

**2024. DECEMBER 12.**

**Építs újat vagy mentsd meg a régit?**  
**Az építészet ökológiai lábnyoma a klímaváltozás tükrében**

Molnár Tamás  
R1FYI5  
TMDK dolgozat

Pécsi Tudományegyetem

Műszaki és Informatikai Kar

Építészeti tanszék

**Építs újat vagy mentsd meg a régit?**

**Az építészet ökológiai lábnyoma a klímaváltozás tükrében**

Készítette: Molnár Tamás

Évfolyam: 3. évfolyam

Témavezető: Dr. Baranyai Bálint

Beosztás: adjunktus

## Tartalomjegyzék

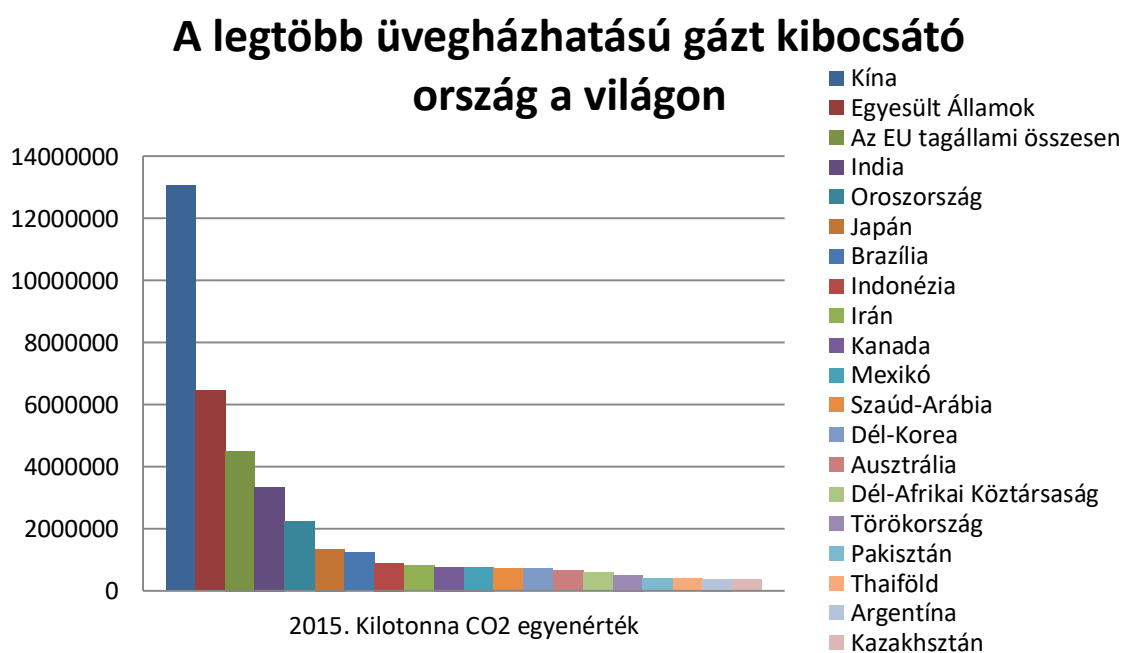
|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Bevezetés                                                                                                                               |     |
| 1. A globális felmelegedés és az emberi tevékenység hatásai.....                                                                           | 4.  |
| 1.1 A klímaváltozás hatásai és az építőipar szerepe a szén-dioxid kibocsátásában...                                                        | 6.  |
| 1.2. Az épületek előállítása, fenntartása és lebontása számos ökológiai lábnyomot hagy maga után.....                                      | 6.  |
| 2. Építőanyagok LCA és EPD elemzés.....                                                                                                    | 7.  |
| 2.1. Beton LCA és EPD elemzés.....                                                                                                         | 8.  |
| 3. Új építésű és használt lakások piaci trendjei Magyarországon.....                                                                       | 9.  |
| 4. Új építésű vagy felújított régi lakás? Fenntarthatóság és egyediség kéz a kézben jár ...                                                | 10. |
| 5. A lakáspiac vásárlás hatása a CO <sub>2</sub> kibocsátásra.....                                                                         | 11. |
| 6. Az építésszek megoldásai a kisebb ökológiai lábnyomért.....                                                                             | 11. |
| 7. Magyarországi lakásállomány energetikai korszerűsítésének kihívásai és lehetőségei..                                                    | 12. |
| 8. Magyarország helyzete az Európai Unióban és a fenntartható lakáspiac nemzetközi példái                                                  |     |
| 9. A technológiai innovációk hatása a CO <sub>2</sub> kibocsátás csökkentésére.....                                                        | 16. |
| 10. Egy 100 m <sup>2</sup> -es új építésű ház és egy 100 m <sup>2</sup> -es régi ház felújításának ökológiai lábnyom összehasonlítása..... | 18. |
| 11. Konklúzió.....                                                                                                                         | 21. |
| 12. Források.....                                                                                                                          | 22. |
| 13. Köszönetnyilvánítás.....                                                                                                               | 23. |

## Bevezetés

### 1. A globális felmelegedés és az emberi tevékenység hatásai

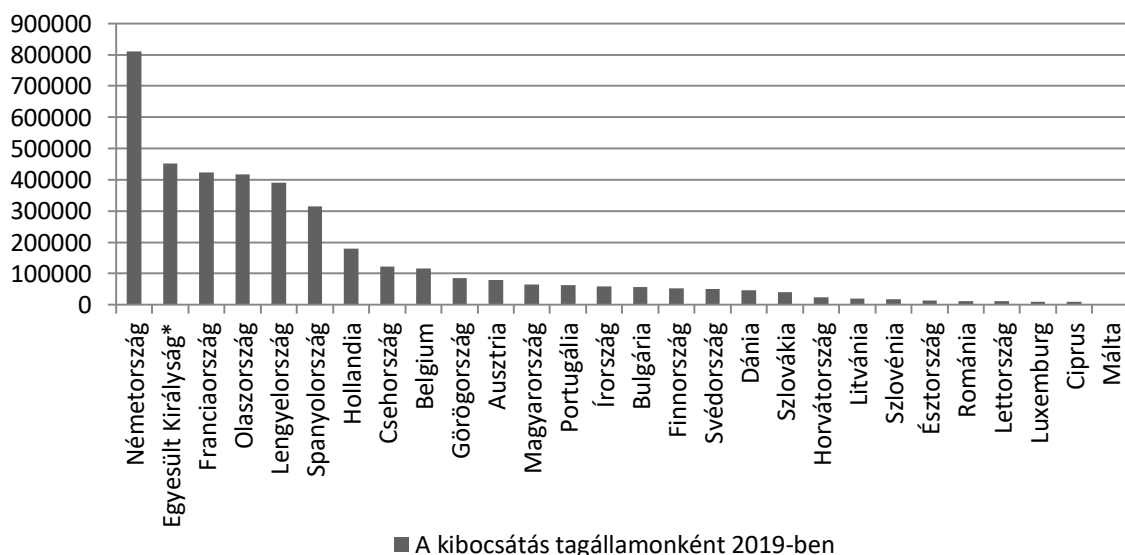
A klímaváltozás az elmúlt évtizedek egyik legnagyobb kihívássá vált, mélyreható hatást gyakorolva bolygónk ökológiai rendszerére, gazdaságára és társadalmára. Az emberi tevékenység, különösen az üvegházú gázok kibocsátása alapvetően hozzájárulnak a folyamatokhoz, mivel jelentős hatást gyakorol a légkör alsó rétegének, troposzférának a hőmérsékletére. A globális felmelegedés folyamata már az ipari forradalom (18. század vége 19. század eleje, közepe) óta nyomon követhető. A fosszilis tüzelőanyagok, például a szén és az olaj égetése az üvegházhatású gázok kibocsátásának 76%-áért felelős. Ennek főalkotóeleme a szén-monoxid (CO<sub>2</sub>), melyet az energetika és a közlekedési ágazatok kibocsátása tovább fokoz.

