A mozgás és pozícióváltás vizsgálata**

A kutatás első lépcsőjén a jelenleg rendelkezésre álló épülethasználói mozgás és pozícióváltást leíró modelleket tárjuk fel. Ezt követően a helyszíni mérések következnek, melyeket különböző jelenlét érzékelők segítségével lehet megvalósítani. Majd a helyszíni vizsgálatok eredményeit felhasználva definiáljuk a mozgások típusait. Az eredmények validálásra kerülnek a meglévő modellek alapján.

### **2. Vizsgálat a belső környezet paramétereinek változtatásáról lakóépületekben és irodaépületekben**

Az épületet használó emberek és az épület közötti interakció második csoportját hasonló módszertan segítségével írjuk le. A helyszíni méréseket ebben az esetben más típusú monitoring eszközökkel lehet elvégezni: BMS épületfelügyeleti rendszer, különböző érzékelők, stb. Lakóépületek esetében különös figyelmet kell fordítani a mérőeszközök elhelyezésekor a lakók minimális zavarására. Az eredmények kiértékelését követően matematikai, statisztikai modellek segítségével írjuk le a különböző viselkedési mintázatokat. Ezen modellek eredményei szintén validálásra kerülnek.

### **3. Az épülethasználói modellek integrálása épületenergetikai szimulációs szoftverekbe**

Jelenleg az épületenergetikai modellező szoftverekben az épülethasználók viselkedése egy meglehetősen leegyszerűsített módon kerül leképezésre. Az első két lépésben kidolgozott modellek szoftverbe integrálásával pontosabban tudjuk megadni az épület használatával kapcsolatos adatokat az épületenergetikai szoftverek számára.

### **4. A módszertan alkalmazhatósága az épülettervezés és üzemeltetés során**

Az utolsó lépésben esettanulmányok épületenergetikai modellezésével teszteljük az épülethasználói modellek integrálásának hatását a szimulációs eredmények segítségével. Erre egy lehetséges és széleskörűen alkalmazott módszer a bizonytalansági elemzés. (Hopfe, CJ., 2009)

### **Folyamatban lévő kutatásokhoz való csatlakozási lehetőség:**

A témakiíró és munkatársai korábbi publikációs tevékenységéhez kötődően (Belafi, Zs. et al, 2013) (Belafi, Zs. et al, 2012) meghívást kaptak Tianzhen Hong professzortól LBNL kutatóintézettől (Lawrence Berkeley National Laboratory, Building Technologies) az IEA IBC ANNEX 66 (Definition and Simulation of Occupant Behavior in Buildings) nemzetközi kutatásba. Ennek célja számos nemzetközi kutatóintézet, egyetem és szervezet bevonásával kerül kidolgozásra egy módszertan, mely többek között jelen témakiírással kapcsolatos.

### **A kutatás gyakorlati hasznosulásának lehetősége:**

Az épülethasználói szokások minél pontosabb leírása és ezek dinamikus épületszimulációs szoftverekben történő hasznosulása lehetővé teszi számunkra energetikailag optimalizált épületek tervezését, megvalósítását és üzemeltetését. Ez az épület teljes életciklusában csökkentett energiafelhasználást és átalakítást eredményez, mely mind beruházási (pl.: csökkenti a gépészeti, elektromos rendszerek túlméretezéséből adódó többletköltséget stb.), mind üzemeltetési költségoldalon jelentős megtakarítást okoz.

## HIVATKOZÁSOK

Belafi Zs, Gelesz A, Reith, A. Comparison of the cost and energy efficiency of energy saving measures in case of a hungarian single family house, BS2013 - Building Simulation for a sustainable World. Chambéry, France. 25-28. August 2013. – full paper (peer-reviewed, SCOPUS)

Belafi Zs, Gelesz A, Reith, A. Optimisation of a Single Family House in Hungary, Europe, SimBuild2012 Conference Poster, 2012.

Burak Gunay H, O'Brien W, Beausoleil-Morrison I. A critical review of observation studies, modeling, and simulation of adaptive occupant behaviors in offices. Build Environ 2013;70 (2013) 31e47

Blight S. T, Coley A. D. Sensitivity analysis of the effect of occupant behaviour on the energyconsumption of passive house dwellings. Energ Build 2012; 66 (2013) 183–192

EC, European Union energy and transport in Figures, 2006 ed. Part 2. Energy. Directorate General for Energy and Transport, European Commission, Brussels, 2004.

Fabi V, Andersen RV, Corgnati S, Olesen B. Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models. Build Environ 2013; 58 (2012) 188e198

Hong T, Lin H-W. Occupant behavior: impact on energy use of private offices, LBNL-6128E, 2013.

Hoes P, Hensen JLM, Loomans MGLC, de Vries B, Bourgeois D. User behavior in whole building simulation. Energy and Buildings. 2009;41(3):295-302.

Hopfe CJ. Uncertainty and sensitivity analysis in building performance simulation for decision support and design optimization. Technische Universiteit Eindhoven; 2009.

Page J, Robinson D, Morel N, Scartezzini JL. A generalised stochastic model for the simulation of occupant presence. Energ Build 2008;40 (2008) 83–98