

**Csoknyai Tamás: „A magyarországi lakóépület-állomány energetikai modellezése, a korszerűsítés lehetőségei” c.**

**MTA doktori értekezésének bírálata**

Az értekezés lokálisan és globálisan fontos és időszerű téma elemzésével, a hazai lakóépület-állomány állapotának feltérképezésével, energetikai modellezésével, korszerűsítési lehetőségek elemzésével foglalkozik (talán kicsit megkésve). Célja, hogy az elkészített modellekkel végzett szimulációk eredményeivel adatokat szolgáltatson további, a nemzetgazdaság szempontjából fontos elemzésekhez, stratégiák és szakpolitikai forgatókönyvek készítéséhez annak érdekében, hogy a lakóépület-állomány nem megújuló primer energiafelhasználásának jelentős mértékben csökkenjen. Ez az energiagazdálkodás hatékonyság javító intézkedésekkel, valamint a megújuló energiaforrások alkalmazásával érhető el.

A címlapot is beszámítva mindösszesen 167 számozott oldalt tartalmazó értekezés a bevezető és a célkitűzés ismertetését követően további 8 fejezetben ismerteti az értekezéshez kapcsolódó tevékenységét, majd összefoglalja eredményeit. Ezt követően önálló fejezetben ismerteti három csoportba rendezett téziseit. A 181 irodalmi hivatkozás 11, a 10 melléklet 37 oldal terjedelemben lett beszerkesztve. A maradék oldalakon a táblázatok, ábrák és jelölések jegyzéke található.

Az önálló téziszűzetben a szerző koncentrált irodalomjegyzéket állított össze, a tézisek megnevezése mellett feltüntetve a téziseinek közzétételi helyeit ezen irodalomjegyzék szerinti számozással.

Bírálatomat a felkérésben megfogalmazott feladatokkal összhangban az alábbiakban foglalom össze:

### **1. Általános értékelés**

Doktorjelölt az értekezésével és a hozzátartozó téziszűzetével bizonyította, hogy

- képes releváns és időszerű gazdasági/társadalmi probléma felismerésére, kiválasztására és megfogalmazására, valamint rendelkezik az elemzéshez szükséges fogalmi apparátus ismeretével;
- ismeri a témakör szakirodalmát, elméleti és kutatási előzményeit, a felhasználható módszereket, képes azokat alkotó módon továbbfejleszteni és alkalmazni, általa a témakört új eredményekkel gazdagítani;
- rendelkezik a publikációhoz szükséges interpretációs és kifejezési készséggel, az MTMT közlemény és idéző összefoglaló táblázat <https://m2.mtmt.hu/gui2/?type=authors&mode=browse&sel=10036367&view=pubTable> szerinti független hivatkozások száma 2023. 06.15-én 577.

### **2. A témakör hazai és nemzetközi szakirodalmának áttekintése**

A saját publikációkat is tartalmazó irodalomjegyzékben (27 + 154 irodalmi hivatkozás) található ismereteket a Jelölt munkája során hasznosította.

A hivatkozott irodalom többsége nemzetközi tudományos folyóiratcikk, vagy konferencia

előadás összefoglalója, de a téma jellegéből adódóan számos tétel a hazai korábbi kutatások eredményének összefoglalója, illetve a jogszabályok előkészítő tanulmánya. A hozzáférhető irodalom elemzése keretében Jelölt foglalkozik a szakpolitikai környezettel, a szakterület Európai Unió cél- és szabályrendszerével. A lakóépületek statisztikai adatokkal alátámasztott energetikai elemzésével uniós, majd részletesebben hazai szinten. Áttekinti a nemzetközi gyakorlatban alkalmazott módszereket, majd az elmúlt 15 évben végzett hazai kutatásokat. Ezek között több olyan projekt is szerepelt, melyben Jelölt meghatározó tudományos vagy koordinátori feladatokat látott el. Ilyen a KEOP-7.9.0/12-2013-0019 projekt, amely során több mint 2000 reprezentatív módon kiválasztott épület helyszíni felmérését végezték el. A Jelölt dolgozta ki a felmérés módszertanát és jelentős szerepet vállalt az adatfeldolgozásban és az adatok elemzésében. Ez meghatározó volt az értekezésben ismertetett vizsgálatok háttéradatainak biztosításában.