Az alábbi ábra a Világ legnagyobb szennyezőit mutatják be 2015-ös adatok alapján. Kína és az egyesültek után a világ harmadik legnagyobb kibocsátója az Európai Unió



1. ábraforrás ENSZ Éghajlat változási Keresztegyezmény (UNFCCC)

Az alábbi ábra az Európai Unió tagállamok teljes 2019-es kibocsátását mutatja be. Az Európai Unión belül a legnagyobb kibocsátó Németország a maga 809.799 millió tonnájával, míg Magyarország 64.433 millió tonnával a 11. legnagyobb kibocsátó az Unión belül. Az Európai Unión belül 2019-re összesen 3.948.244 millió tonna üvegházhatású kibocsátás keletkezett.



\* Az Egyesült Királyság még az EU része volt 2019-ben, mivel 2020. január 31.-én lépett ki hivatalosan

2.

ábraforrás ENSZ Éghajlat változási Keresztegyezmény (UNFCCC)

A globális üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulása az elmúlt évtizedekben jól tükrözi a környezetvédelmi intézkedések hatékonyságát és a fenntarthatósági törekvéseket. 2015-ben a kibocsátás mértéke 4.499.851 millió tonna volt, míg 2019-re ez az érték 3.948.244 millió tonnára csökkent, ami több mint félmillió tonna csökkenést jelent. Ez a változás azt jelzi, hogy az évtized közepére olyan globális politikai és gazdasági intézkedések, mint a karbonsemlegesség iránti elköteleződés és az energiatakarékos technológiák elterjedése, sikeresen biztosítják az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklését. A csökkenés mértéke, figyelembe véve a globális gazdaság növekedését is, pozitív jele annak, hogy a fenntarthatóság iránti elköteleződés egyre inkább kézzelfogható eredményekhez vezet.

## 1.1 A klímaváltozás hatásai és az építőipar szerepe a szén-dioxid kibocsátásában

Az építőipar és az építészeti jelentős szerepet játszik az éghajlatváltozás előidőzésben, és a becslések szerint éves a globális szén-monoxid kibocsátás mintegy 39%-áért felelős. Az épületek és az építkezések együttesen járulnak hozzá. Az energiaigényes építési folyamatok és az épületek működtetése egyaránt növeli az üvegházhatású gázok kibocsátását. Mind ezek mellett az építési és bontási hulladékok is nagyban hozzájárulnak. 2010-ben az EU 27 tagállama mindössze 857,16 millió tonnaépítés és bontási hulladékot termelt. Az Egyesült Államok, amely 1990 és 2018 között évente 342%-kal több építési és bontási hulladékot termelt számügyileg körülbelül ez 600 tonnát jelentetett.

## 1.2. Az épületek előállítása, fenntartása és lebontása számos ökológiai lábnyomot hagy maga után.

- a. Az épületek **energiaigénye**, különösen a fűtés, hűtés és világítás miatt a világ energiafogyasztásának jelentős részét teszi ki. A nem megfelelő szigetelt energiahatékonyságú épületek hozzájárulnak a fosszilis tüzelőanyagok használatához és az üvegházhatású gázok kibocsátáshoz.
- b. A három leggyakrabban használt **építőanyag** előállítása, mint a cement az acél és az üveg rendkívül energiaigényesek és a gyártásuk során elég magas CO<sub>2</sub> keletkezik, amely bekerül a levegőbe, a beton előállítása az egyik legnagyobb kibocsátó iparág, amely éves szinten több milliárd tonna CO<sub>2</sub> generál.
- c. Az építkezések és felújítások során keletkező **hulladékok**, mint például az építőanyagok, hőszigetelések, a bontott építőanyagok nagyon sűrűn már nem kerülnek újrahasznosításra, így ezek a hulladéktárolóban kötnek ki ez által további környezeti terhelést generálunk ezzel.
- d. Az épületek létrejöttéhez elengedhetetlen a **vízhasználata** melynek a szállítása és előállítása is jelentős környezeti hatással bír. Az építési projektek vízfelhasználása az építési során is magas lehet, főleg a nagy léptékű beruházásoknál
- e. Az építőanyagok és a berendezések illetve más egyéb szükséges eszközök szállítása óriási CO<sub>2</sub> kibocsátással jár. Az építőanyagok **előállítása és szállítása** gyakran hosszú, bonyolult és energiaigényes folyamatot igényel, ami megint csak nagyban növeli az építészeti karbonlábnyomát.

- f. Az építések és az építkezések gyakran felborítják és megbontják a természeti környezetet, ami élőhelyek elvesztését és vízelvezetési problémákat von maga után. A nem megfelelő tervezés és a túlzott urbanizáció növeli a talajpusztulást.
- g. **Az épületek élettartamának** a végén, amikor lebontjuk, a hulladék általában nem kerülnek újrahasznosításra. Hiszen olyan anyagokból készülnek, amelyek nem újrahasznosíthatók így ezek is a hulladék lerakóhelyen végzik, melyek megint csak nagyban növelik az építészeti karbonlábnyomot.
- h. A városokban az építkezések gyakran rengeteg **zöldterületek** elpusztításával jár mely nincs sehol sem visszapótolva. Ezáltal csökkenek a növények és a fák melyek nagyban hozzájárulnak a levegő tisztításában és a hősziget hatás csökkentésében. Az így létrejött beton, térkő, aszfaltfelületek viszont nagyban hozzájárulnak a hősziget kialakulásban. Mely tovább növeli az energiaigényt és a klímaváltozás hatásait.

## 2. Építőanyagok LCA és EPD elemzés

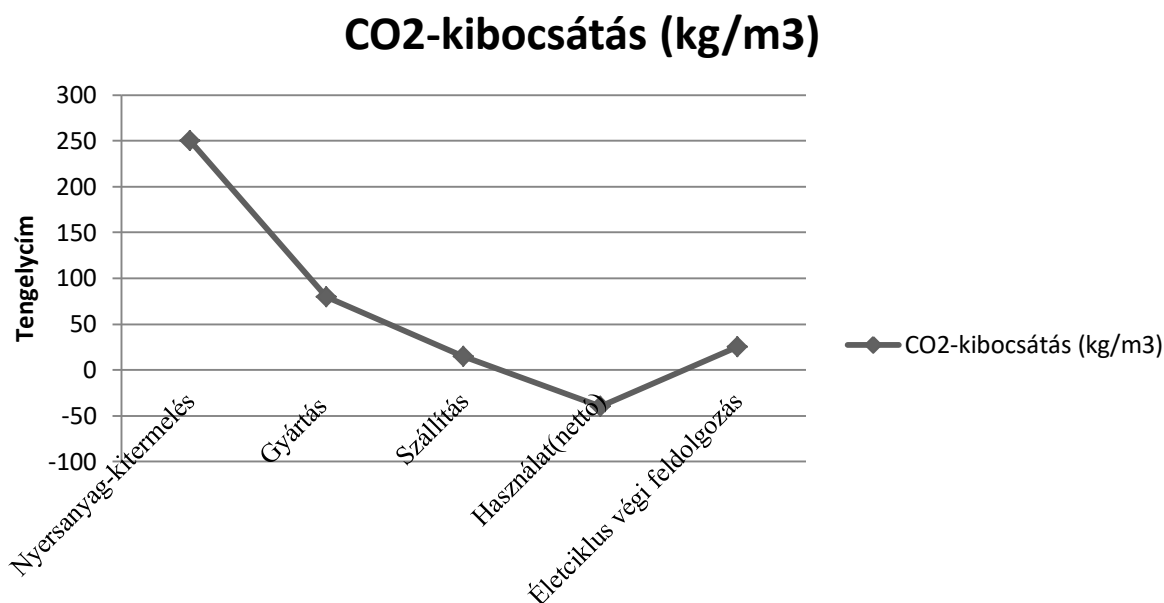
Az építőipari ágazat az egyik legnagyobb bíró iparág a környezetre, ezért az építőanyagok fenntarthatóságának értékelése kulcsfontosságú a klímaváltozás elleni küzdelemben. Az életciklus-elemzés ( angolul Life Cycle Assessment, LCA) ami akkor végzünk el, amikor arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy adott építőanyag mennyi CO<sub>2</sub> kibocsátással készül el, vagyis úgy mond a „bölcstől a sírig” elméleten alapul, és a termék különböző szakaszait vizsgálja meg. A különböző szakaszok pedig a következőket foglalja magában. Elsősorban ami minden építőanyagnak az alapja a nyersanyag-kitermelés fázis melyet a termelési vagy gyártási fázis követ. Mind ezek után a forgalmazási fázis majd a felhasználási fázist vizsgálja meg. A LCA vizsgálatába még beletartozik az életciklus vége elemzés is mely az újrahasznosításból és a bontásból tevődik össze. „Az elemzés a legjobb LCA gyakorlatokon alapul, a nemzetközi ISO-szabványokkal összhangban. Míg a termék karbonlábnyoma csak az ISO 14067 szabványnak megfelelően veszi figyelembe a klímaváltozás hatáskategóriáját, addig az életciklus-elemzés az ISO 14040 és az ISO 14044 szabványt követi. ” [2]

