

Adatlap¹ témahirdetési javaslatához a Csonka Pál Doktori Iskola Tanácsa részére

Témavezető² neve: Dr. Szalay Zsuzsa
e-mail címe³: szalay.zsuzsa@met.bme.hu

Téma címe: Épületek életciklus szemléletű vizsgálata és optimalizációja

A **téma** rövid leírása⁴:

A jelenlegi épületenergetikai szabályozások csak az épületek üzemeltetési energiaigényére koncentrálnak, holott az építőanyagok kitermelése, előállítás, valamint az épületszerkezetek karbantartása, felújítása, bontása is jelentős energiafelhasználást és károsanyag kibocsátást okoz. Az épületek teljes életciklusa alatt felhasznált energia és a környezetre gyakorolt hatás az életciklus elemzés módszerével vizsgálható. Az utóbbi tíz évben a nemzetközi szakirodalomban jelentősen megnőtt az épületek életciklus-elemzésével foglalkozó cikkek és tanulmányok száma. A témavezető, illetve más kutatók is rávilágítottak arra, hogy az alacsony energiaigényű épületekben az életciklus szakaszok aránya megváltozik és a beépített energia és az ehhez köthető környezeti hatások jelentősége megnő.

A kutatás fő kérdése az alacsony energiaigényű épületek teljes életciklus szemléletű vizsgálata és optimalizációja. Léteznek olyan matematikai módszerek (pl. heurisztikus technikák), melyek segítségével egy adott célfüggvény kvázi-optimális megoldása nagyszámú változó és kombináció esetén is automatikusan és viszonylag gyorsan megtalálható. Az utóbbi években nemzetközi szinten egyre több kutató foglalkozik az ilyen algoritmusok épületenergetikai felhasználásával, de az életciklus jellegű alkalmazásra egyelőre kevés példa található. A kutatás épít a Széchenyi István Egyetem kutatócsoportja által korábbi projektek során kifejlesztett korszerű optimalizációs algoritmusokat használó szakértői rendszerre, melynek továbbfejlesztésében a témavezető is közreműködik.

¹ Az adatlapot egy példányban kinyomtatva és aláírva a Szilárdságtani Tanszék titkárságára, elektronikus változatban pedig a Doktori Iskola titkárnak (Kóródy Anna, korody@eik.bme.hu) kell eljuttatni. A témahirdetés elfogadása esetén az adatlap felkerül a Csonka Pál Doktori Iskola (<http://www.szt.bme.hu/index.php/oktatás/csonka-pál-doktori-iskola>), a témahirdetés rövid leírása pedig az Országos Doktori Tanács (<http://www.doktori.hu/>) honlapjára.

² A témahirdetés elfogadása automatikusan a témavezető akkreditációját is jelenti az azévi felvételi eljáráshoz.

³ Kérjük, olyan elérhetőséget adjon meg, ahová biztonsággal küldhetünk hivatalos értesítéseket.

⁴ A téma (szóközökkel) 2000-4000 leütés hosszú. A jelentkező hallgatókat bővebben tájékoztató változatot, (mely a téma fent megadott releváns nemzetközi irodalmára tételesen hivatkozik) kérjük a mellékletben megadni.

A **téma** meghatározó irodalma⁵:

- Sartori I, Hestnes AG. (2007) Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article. *Energy and Buildings* 2007;39:249-57.
- Luisa F. Cabeza, Lída Rincón, Virginia Vilariño, Gabriel Pérez, Albert Castell (2014) Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume: 29, Pages: 394-416
- Evins, R. (2013) A review of computational optimisation methods applied to sustainable building design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22 (2013): 230-245.
- Markus Weißenberger, Werner Jensch, Werner Lang (2014) The convergence of life cycle assessment and nearly zero-energy buildings: The case of Germany. *Energy and Buildings* 76 (2014) 551-557
- Hamdy, Mohamed, Hasan, Ala, Siren, Kai (2010) A multi-stage optimization method for cost-optimal and nearly-zero-energy building solutions in line with the EPBD-recast 2010, *Energy and Buildings* (2013) Volume: 56, Pages: 189-203
- Csík, Á.; Csoknyai, T.; Botzheim, J. (2013) *EnergOpt – Épületenergetikai optimalizáció és lehetséges alkalmazásai. I. rész: Az optimalizáció elméleti alapjai.* *Magyar Épületgépészet*, LXII. (11), pp. 3-7.
- Csík, Á.; Csoknyai, T.; Botzheim, J. (2014) *EnergOpt – Épületenergetikai optimalizáció és lehetséges alkalmazásai. II. rész: Az optimalizáció gyakorlati megvalósítása.* *Magyar Épületgépészet*, LXIII. (1-2), pp. 46-52.

