

Bírálat

Szalay Zsuzsa

által az MTA Doktora cím elnyerése érdekében benyújtott

„Az épületek által okozott környezetterhelés csökkentési lehetőségei”

című értekezéséről

Az értekezés 105 számozott oldalt követő további 20 oldal terjedelmű, 296 tételt tartalmazó irodalomjegyzéket, ábrák és táblázatok jegyzékét, valamint 10 mellékletet tartalmaz. Az összesen 184 oldal terjedelmű doktori mű igyekezett a teljességre törekedni. Az értekezés fő (mellékletek nélküli) része 53 szövegbe ágyazott ábrát (elsősorban diagramot) és 15 táblázatot tartalmaz, melyek segítik az értekezésben írtak értelmezését. Az értekezés rengeteg szövegbeágyazott adatot tartalmaz, ennek ellenére érthető, jól tagolt, az egyes fejezetek felépítése logikus, gondos munka. Elírásokat, helyesírási hibákat gyakorlatilag nem lehet találni benne.

A dolgozat tartalmi része a rövidítések jegyzékével és fogalommagyarázattal kezdődik, melyek komoly segítséget nyújtanak a meglehetősen tömény szöveg értelmezéséhez. Ehhez a részhez illik tartalmilag a „Hatáskategóriák jellemzése” című (M1) melléklet is. Feltételezem, hogy a 100 oldalas limit miatt került a mellékletek közé.

Az 1. fő fejezet a bevezetés, mely tömören indokolja az épületek és az építőipar hatását a globális energiafelhasználásra, valamint az ezzel kapcsolatos kibocsátásokra. A kérdés vitán felül aktuális, a teljes életciklus-elemzés alapú megközelítés pedig korszerű.

A 2. fő fejezet tartalmazza a kutatás céljait. Szalay Zsuzsa doktori munkájában a lakóépületek teljes életciklusára vetített környezet-terhelésének meghatározásával és a hazai jogi környezet számára referenciaértékek kidolgozásával foglalkozik. Értekezésében számos célt állít, melyek a következők:

- Módszertani keretrendszer fejlesztése a környezetterhelés számszerűsítéséhez
- Az üzemeltetési energiafogyasztás és az elérhető megtakarítások meghatározása, a különböző épülettípusok összehasonlítása.
- A villamos energia jövőbeni valószínűsíthető dekarbonizáció hatásának elemzése.
- Különböző épülettechnikai rendszerek gyártása során okozott környezetterhelés számszerűsítése és összehasonlítása az üzemeltetés által okozott terheléssel.
- A jellemző építési rendszerek beépített környezeti hatásának meghatározása, a jellemző épülettípusok összehasonlítása.
- A teljes életciklusra vetített környezeti hatások számszerűsítése, az életciklus szakaszok meghatározása.
- A karbonsemlegesség elérhetőségének elemzése különböző épülettípusok esetén.
- Határ- és referencia értékek ajánlása a hazai épületenergetikai szabályozás számára.
- Meglévő épületek által okozott környezetterhelés összevetése a mélyfelújítás, valamint a bontás, majd új épület építése által okozottal.
- Az épülethatároló szerkezetek optimalizációja a hőátbocsátási tényező teljes életciklus elemzése alapján.

A szerző gondosan definiálja a szükséges lehatárolásokat is, így például kutatása nem terjed ki a költségek elemzésre vagy a lakóépületen túli egyéb épülettípusokra. Bár az egyes fő fejezetekben kitér egyéb hatásindikátorokra is, az értekezésben a klímaváltozás- globális felmelegedés kategóriára (GWP kibocsátás) fókuszál. Ugyanakkor deklaráltan nem vizsgálja a különböző klímaváltozási forgatókönyvek épületenergetikai viselkedésre vonatkozó hatását.

A 3. fő fejezetben (Szakirodalmi háttér) a szerző összefoglalja a legfontosabb globális klímavédelmi célokat, az ezzel összefüggő európai és hazai épületenergetikai előírásokat, majd ismerteti az életciklus-elemzés módszerét általánosan, illetve specifikusan az épületekre vonatkozóan. A fejezet ismerteti a referencia- és a határértékek fogalmát, használatát és a különböző (bottom-up, top-down) benchmarkok felhasználását az épületenergetikai összehasonlításokban. A fejezet a karbonsemleges épületek fogalmának kifejtésével zárul.

A szükséges háttérinformációk bemutatása után kezdődik az új tudományos eredmények bemutatása. Ennek első része a 4. fő fejezetben szereplő „Módszertan”. A szerző logikus rendszert hozott létre. Az épületmintán túl részletesen ismerteti a geometriai és a szerkezeti paramétereket. Ismerteti továbbá az épületenergetikai számításokhoz szükséges jellemzőket (hőátbocsátási tényező, fajlagos hővesztesség-tényező. ...), az alap adatokat, majd a különböző épülettechnikai rendszereket. Mind a szerkezeteket, mind a technikai rendszereket modellezi, felhasználva számos hazai és külföldi adatbázist.

A következő fejezetek az eredményeket foglalják össze.

Az 5. fő fejezet az üzemeltetési energiaigénnyel foglalkozik. Ismerteti az összesített energetikai jellemzőket és kibocsátásokat, összehasonlító elemzést végez a különböző épülettípusok és épülettechnikai rendszerek esetén, bemutatja más hatáskategóriák vizsgálatát is. A szerző elemzi az épületek üzemeltetése által okozott környezetterhelés további csökkentésének lehetőségeit. Az 5.5 fejezet („Az épülettechnikai rendszerek beépített környezeti hatása”) ugyan a jelenlegi helyén is elhelyezhető, logikailag mégis inkább a 6. fejezetbe illene.