Az LCA adatok alapján készülnek az építőanyagok környezetvédelmi terméknyilatkozatai (angolul Environmental Product Declaration, EPD) amelyek arra szolgálnak, hogy az egyes építőanyagnak a környezeti teljesítményéről nyújt összehasonlítható információkat. Most, hogy megismertük az LCA és EPD alapelveit, térjünk rá az építőipar egyik leggyakrabban használt alapanyagának, a betonnak az elemzésre. Vizsgáljuk meg, milyen környezeti hatásokkal jár a beton életciklusának különböző szakasza, és hogyan segítenek az EPD-k átlátható értékelésben és összehasonlításában.

## 2.1. Beton LCA és EPD elemzés

A beton életciklus-elemzés (LCA) és a környezetvédelmi terméknnyilatkozata (EPD) átfogó képet ad a beton teljes életútjáról, különös tekintettel a környezeti hatásokra. Ez az értékelés különösen fontos, hiszen a beton globálisan az egyik legelterjedtebb építőanyag, amely jelentős van környezetre. A vizsgált beton 25/30 minőségű. Melyet általános célokra használunk fel, mint például lakóépületek és padlószervezetek. A beton gyártásához CEM I típusú portlandcementet, homokot, kavicsot és vizet használnak, egy 1:2:3 keverési arány mellett. Az előállítás során legnagyobb környezet terhelést a cementgyártás okozza. Hiszen ez a folyamatfelelős az üvegházhatású gázok kibocsátásának nagy részét, amely megközelítőleg a nyersanyag kitermeléssel együtt 800-900 kg CO<sub>2</sub>/tonnát jelent, A beton előállításának energiaigénye szintén jelentős, körülbelül 800-1200 MJ/m<sup>3</sup>.

A szállítás során a beton CO<sub>2</sub> kibocsátása függ a távolságtól és a szállítási módoktól. Minél messzebbre visszük az adott alapanyagot annál nagyobb a CO<sub>2</sub> kibocsátás, de általánosságban 10-30 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. A betonnak a hasznosítási fázisában a karbonáció azaz CO<sub>2</sub> elnyelés pozitív hatásként jelentkezik. Ezt 50+ év távlatában mondható ki, hogy a gyártás során keletkező CO<sub>2</sub> 15-20%-át semlegesíti, amely számügyileg tekintve akár -40 kg/m<sup>3</sup>-t is jelenthet. A beton egy újrahasznosítható anyag egy bizonyos szintig, például zúzott betonalként, utakhoz vagy más szerkezeti elemekhez is felhasználható a bontott betontörmelék. Így csökkentjük a hulladéklerakók terhelését illetve ez által levesebb nyersanyagot kell létrehozni. Viszont ezek is, ha egy kicsit is, de hozzá járulnak az ökológiai lábnyom növekedésében. Míg az bontási munkafolyamatok 20-30 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> addig az újrahasznosítás 5-10 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> terhelést jelent a Föld számára.



### 3.Új építésű és használt lakások piaci trendjei Magyarországon

Magyarországon a lakáspiac két fő szegmensre választható szét. Az új építésű házak és a már meglévő házak vásárlása, majd felújítása alkotja a két szegmensét. Amelyek között jelentős eltérések figyelhetők meg a kereslet és a kínálat kialakulásában.

Az új lakások építése 2024 első háromnegyedében mindössze 8709 lakás valósult meg, ami az előző évekhez képest 20%-os visszaesését jelentett. Továbbá 14 551 lakás vár jelenleg engedélyeztetésre, de ez a szám is jelen pillanatban csökkenő tendenciát mutat be. Az építkezések elsősorban a Pest vármegyére koncentrálódnak, míg a vidéki régiókban, mint például Nyugat-Dunántúlon és Észak – Alföldön jelentős visszaesés tapasztalható.

Ezzel szemben meglévő házak vásárlása, majd felújítás piaca viszont növekvő tendenciát mutat. 2024-ben a „használt” lakások adásvétele közel egyharmadával nőtt az előző évhez képest, Ami jól jelzi, hogy ez a fajta kereslet erőteljes jelentét ebben a szegmensben. A lakáspiaci tranzakciók 86%-a már meglévő lakások vásárlására irányul ezzel szemben az új építésű lakások adásvétele mindössze 14%-os részesedést ért el, Az év elején körülbelül 140-150 ezer eladó lakás volt Magyarországon, amely igencsak meghaladja az új lakások kínálatát. A két szegmens közötti különbségek jól tükrözik az emberek vásárlási szokásait és a piaci viszonyokat. Az új lakások építése, bár folyamatosan zajlik, de ez magas költséggel jár és az építési kapacitások korlátai és a hosszabb építkezési folyamat kevésbé vonzó a vásárlók számára. Ezzel kimondhat, hogy Magyarországon az alacsonyabb költségek miatt jóval több kereslet van a már meglévő épületek vásárlása iránt.

#### **4. Új építésű vagy felújított régi lakás? Fenntarthatóság és egyediség kéz a kézben jár**

Az új lakások építése és a régi lakások felújítása is olyan döntések, melyek a fenntarthatóság és az esztétikai igények mentén alakul ki. Mindkét megoldás lehetőséget kínál arra, hogy a lakástulajdonosok csökkentsék az otthonuk szén-dioxid kibocsátást, de eltérő módon járulnak hozzá a fenntarthatósághoz és az életstílushoz.

Az új építésű lakások azok számára lehet vonzó, aki maximális energiahatékonyságot szeretnének elérni. Ezek az ingatlanok a legmodernebb technológiával épülnek. Gyakran még a zero energiaigényt is sikerül elérni a technológia fejlődésének köszönhetően. Ez az épületek már tartalmazhatnak megújuló energiaforrások (mint például napelem rendszer, hőszivattyúk), valamint az utóbbi időben egyre jobban kezd divatban jönni az úgynevezett okos otthon. Az új építésű lakások kiválasztása egyértelmű üzenet a környezetvédelem mellett, hiszen olyan építőanyagok vannak, amely újrahasznosított technológiával készül vagy természetes anyagból, amely elbontása során visszaforgatható a természetbe. Nem utolsósorban pedig szigorú szabályozásoknak kell megfelelni. Az ilyen otthonok különösen ideálisak azok számára, akik szeretnének a jövő technológiájával és kényelmével élni, miközben minimálisra csökkentik az ökológiai lábnyomukat.