A **téma** hazai és nemzetközi folyóiratai⁶:

- *Energy and Buildings* (ISSN: 0378-7788, tudományos, lektorált, impakt faktoros, nem hazai, SCI)
- *Building and Environment* (ISSN: 0360-1323, tudományos, lektorált, impakt faktoros, nem hazai, SCI)
- *Building Research and Information* (ISSN: 0961-3218, tudományos, lektorált, impakt faktoros, nem hazai, SCOPUS)
- *Energy Policy* (ISSN: 0301-4215, tudományos, lektorált, impakt faktoros, nem hazai, SCI)
- *International Journal of Life Cycle Assessment* (ISSN: 0948-3349, tudományos, lektorált, impakt faktoros, nem hazai, SCOPUS)
- *International Journal of Sustainable Engineering* (ISSN: 1939-7038, eISSN: 1939-7046, tudományos, lektorált, nem impakt faktoros, nem hazai, SCOPUS)
- *Magyar Építőipar* (ISSN: 0025-0074, tudományos, lektorált, nem impakt faktoros, hazai)
- *Magyar Épületgépészet* (ISSN: 1215-9913, tudományos, lektorált, nem impakt faktoros, hazai)

⁵ Minimum 5, maximum 10 cikket vagy monográfiát kérünk felsorolni, amik között feltétlenül szerepelnie kell a legfrissebb, legismertebb eredményeknek.

⁶ 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.

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

- Szalay Zsuzsa, Zöld András (2014) Definition of nearly zero-energy building requirements based on a large building sample, **ENERGY POLICY** 74: pp. 510-521. Paper <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.07.001>, *impakt faktor: 2.696**
- Szalay Zsuzsa, Váraljai Eszter, Csík Árpád (2014) Energetikai célú épületfelújítás optimalizációja matematikai módszerekkel, **MAGYAR ÉPÍTŐIPAR** 2014: (5) pp. 213-217.
- Szalay Zs (2008) Modelling building stock geometry for energy, emission and mass calculations, **BUILDING RESEARCH AND INFORMATION** 36: (6) pp. 557-567. Paper 10.1080/09613210802396, *független idéző közlemények száma: 4*
- Szalay Zs, Zöld A (2007) What is missing from the concept of the new European Building Directive?, **BUILDING AND ENVIRONMENT** 42: (4) pp. 1761-1769, *impakt faktor: 0.852, független idéző közlemények száma: 26*
- Szalay Zs (2012) Megéri-e közel nulla energiaigényű épületeket építeni? - Életciklus elemzés. **MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET** 61:(11) pp. 3-6.

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

- Hrabovszky-Horváth Sára Erzsébet, Szalay Zsuzsa (2014) Environmental assessment of a precast concrete building stock in a time perspective, **ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL** 13: (11) pp. 1-8. *impakt faktor: 1.258*
- Szalay Zsuzsa, Csík Árpád, Csoknyai Tamás, Balázs János, Botzheim János (2013) The 'Deep Blue' Challenge - Human Architects vs. Computer Aided Optimization in the Design of Cost-efficient Building Retrofit, In: Szerk.: Werner Lang Proceedings of PLEA 2013 conference. München: Fraunhofer IRB Verlag, 2013. pp. 1-6. (Proceedings of PLEA 2013)
- Szalay Zsuzsa, Csoknyai Tamás (2013) Life cycle costs and environmental impacts of a nearly zero-energy detached house. **INTERNATIONAL REVIEW OF APPLIED SCIENCES AND ENGINEERING** 4:(2) pp. 163-169.
- Horváth Sára Erzsébet, Szalay Zsuzsa (2012) Decision-making case study for retrofit of high-rise concrete buildings based on life cycle assessment scenarios. In: A. Ventura, C. de la Roche (szerk.) International Symposium on Life Cycle Assessment and Construction – Civil Engineering and Buildings. 414 p. Konferencia helye, ideje: Nantes, Franciaország, 2012.07.10-2012.07.12. [s. l.]: RILEM Publications, 2012. pp. 116-124. (RILEM Proceedings; 86.) (ISBN:978-2-35158-127-8) Received Conference Best Paper Award
- Zöld András (szerk.) Baumann M, Csoknyai Tamás, Kalmár Ferenc, Magyar Zoltán, Majoros András, Osztrólczy Miklós, Szalay Zsuzsa, Zöld András (2006) Az új épületenergetikai szabályozás: Segédlet, Pécsvárad: Bausoft Pécsvárad Kft., 302 p. (ISBN: 9632291786)