Az épületállományokat elemző nemzetközi kutatások eredményeinek és azok alkalmazási lehetőségeinek áttekintése, a módszerek megbízhatóságának elemzése különösen fontos volt a fogyasztói magatartásból adódó bizonytalanságokat tartalmazó prebound és a rebound hatások hazai értékelésében.

### **3. A Jelölt téziseinek megalapozottsága**

A Jelölt az elemzett téma miatt nem volt egyszerű helyzetben téziseinek megfogalmazásában. Feltételezésem szerint ez is ösztönözte a nagyszámú, (mindösszesen 10), tematikailag három csoportba rendezett tézis megfogalmazására.

A téziseket csoportonként tekintetem át, és az alábbiak szerinti észrevételeimet fűzöm hozzá, majd értékelem:

#### **A. Módszertani keret**

1. tézis: Lakóépület tipológiai mátrixának kidolgozása.

A hazai lakóépület-állomány energetikai értékelésére és modellezésére a Jelölt által kidolgozott tipológiai mátrix elemei szintetikus átlagos tulajdonságú épületekre vonatkoznak. A szintetikus épület tulajdonságokat a Jelölt statisztikai módszerekkel határozta meg, a tipológiai mátrix elemei az épületek energiafogyasztását alapvetően meghatározó jellemzőkkel bírnak.

A tipológiai mátrixot statisztikailag szignifikáns darabszámú (2029), reprezentatív módon kiválasztott és szakértők által felmért valós épület tulajdonságai alapján határozta meg. A felmérésben résztvevő szakértők számára protokollt dolgozott ki.

*A hivatkozott tipológiai mátrix az országos statisztikai és energetikai elemzésekhez, energiahatékonysági stratégiák, szakpolitikai intézkedések kidolgozásához és támogatások meghatározásához a döntés előkészítők és szakértők által a gyakorlatban alkalmazott hasznos eszköz.*

#### **B. A magyarországi lakóépületek jelenlegi állapota**

2. tézis: Eredeti állapot értékelése: indikátorok, aggregált energiafelhasználás.

A lakóépületek típus szerinti bontásban meghatározta az energetikai szempontból releváns fajlagos indikátor értékeket (energiahordozónkénti végső energiaigény, a nem megújuló primerenergiaigény és széndioxid kibocsátás), valamint extrapolálta az eredményeket a lakóépület-állomány egészére.

Megállapította, hogy rendeltetésszerű használat és szabványos 72000 hK hőfokhíd mellett a magyarországi lakóépület-állomány fajlagos nem megújuló primerenergia igénye 390 PJ/év. A teljes energiafelhasználás 90%-ért az 1990 előtt épült épületek

felelnek. Az energiafogyasztás túlnyomó része a családi ház (80.5%) állományhoz köthető, amit a nagy társasház (14.7%) és a kis társasház (4.8%) állomány követ. Két épülettípusra jutó hányad különösen nagy (a teljes energiaigény 34%-a): ezek az alapozás nélküli vályogházak (2. típus) és az 1960-1979 között épült téglá, kő vagy kézi falazóelemmel épített családi házak (5. típus).

*A százalékosan meghatározott értékek a vizsgálat időpontjára vonatkoznak, a korszerűsítéssel változnak. Célszerű lett volna korszerűsítési forгатókönyvek feltételezésével a várható változást előrevetíteni.*

### 3. tézis: Effektív prebound hatás.

A Jelölt összevetette a „bottom-up” módszerrel meghatározott országos energiafelhasználást az országos energiamérlegből kiadódó értékkel és értékelte az eltérés okait. A lakóépület szektor egészét jellemző effektív prebound hatás mértékét 26%-ban állapította meg, amit csökkenthet a háztartási tűzifa használatra vonatkozó statisztikákból adódó esetleges bizonytalanság.