Ezzel szemben a régi lakások felújítása azoknak szól, akik a fenntarthatóságot egyedi, történelmi karakterrel karöltve szeretné ötvözni a lakását. A felújítás során lehetőség van arra, hogy a már meglévő szerkezeti elemeket meghagyjuk, és ebből alakítsuk ki az általunk elképzelt és megvalósítható épületet. Ez a fajta „választás” nemcsak a hulladék mennyiséget csökkenti, hanem megóvja az új építőanyag által használt erőforrásokat. Az új építésű házakat úgy tudjuk a legjobban korszerűsíteni, hogy körbe szigeteljük a lakást a régi nyílászárókat kicseréljük egy modernre illetve a fűtési rendszert is lecseréljük egy modernebb technológiára. Ezek lehetővé teszik azt, hogy a modern élet kényelmével szolgáljon, mégis csökkentve az energiafogyasztást és a szén-dioxid kibocsátást.

Természetesen nem csak a fenntarthatósági szempontokat veszik a vásárlók figyelembe, amikor azt a kérdést teszik fel, hogy újat vagy inkább régit és azt újítsuk fel. Hanem valaki nézi az esztétikát, amely egy új építésű háznál a modern, letisztult lakás formájában köszön vissza és egyedi megoldásokat is figyelembe veszi. Viszont sokak nem szeretnének lemondani a régi épületek által kínált egyedi atmoszféráról és a történelmi értékekről. A régi lakás nem csupán csak fenntarthatóság kérdése, hanem a kreatív kihívás is, amely során az ingatlan újraértelmezésével egyedi és modern otthont hozhatunk létre.

Fontos megjegyezni, hogy a két megoldás nem egymás ellentéte és nem is tekinthető versenytársnak pont, hogy kiegészítik egymást. Az új építésű épület a technológiai innováció és a minimális ökológiai lábnyom jegyében születnek, míg a régi lakások felújítás a történelmi értékek megtartásával és a modern stílusirányzat ötvözésével válik fenntarthatóbb épületté. Tehát mind a két megközelítés hozzájárulhat a fenntarthatóbb jövőhöz, miközben teret adunk az egyéni vágyainknak és preferencia megvalósulásának is.

## **5. A lakáspiac vásárlás hatása a CO<sub>2</sub> kibocsátásra**

A lakáspiac alakulása jelentős hatással van az országunk szén-dioxid- kibocsátására, mivel a lakások építése, felújítása és üzemeltetése egyaránt jelentős energiafelhasználással és károsanyagokkal jár, mint ahogy azt már említettem a kutatásom elején, hogy a cementgyártás az egyik legnagyobb szén-dioxid kibocsátó. A lakások vásárlása két eltérő fejlődési irányzatot mutat be. Melyek különbözően befolyásolják a CO<sub>2</sub> kibocsátást.

## **6. Az építészek megoldásai a kisebb ökológiai lábnyomért.**

Mint tudjuk, az épületek építésével, üzemeltetésével és bontásával óriási mennyiségű energia és nyersanyag forog kockán, amelyek erősen hozzájárulnak a klímaváltozás súlyosbodásához. A természet erőforrásai azonban végesek, és a bolygónk jövője érdekében elengedhetetlenek, hogy a fenntarthatóbb megoldásokkal csökkentsük az építőipari által okozott terhelést. Szerencsére az építészek már elkezdtek dolgozni és próbálnak olyan anyagokkal együtt dolgozni, emellett kutatni, amely kevesebb terhelést okoz. Illetve egyre több szabályozásokat is hoz be az UNIÓ az ökológiai lábnyom csökkentése érdekében. Az építészek egyik kulcsfontosságú válasza a körkörös gazdaság elve, amely meglévő épületek anyagainak újrahasznosítására összpontosít. Olyan épületek, amely már nem üzemel, mint például régi gyárépületek, vagy elhagyatott társasházak, vagy félig megépült épületek új funkciókat kaphatnak a meglévő szerkezetek miatt, miközben csökkentve az új nyersanyagok iránti igényt. Ez a megmozdulás természetesen nem csak az új anyagok létrejöttéhez járul hozzá, hanem nagyban hozzájárul a természeti erőforrások megóvásához is. Az építészeknek nem csak ez az egy válasza van a globális felmelegedés ellen., hanem az energiahatékony tervezés, mint például a passzív-ház tervezése. A fenntartható anyagokkal való tervezés, mint a vályog, fa, bambusz, vagy kenderbeton. Ezek az, anyagok megújulóak és nem utolsósorban biológiailag lebomlanak.

A kenderbeton elbontása után a földbe trágyaként használható. Ugyan a kenderbetonban található més, mint kötőanyag, amely okoz CO<sub>2</sub>-t, de ez a mennyiség elenyésző a sima betonhoz képest. A vályog 100%-ban természetes anyag, hiszen az agyagból, homokból,

iszapból és szalmából tevődik össze. Mind ezek mellett próbálnak olyan megoldásokat kitalálni, amely kevesebb Szén-dioxid kibocsátást okoz, ilyen a Szén-dioxid-semleges beton, vagy önjavító beton alkalmazása. Az épületeket próbálják úgy tervezni, hogy amennyi zöldfelületet elvettünk egy új épület létrejöttéhez legalább egy kis százalékát vissza tudjunk adni a természetnek. Az épület tetején, mint zöldtető vagy az épület homlokzatán, mint függőkertek. Ezek nem csak a zöldfelület növelése érdekében hasznosak, hanem a növények hűtik az épületet és csökkentik a városi hő-sziget hatását. A növények gyökérrendszere felfogja a csapadék, egyrészt amivel úgymond levesszük a terhet a csatornarendszerek terheléséről. Mind ezek mellett kiváló levegőtisztító képességgel rendelkeznek. Ugyan is „egy CO<sub>2</sub> molekula egy szén és két oxigén molekulából áll. A szén moláris tömege 12 g/mol, az oxigén moláris tömege 16g/mol, így 1 kg szén található 3,67 kg szén-dioxidban.” Ami csupán annyit jelent, hogy „8-12 éves gyors növekedési ütemű nagyobb méretű fa körülbelül 72 kg CO<sub>2</sub>-t köthet meg évente.”

Az építőanyagok alatt természetesen nem csak arra kell gondolni amiből, építkezünk hanem, hogy milyen burkolatot kap egy adott épület. Ugyanis nem mindegy, hogy az adott épület egy fekete homlokzatot kap vagy egy sokkal világosabb szinte már fehér burkolatot kap. Nézzük csak meg a mediterrán éghajlatban fekvő épületeket, mint például Görögország. Nem véletlen fehér szinte az összes ház, hiszen a nyári forróságban a fehérre meszelt falak segítik csökkenteni a belső hőmérsékletet, mint a városon belül, mint az épületen belül is.

Természetesen nem csak ez az oka, hanem régebben ez volt a legkönnyebben elérhető és legolcsóbb építőanyag Görögországban.