A **témavezető** eddigi doktoranduszai⁷:
(név/felvétel éve/abszolutórium megszerzésének éve/PhD fokozat éve)

-

Melléklet: a téma bővebb leírása

Budapest, 2015.02.16.

Dr. Szalay Zsuzsa

⁷ 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 Európai Unió energiafogyasztásának közel 40%-áért felelős épület szektorban jelentős költségghatékony energia megtakarítási potenciál rejlik. Az épületek energiahatékonyságának növelése kiemelt jelentőségű az energiafüggőség és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése érdekében. Az épületenergetikai követelmények ennek megfelelően az utóbbi években jelentősen szigorodtak; 2020 után már csak „közel nulla” energiaigényű új épületek építhetők majd [1].

A jelenlegi épületenergetikai szabályozások csak az épületek üzemeltetési energiaigényére koncentrálnak, holott az építőanyagok kitermelése, előállítása, valamint az épületszerkezetek karbantartása, felújítása, bontása is jelentős energiafelhasználást és károsanyag kibocsátást okoz. Az épületek teljes életciklusa alatt felhasznált energia és a környezetre gyakorolt hatás az életciklus elemzés módszerével vizsgálható. Az utóbbi tíz évben a nemzetközi szakirodalomban jelentősen megnőtt az épületek életciklus-elemzésével foglalkozó cikkek és tanulmányok száma [2-6]. A témavezető, illetve más kutatók is rávilágítottak arra, hogy az alacsony energiaigényű épületekben az életciklus szakaszok aránya megváltozik [7-11]. Míg kontinentális éghajlaton a hagyományos épületekben a fűtés dominál a teljes életciklusra vetített környezetterhelést tekintve, az alacsony vagy közel nulla energiaigényű épületekben ennek jelentősége csökken. Az energia megtakarítás célú intézkedések, például a fokozott hőszigetelés, korszerű nyílászárók, komplex épületgépészeti rendszerek és a megújuló energiaforrások hasznosítása jelentősen csökkentik az üzemeltetési energiaigényt, de egyúttal növelik a beépített energiatartalmat.

A kutatás fő kérdése az alacsony energiaigényű épületek teljes életciklus szemléletű vizsgálata és optimalizációja. Az energiamegtakarítási technikák kombinációs lehetőségei még egy viszonylag kis épület esetén is igen nagyszámúak, ezért a mérnöki gyakorlatban az „optimalizáció” általában korlátozott számú alternatíva számítását és összehasonlítását jelenti. Léteznek olyan matematikai módszerek (pl. heurisztikus technikák), melyek segítségével egy adott célfüggvény kvázi-optimális megoldása nagyszámú változó és kombináció esetén is automatikusan és viszonylag gyorsan megtalálható. Az utóbbi években nemzetközi szinten egyre több kutató foglalkozik az ilyen algoritmusok épületenergetikai felhasználásával [12-15], de az életciklus jellegű alkalmazásra egyelőre kevés példa található. A kutatás épít a Széchenyi István Egyetem kutatócsoportja által korábbi projektek során kifejlesztett korszerű optimalizációs algoritmusokat használó szakértői rendszerre [16-18], melynek továbbfejlesztésében témavezető is közreműködik [19].