*A hivatkozott bizonytalanságok, (a távhő átlagos primer energia tényezője, a megújuló energia átlagos primer energia tényezője, a villamos áram átlagos primer energia tényezője, stb.) miatt az értéket hasznos lett volna érzékenységi vizsgálattal kiegészíteni.*

### 4. tézis: Energiahatékonysági skála.

A Jelölt megállapította, hogy a nemzetközi gyakorlatban alkalmazott energiatanúsítási értékelési skálák nem szolgáltatnak információt arról, hogy egy adott épület energiahatékonysága hogyan viszonyul a lakóépület-állomány többi épületének hatékonyságához. Módszert dolgozott ki olyan hatékonysági skála létrehozására, mely a lakóépületállomány felmérési adatain alapul, és alkalmas ilyen információ szolgáltatására, továbbá figyelembe vesz új épületekre vonatkozó sajátos szempontokat is. Sarokszámokat határozott meg a magyarországi kategória határok megállapításához a felmérési minta adatai alapján: a lakóépület-állomány leghatékonyabb 15%-ra igaz, hogy  $E_p < 153,2 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ , az állományra vonatkozó átlagérték  $E_p = 276,8 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ , az épületek legkevésbé hatékony 15%-ára pedig  $E_p > 476,2 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ .

*A megállapítás és a javaslat, - miszerint „Célszerű lenne olyan skála és kategória jellemzési rendszer kidolgozása, mely alapján a fogyasztó el tudja helyezni saját lakását a lakóépület-állomány többi épületének hatékonyságához képest.” - valamint a módszer kidolgozása helyes, a gyakorlatban célszerű alkalmazni.*

## C. A korszerűsítés lehetőségei

Ebbe a csoportba a Jelölt korszerűsítési lehetőségként elsősorban a fosszilis energia hordozók kiváltására irányuló, az energia termeléshez/átalakításhoz, majd hasznosításhoz kapcsolódó alábbi hat tézist sorolta:

5. tézis: Biomassa alapú hőtermelés
6. tézis: Napenergia hasznosítás
7. tézis: Hőtermelés elektrifikációja
8. tézis: Gépi hűtés
9. tézis: Elektrifikáció és napelemek együttes alkalmazása

## 10. tézis: Helyben termelhető megújuló energia hasznosítás lehetőségei

A tézis nevében szereplő esetekre vizsgálta és számszerűsítette az energiaátalakítás/hasznosítás átállításának lehetőségeit és értékelte ennek lehetséges következményeit.

*A vizsgálatot, a számszerűsítést és a következtetéseket újnak, fontosnak és hasznosnak tartom, az érzékenységi vizsgálatot ez esetben is hiányolom.*

*Szerkesztéstechnikailag az 5 – 10 tézisek összevonhatók, a számokkal kifejezett értékek táblázatban bemutatathatók.*

A tézisek új eredménynek tekinthetők, megalapozottak, a gyakorlatban alkalmazhatóak, a jövőben azonban a Jelölt, vagy más, a témával foglalkozó szakértők által célszerű továbbfejleszteni.

A továbbfejlesztést indokolja, hogy az épületállomány a műszaki és a gazdasági környezet változása miatt, szakpolitikai intézkedésekkel is ösztönözve, a korszerűsítéssel párosuló felújításokkal folyamatosan változik. A változások új értékeket eredményeznek, új célkitűzéseket generálnak. A továbbfejlesztés során már az elemzést támogató modellekbe célszerű beilleszteni az érzékenységi vizsgálatot, ezzel is segíteni a döntéshozók munkáját.

## 4. Összefoglaló értékelés

A doktori értekezés eredményeit újnak tekintem, érdekéért ismerem el, hogy a Jelölt célkitűzéseinek eléréséhez hatalmas mennyiségű, rendkívül komplex és heterogén adathalmazt gyűjtött össze, szintetizált és elemzett. Az összegyűjtött adatokat hitelesnek fogadom el.

Érdemnek tekintem, hogy a Jelölt munkája eredményeként született, - a hazai lakóépület állomány energetikai szempontból releváns műszaki tulajdonságait és hatékonysági indikátorait tartalmazó nagyon részletes adatbázis, - nemcsak a tézisek megfogalmazására és hasznosítására volt felhasználva, kiinduló alapul szolgál további elemzésekre, döntések előkészítésére.

Jobbító javaslataimat a tézisek áttekintése alkalmával beszúrtam.

Ezennel nyilatkozom arról, hogy a téziseket nem egyenként számozva, hanem a három csoportba foglalva új tudományos eredményként fogadom el.

**Az értekezést nyilvános vitára alkalmasnak tartom.**

## 5. Egyéb észrevételek

Az oldalszámozásnál célszerű lett volna a bevezetést a 10. oldal helyett 1. oldalként kezdeni, az Excelben készített ábrákat keret nélkül beilleszteni.

Budapest, 2023. június 15.

Zsebik Albin