## **7. Magyarországi lakásállomány energetikai korszerűsítésének kihívásai és lehetőségei**

Magyarországi lakásállomány energetikai korszerűsítése jelentős szerepet játszhat az energiafogyasztás és a szén-dioxid kibocsátás csökkentésében, azonban a jelenlegi állapot igen csak nagy kihívást jelent egyelőre. A mindennapokban többször is találkozhatunk az energetikai besorolás jelzőbetűivel, nem csak a háztartásban lévő műszaki cikkekre tudjuk azt mondani, hogy „minimális energiaigényű” hanem a házakra is tudjuk azt mondani, hogy „korszerű” azaz CC kategóriájú épületről van szó. Ugyan is a hazai ingatlanok nagy része elavult energetikai besorolású, a Magyar Energhatékonsági intézet (MEHI) adatai szerint a lakások többsége az „FF” kategóriába esik bele. Amit-annyit jelent, hogy az ilyen lakások átlagos fajlagos primer energiafogyasztása eléri 250 KWh/m<sup>2</sup>/év szintet, ami rendkívül magas az új építésű lakásokhoz képest. Miszerint egy új, azaz korszerű lakás energiabesorolását nézve a „CC” kategóriába esik, amely már éppen nem éri el a közel nulla energiaigényt, de a

mai igényeknek megfelelő. Ezek az épületek már szinte kivétel nélkül hőszigeteltek és az energiafogyasztásuk igen alacsony. Az összesített energetikai jellemző 101 és 130 KWh/m<sup>2</sup>/év közé tehető, amely kétszer kevesebb, mint az „FF” besorolású épület. A legjobb besorolású épület az „AA++ minimális energiaigényű” ez a jelenlegi legmagasabb energetikai besorolás az országban, viszont ez a minősítést nagyon kevés épület kapja meg csupán csak 0,4%. Ezt a besorolást leginkább az új épületek tudják produkálni. Ahhoz, hogy ezt a tanúsítványt megkapjuk kiváló hőszigetelésnek kell lenni az épület, minőségi nyílászáró és hatékony megújuló energiaforrás használat is. Az összesített energetikai jellemző egy évre 40 KWh/m<sup>2</sup> alattinak kell, lenni melyet szakember számol ki.

Az épületek energiaosztályainak összehasonlítása egyszerű számítással lehetséges, amely az egyes kategóriákat hasonlítja össze. Én az AA++ kategóriát és az FF kategóriát hasonlítottam össze.

Az „AA++” kategória referencia értéke általában, mint ahogy írtam 40 KWh/m<sup>2</sup> ehhez viszonyítva az „FF” kategória 250 KWh/m<sup>2</sup>/év

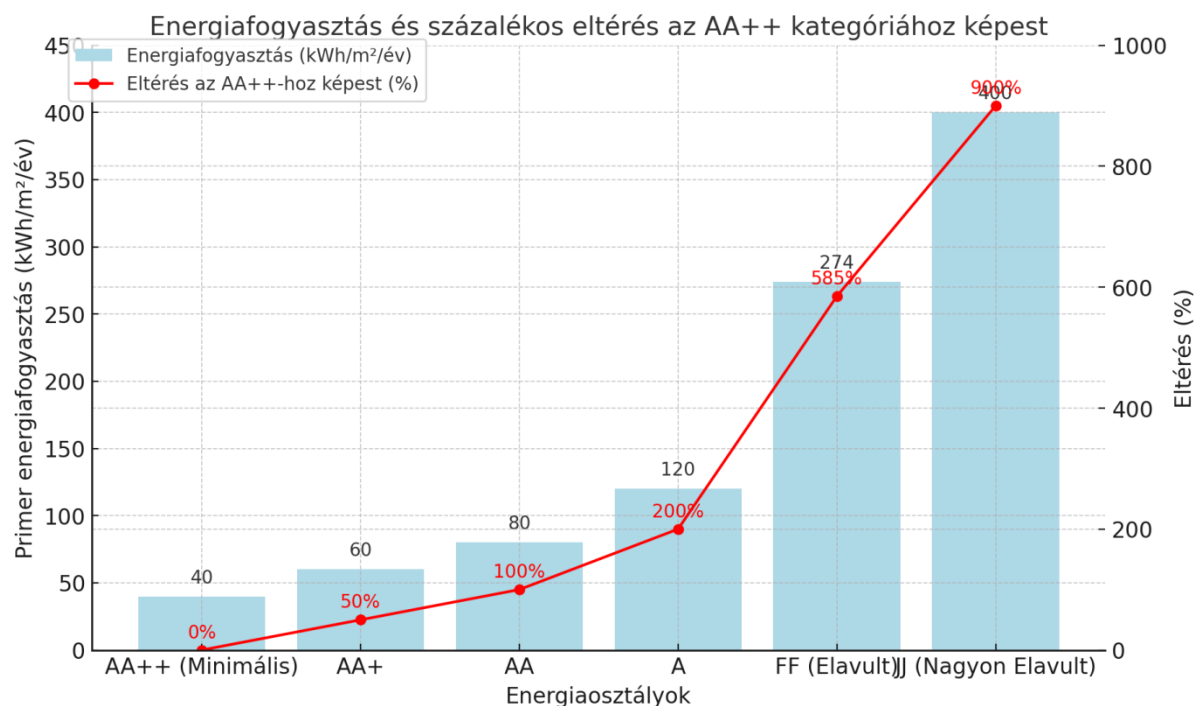
Energiafogyasztási különbség kiszámítása:

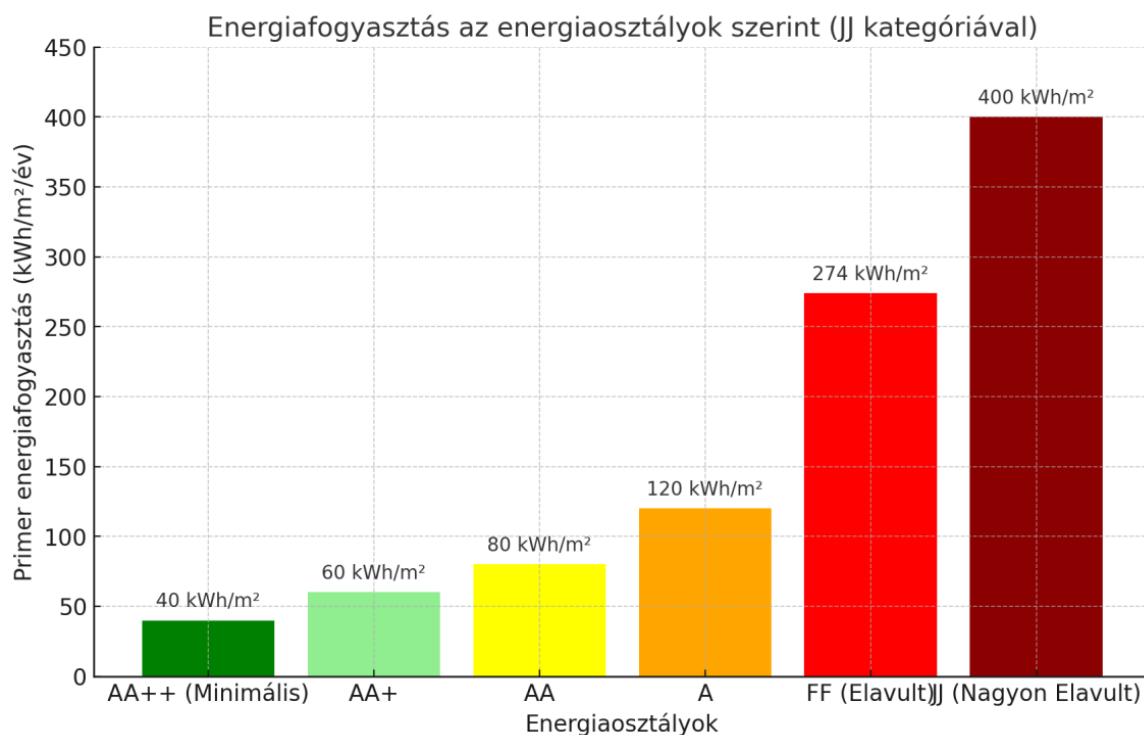
$$\Delta E = E_{\text{kategória}} - E_{\text{AA++}}$$

Ahol, az  $E_{\text{kategória}}$  az adott energiaosztály fogyasztása (KWh/m<sup>2</sup>/év) illetve ahol az  $E_{\text{AA++}}$