A 6. fejezet az „Új épületek beépített környezeti hatása” címet kapta. Elsősorban a globális felmelegedési potenciálra fókuszál, de ismerteti más hatáskategóriák vizsgálatának eredményeit is. A beépített környezeti hatás további csökkentési lehetőségei közül kiemeli a beton környezeti hatását és a termékfejlesztés fontosságát.

A 7. fő fejezet az új épületek teljes életciklusra vonatkozó környezeti hatását foglalja össze. A 7.2 alfejezet a karbonsemlegesség elérhetőségével foglalkozik. Ehhez kapcsolódóan a tézisek kifejtésénél még lesz kérdés, ld. 6. tézist.

A 8. fő fejezet A határértékek meghatározásával, ezen belül elsősorban a közel nulla energiaigényű épületek követelményével foglalkozik.

A 9. fő fejezet a meglévő épületek jövőbeni sorsával foglalkozik és azt elemzi, hogy bontani és újat építeni, vagy felújítani érdemes inkább.

A szerző hivatkozik a 2022. évi népszámlálás adataira és azt írja, hogy e szerint 4 580 538 lakás van Magyarországon, és a 2019-2023 időszakban évente átlagosan 28 825 lakásra adtak ki építési engedélyt. Ebből következtet arra, hogy a teljes lakásállomány megújulása 159 évig tartana. A helyzet ennél sokkal rosszabb. Csak akkor újulna meg ugyanis ennyi idő alatt a lakásállomány, ha minden egyes új lakás építéskekor lebontatnának egy régit. Ez azonban

nincs így: A KSH lakásállományra vonatkozó adatai¹ szerint 2000-2023 időszakban összesen 791 415 lakásépítési engedélyt adtak ki. Eközben a lakásállomány 4 061 279-ről 4 586 878-ra nőtt, azaz 535 589-cel gyarapodott. Épített lakás ebben az időszakban 557 585 volt, ami éves átlagban 23 232-t jelent. Egy másik, hasonló KSH statisztika adatai² szerint 2000-2023 között évente átlagosan 3235 (összesen 77 628) lakás szűnt meg.

Kérdésem: A fentiek fényében hány évre becsüli a Jelölt a teljes lakásállomány megújulását? Tekinthető-e megújultnak egy többszáz éves (az eredeti számítás szerint 159 éves) lakás? Hogyan viszonyulnak ezek a számok a várható lakás élettartamokhoz?

A 10. fő fejezet a beépített és az üzemeltetési környezetterhelés összefüggéseivel és az optimalizálás lehetőségeivel foglalkozik, különös hangsúlyt fektetve a hőszigetelés optimális vastagságának meghatározására.

A 11. fejezet tartalmazza az összefoglalást és – külön alfejezetben – az új tudományos eredményeket. Ezekről tételesen az alábbiakban nyilatkozom:

Az 1. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

A 2. tézist **nem ismerem el** új tudományos eredményként.

Indoklás: közismert, hogy a hőszivattyúk alapvetően a felhasznált villamos energia révén járulnak hozzá az üzemeltetési GWP-hez. Ebből *triviálisan következik*, hogy ha a villamos energia jövőbeni dekarbonizációja várható, azaz a villamos energiatermelés és -felhasználás sokkal kisebb mértékben járul hozzá a klímaváltozáshoz, akkor minden felhasználója – így a hőszivattyús rendszerek is – kevésbé fognak közvetett GWP-t kibocsátani.

A 3. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

A 4. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

Az 5. tézist **elismerem** új tudományos eredményként a számszerű adatok miatt.

A tézis harmadik bekezdésének vastagon szedett része megismétli a 2. tézisben írtakat, ezért ez a rész önmagában nem lenne új tudományos eredmény.

A 6. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

Megjegyzés: kérem oldja fel a következő (látszólagos) paradoxont: A tézis értelmében egy családi ház bizonyos feltételek (teljes tetőfelületen napelem, faelgázosító kazán vagy hőszivattyús rendszer használata) teljesülése esetén a teljes életciklusra vetítve karbonsemlegesnek minősül. Ugyanez a ház, évekkel később, már nem minősül karbonsemlegesnek, bár a korábbinál tisztább elektromos áramot fog használni. Tehát annak ellenére romlik a minősítése hogy a korábbinál is kevésbé járul hozzá a klímaváltozáshoz. Amennyiben a környezet elegendően tiszta (a villamos energiatermelés nagy mértékben dekarbonizált), akkor már esélye sincs a karbonsemlegességre. Biztosan helyes a karbonsemlegesség definíciója?

A 7. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

A 8. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

A 9. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

¹ KSH 18.1.1.1 A lakások összefoglaló adatai: https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0001.html

² KSH 18.1.1.9 Lakásépítés, üdülőépítés, lakásmegszűnés: https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0009.html

A 10. tézist **elismerem** új tudományos eredményként.

A dolgozat 296 szakirodalmi hivatkozást tartalmaz, köztük 31 olyat, melynek a Jelölt is társszerzője.

Összességében megállapítom, hogy Szalai Zsuzsa kutatómunkája korszerű és aktuális kérdéseket vizsgál. Doktori értekezése értékes és hiteles, korábban a hazai és külföldi szakmai folyóiratokban és konferenciákon publikált tudományos eredményeket tartalmaz. Mindezek alapján javaslom Szalai Zsuzsa értekezésének nyilvános vitára bocsátását.

Miskolc, 2025. november 12.



Palotás Árpád Bence
az MTA doktora