Irodalom:

[1] Európai Parlament és Tanács (2010). 2010/31/EU irányelv az épületek energiahatékonyságáról.

[2] Sartori I, Hestnes AG (2007) Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article. Energy and Buildings;39:249-57.

[3] Ramesh T, Prakash, R, Shukla KK. (2010) Life cycle energy analysis of buildings: an overview. Energy and Buildings; 42(10): 1592-1600.

[4] Luisa F. Cabeza, Lída Rincón, Virginia Vilariño, Gabriel Pérez, Albert Castell (2014) Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of

buildings and the building sector: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume: 29, Pages: 394-416

[5] Szalay, Zs; Zöld, A. (2008). What is missing from the concept of the new European Building Directive? *Building and Environment*, 42 (4): 1761-1769.

[6] Szalay Zs (2008). Life cycle environmental impacts of residential buildings. Ph.D. dissertation, Budapest University of Technology and Economics, 2008.

[7] Szalay Zs. (2012) Are nearly-zero energy buildings worth it? A life cycle perspective. In: Ferenc Kalmár, Ákos Lakatos, Zsolt Tiba, Judit T Kis, Norbert Boros, Attila Talamon (ed.) *Proceedings of 18th Building Services, Mechanical and Building Industry days, International Conference*. 307 p. Debrecen, Hungary, 2012.10.11-2012.10.12, pp. 1-8.

[8] Feist W. (1996) Life-cycle energy balances compared: low-energy house, passive house, self-sufficient house. In: *Proceedings of the International Symposium of CIB W67*. Vienna, Austria, p. 183-90.

[9] Blengini GA, Di Carlo T. (2010) The changing role of life cycle phases, subsystems and materials in the LCA of low energy buildings. *Energy and Buildings*;42:869-80.

[10] Verbeeck G, Hens H. (2010) Life cycle inventory of buildings: A calculation method. *Building and Environment*;45:1037-41.

[11] Markus Weißenberger, Werner Jensch, Werner Lang (2014) The convergence of life cycle assessment and nearly zero-energy buildings: The case of Germany. *Energy and Buildings* 76 (2014) 551-557

[12] EVINS R, POINTER P, BURGESS S. (2012) Multi-objective optimisation of a modular building for different climate types. In: *Proceedings of the building simulation and optimisation*.

[13] TUHUS-DUBROW D, KRARTI M. (2010) Genetic-algorithm based approach to optimize building envelope design for residential buildings. *Building and Environment* 2010;45(7):1574-81.

[14] DIAKAKI C, GRIGOROUDIS E, KOLOKOTSA D. (2008) Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings. *Energy and Buildings* 2008;40(9):1747-54.

[15] Hamdy, Mohamed, Hasan, Ala, Siren, Kai (2010) A multi-stage optimization method for cost-optimal and nearly-zero-energy building solutions in line with the EPBD-recast 2010, *Energy and Buildings* (2013)

Volume: 56, Pages: 189-203

[16] Csík, Á.; Botzheim, J.; Balázs, J.; Csoknyai, T.; Hontvári. J.L. (2012). Energy and Cost Optimal Design for the Reconstruction of Residential Building Envelopes by Bacterial Memetic Algorithms, *Proceedings to the 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and the 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems*, Kobe, Japan.

[17] Csík, Á.; Csoknyai, T.; Botzheim, J. (2013) *EnergOpt – Épületenergetikai optimalizáció és lehetséges alkalmazásai. I. rész: Az optimalizáció elméleti alapjai*. Magyar Épületgépészet, LXII. (11), pp. 3-7.

[18] Csík, Á.; Csoknyai, T.; Botzheim, J. (2014) *EnergOpt – Épületenergetikai optimalizáció és lehetséges alkalmazásai. II. rész: Az optimalizáció gyakorlati megvalósítása*. Magyar Épületgépészet, LXIII. (1-2), pp. 46-52.

[19] Szalay Zsuzsa, Váraljai Eszter, Csík, Árpád, Csoknyai Tamás: Life Cycle Based Optimization of Building Design, *World Sustainable Building Conference 2014 (WSB14)*, Proceedings, 2014. okt. 28-30, Barcelona, Session 88, 7 oldal.