Az AA++ kategória referenciaértéke (KWh/m<sup>2</sup>/év)

Tehát:  $\Delta E = 250 - 40 = 210$  (KWh/m<sup>2</sup>/év), amely százalékban kifejezve 525%-kal magasabb



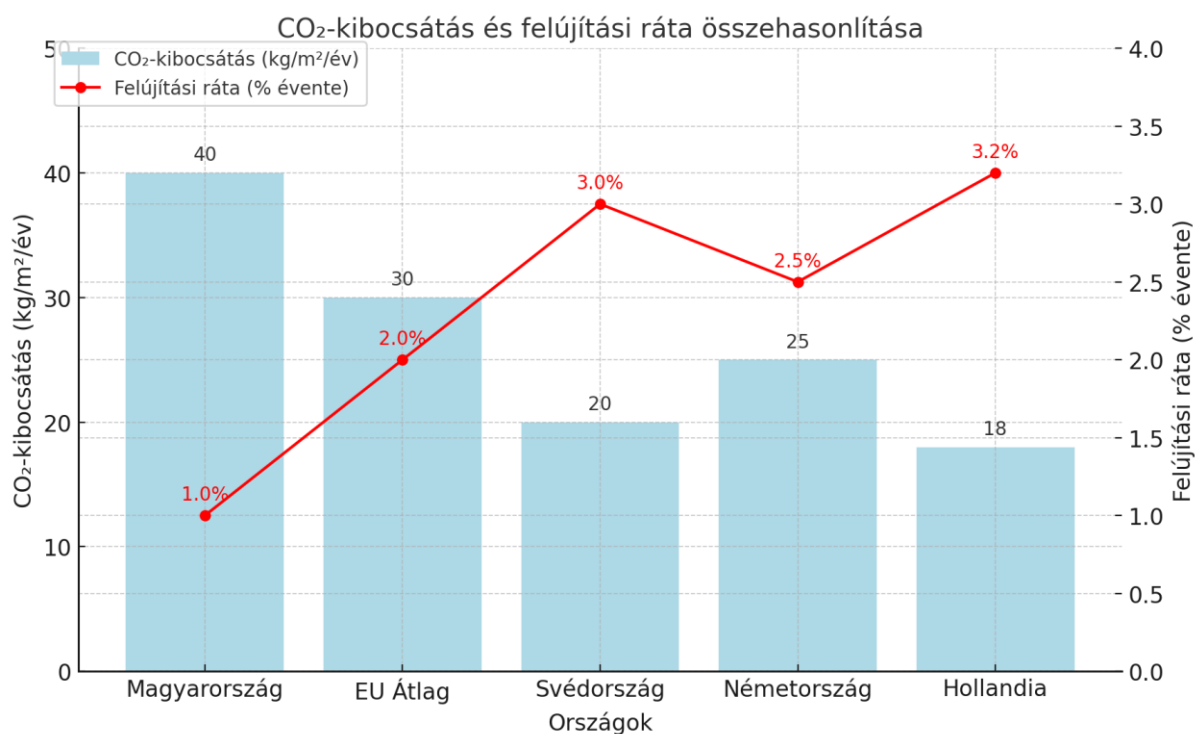


A MEHI szerint 2050-re kitűzött klímasemlegességi célok eléréséhez évente 100-130 ezer lakóépülete energetikai mélyfelújítására lenne szükség. ami annyit jelent, hogy körülbelül 3,7 millió lakás korszerűsítését kellene megvalósítani. A részleges korszerűsítések mellett az átfogó felújítások is problémát jelent ugyan is, nagyon gyakori eset az, hogy ezeket a döntéseket nem szakemberek hozzák meg, ami tovább csökkenti a korszerűsítések hatékonyságát. A felújítási programok célja általában a legalább 30%-os primer energia megtakarítás elérése, amely jól megtervezett mélyfelújításokkal megvalósítható lenne. Elmondható, hogy Magyarország energetikai korszerűsítési erőfeszítési kulcsfontosságúak az energiafogyasztás és a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentése szempontjából, azonban a jelenlegi felújítási ütem nem ellengendő a kívánt eredmény eléréséhez.

## **8. Magyarország helyzete az Európai Unióban és a fenntartható lakáspiac nemzetközi példái**

Magyarország lakáspiacára és az épületekből származó szén-dioxid kibocsátás jelentős eltéréseket mutat az európai Unió országaihoz képest. Az ország épületállománya leginkább az elavult minősítése a jellemző, energetika szempontból is az alacsony minősítést kapja meg a legtöbb épület. A korszerűsítési üteme is lassabb az átlagnál. A lakóépületek jelentős része megközelítőleg 70%-a a 1980-as évek előtt épült, amikor ezek még nem voltak előtérbe helyezve. Az Európai uniós átlag szerint az épületek 75%-a szorul energiahatékonysági felújításra, de Magyarországon ez az arány még ennél is magasabb. A hazai épületek 1 m<sup>2</sup> jutó energiafelhasználása az EU-átlag felett van, ami magasabb szén-dioxid kibocsátást biztosít. Az ország teljes CO<sub>2</sub> kibocsátásának közel 40%-a az épületekhez kapcsolható. Míg az Európai Unió célja, hogy 2050-re az épületállomány évente 3%-os felújítási ütemet érjen el, Magyarországon ez az arány jelenleg 1% alatt van, ami komoly akadályt jelent a klímasemlegességi célok elérésében. Az EU más országaiban számos jó példát mutat Magyarország számára. A skandináv országok, mint például Svédország, Dánia és Norvégia kimagasló eredményt értek el a fenntartható lakáspiac kialakításában. Ezekben az országokban az állam jelentős támogatást nyújt az energetikai korszerűsítéshez, például szigeteléséhez, nyílászárócserékhez vagy napelemek telepítéséhez. Az energiahatékonyságot elősegítő innovatív technológiák, mint az intelligens otthonrendszerek vagy a Szén-dioxid semleges építőanyagok alkalmazása szintén jelentős szerepet játszanak. Hollandia jelen pillanatban arra törekszik, hogy 2050-re minden épület klímasemleges legyen, míg Németország alacsony kamatozású hitellel ösztönzi az energetikai korszerűsítéseket. Az egyes országok megmutatták azt, hogy a fenntartható lakáspiac kialakítása nemcsak lehetséges, hanem szükséges is klímacélok eléréséhez. Ehhez viszont az kell, hogy Magyarországnak gyorsítani kell az energetikai korszerűsítések ütemét, növelni kell a felújítások arányát, és széleskörű állami támogatásokkal kell ösztönözni a lakosságot a fenntartható megoldások alkalmazására. A szigorúbb energiahatékonysági szabályozások bevezetése kulcsfontosságú. A technológiai újítások és a szabályozások összehangolásával

csökkenthető az állami lakóépületek CO<sub>2</sub> kibocsátás, ami növeli az életminőséget.



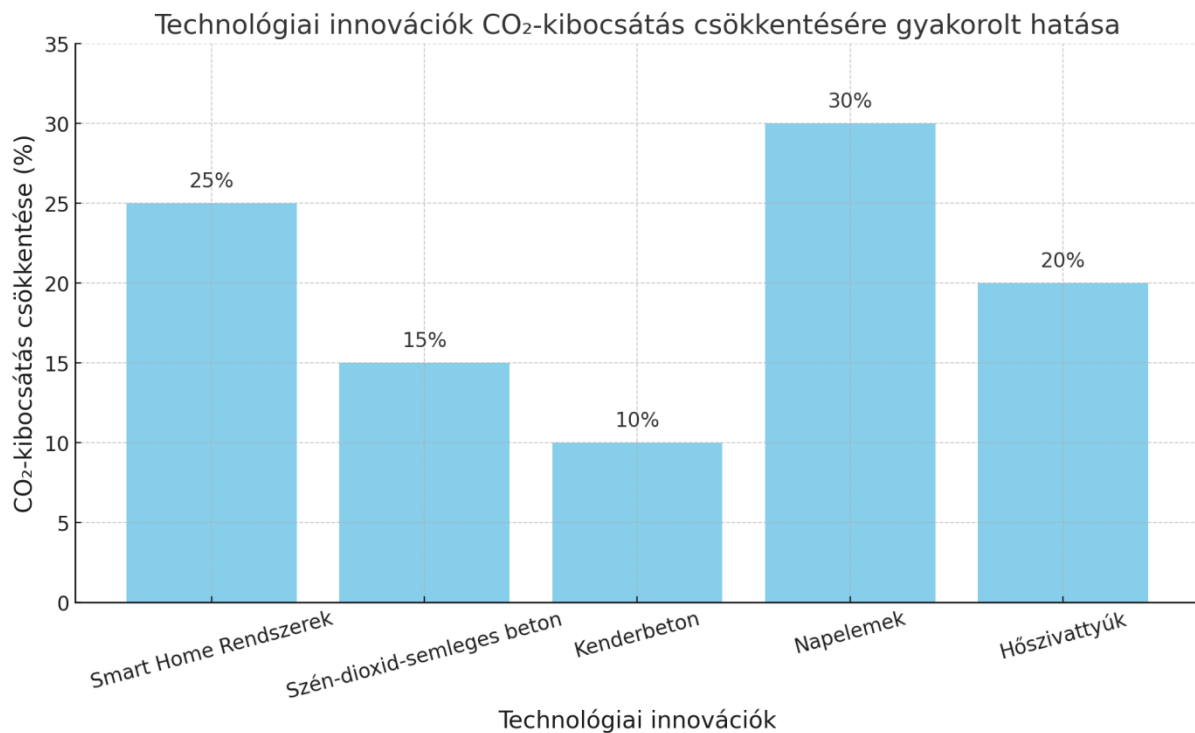
## 9. A technológiai innovációk hatása a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentésére

A lakáspiacon alkalmazott új technológiák csökkenthetik a szén-dioxid kibocsátást. Az intelligens otthonrendszerek optimalizálják az energiafelhasználást, például a fűtés és a világítás automatikus szabályozzák, ami csökkenti az energiafogyasztást és a károsanyag kibocsátást. Az építőiparban használt új anyagok, például szén-dioxid semleges beton vagy a kenderbeton, fenntartható alternatívát kínálnak, mivel ezek az anyagok gyártás közben ugyan nem zéró CO<sub>2</sub> kibocsátással, de jóval kevesebb CO<sub>2</sub>-t bocsátanak ki, vagy akár meg is kötik a szén-dioxidot, valamint megújuló energiaforrások szélesebb körű alkalmazására.

Az intelligens otthonrendszerek alkalmazása forradalmasítja az energiafelhasználás módját. Ezek a rendszerek képesek optimalizálni az otthon energiaigényét, minimalizálni a pazarlást és növelni az energiahatékonyságát. A termosztátok világításvezérlők és energiamonitorok folyamatosan igazodnak a lakók szokásaihoz, például szabályozzák a fűtést, hűtést vagy a világítást, amikor az adott helyiségben senki nincs jelen. Az intelligens otthonrendszerek nemcsak a rezsiköltségeket, hanem az otthonok szén-dioxid kibocsátást is jelentősen csökkentik.

Az építőanyagok gyártása során különös tekintettel a beton a szén-dioxid kibocsátás egyik legnagyobb forrása az építőiparban. Az új építőanyagok, például a szén-dioxid semleges beton a kenderbeton, jelentős előrelépést jelentenek a fenntartható építkezések terén. A szén-

dioxid semleges betongyártás során a cement felhasználást minimalizálják, A kenderbeton másik nagy előnye, hogy a növény termesztése során jelentős mennyiségű szén-dioxidot kötne meg. Mely annyira környezetbarát építőanyag, hogy a ház esetleges lebontása után szét lehetne szórni a termőföldeken, mint műtrágya vagy komposzt. Ezek az anyagok nem csak csökkentik az építési projektek karbonlábnyomát, hanem fenntartható alternatívát kínálnak a hagyományos építőanyagokkal szemben.



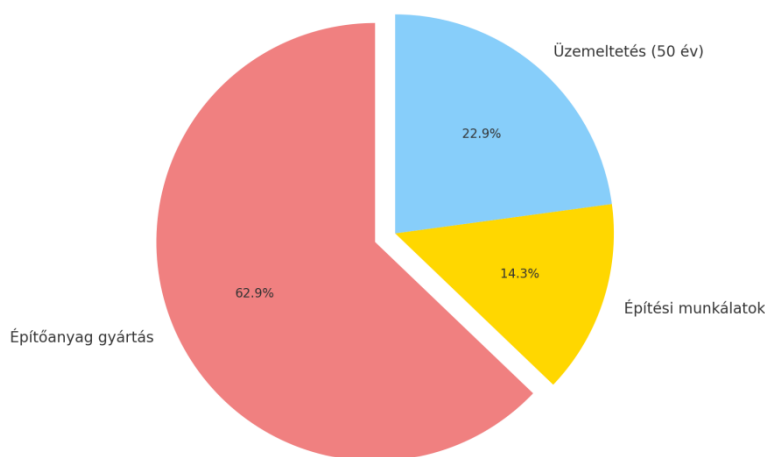
## 10. Egy 100 m<sup>2</sup>-es új építésű ház és egy 100 m<sup>2</sup>-es régi ház felújításának ökológiai lábnyom összehasonlítása

Az építőipar és a lakáspiac az emberi tevékenységek egyik legnagyobb széndioxid kibocsátó ágazat. Az új építésű házak és épületek felújításának ökológiai lábnyoma azonban lényeges különbségeket mutat, amely nem csupán az építés vagy a felújítás folyamatából, hanem az épületek üzemeltetéséből is fakadnak. Az alábbi részletes elemzést bemutatja, hogy egy 100 m<sup>2</sup>-es új építésű ház és egy ugyanekkora, energetikailag korszerűsített régi ház ökológiai lábnyoma milyen különböző szinten van.

Az új építésű ház építése az anyagszükséglet és az energiaigény miatt jelentős szén-dioxid kibocsátással jár. Az építőanyagok előállítása, különösen a cement, az acél és az üveg, rendkívül energiaigényes munkafolyamat. A globális szén-dioxid-kibocsátás 8%-át felelős, mivel mészkő égetése során jelentős mennyiségű CO<sub>2</sub> szabadul fel. Egy 100 m<sup>2</sup>-es ház esetében az építőanyagokból kibocsátás 50-65 tonna CO<sub>2</sub> közé tehető. Az építési munkálatok (szállítások, gépi munkák) további 10-15 tonna CO<sub>2</sub>-t adnak hozzá. Melyek a helyszíni hulladékkezelés és a logisztikáért felelősek. Így az építés teljes szén-dioxid kibocsátása 60-80 tonnára tehető. Az építési hulladék, mint például betonmaradványok és faanyag különösen problémát jelent, hiszen ezek feldolgozása ugyan úgy nagy energiaigényt jelent.

Az épületek üzemeltetése 50 évre vetítve vizsgáltam meg. Az új építésű házak általában korszerű technológiákat alkalmaznak, így energiahatékonyaságuk kiemelkedő. Egy AA++ kategóriájú ház évi energiafogyasztása körülbelül 40 KWh/m<sup>2</sup>, amely egy 100 m<sup>2</sup>-es alapterületű ház esetén 0,4 tonna CO<sub>2</sub>/év kibocsátással jár. 50 év alatt összesen 20 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátással jár. Az építés és az üzemeltetés teljes szén-dioxid kibocsátása 75-90 tonna CO<sub>2</sub> közé tehető egy 100 m<sup>2</sup>-es új építésű ház esetében

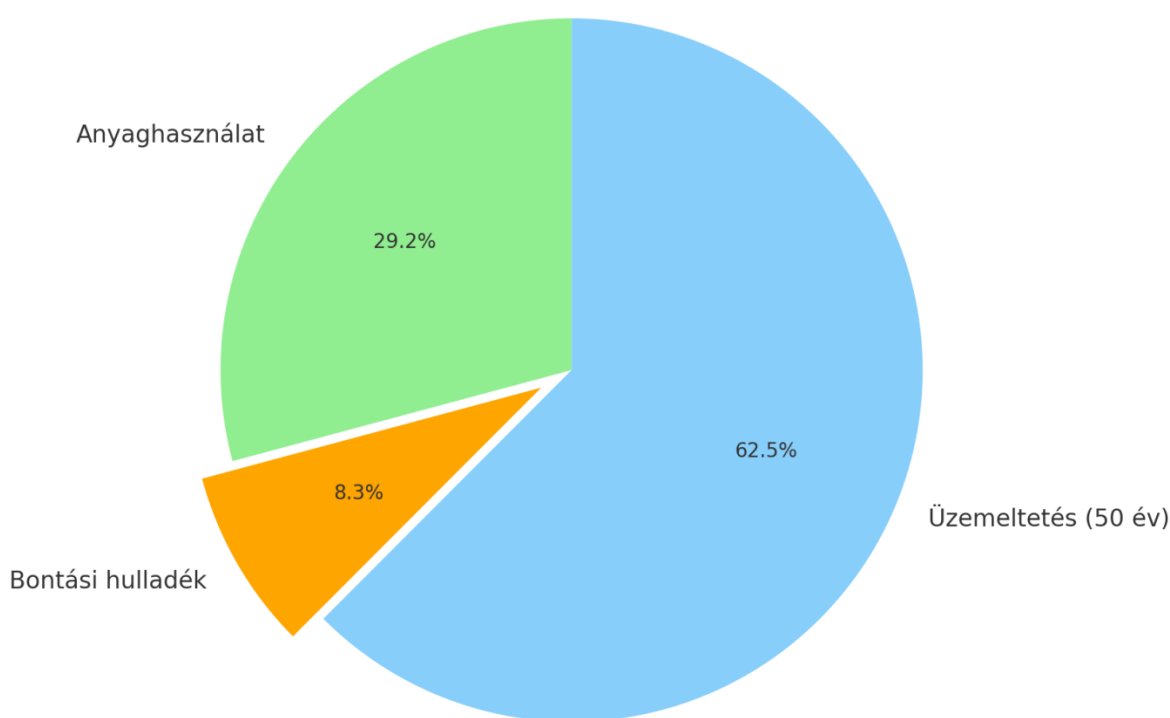
Új építésű ház ökológiai lábnyomának megoszlása (100 m<sup>2</sup>)



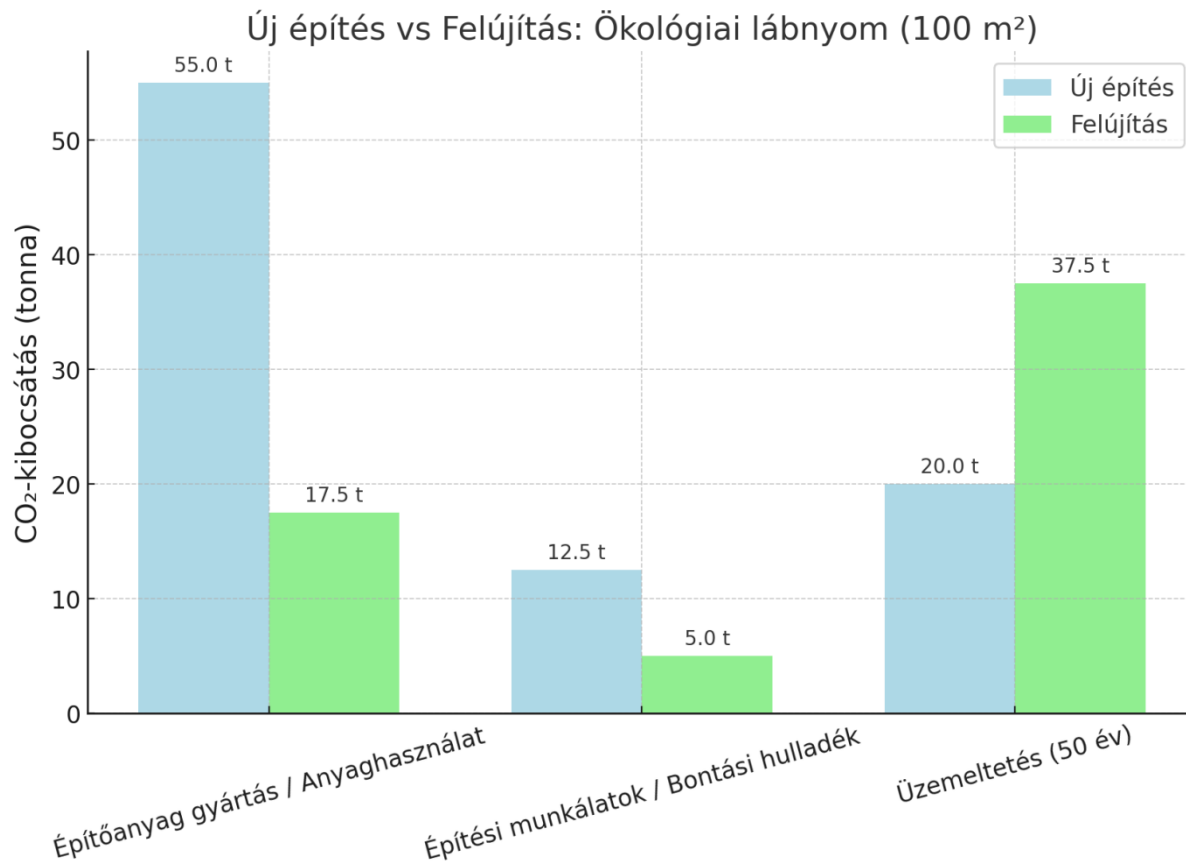
A jelenlegi épületek korszerűsítése, értékesítése csökkentheti a szén-dioxidot, mivel a felújítás során kevesebb építőanyag szükséges, mint egy teljesen új épület megépítéséhez. A régi házak felújítása során az építőanyagok előállítása és annak beépítése kevesebb kibocsátással jár, mivel az alapvető szerkezeti elemek, például a falak és az alapozás újrahasznosíthatóak. Egy 100 m<sup>2</sup>-es ház energetikai korszerűsítése során az anyaghasználatból eredő kibocsátás 15-20 tonna CO<sub>2</sub> amely magában foglalja a szigetelés, nyílászárók és a gépészeti rendszerek cseréjét. A bontási hulladék kezelése továbbá 5 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátással jár.

Az épületek üzemeltetése 50 évre vetítve vizsgáltam meg. Egy korszerű energiahatékonysága közelíti meg az új építésű régi házakat, különösen, ha a felújítás során modern szigetelőanyagokat és energiahatékony fűtési rendszereket alkalmaznak. Az energiafogyasztási évi 75 KWh<sub>2</sub>, ami 100 m<sup>2</sup>-es alapterület esetén 0,75 tonna co<sub>2</sub>/év kibocsátással jár. Ötven éves időtávon ez összesen 37,5 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátással jár. A felújított ház teljes élettartamra vetített ökológiai lábnyoma 57,5-62,5 tonna CO<sub>2</sub>, amely jóval jobb, mint egy új építésű ház esetében

Felújított ház ökológiai lábnyomának megoszlása (100 m<sup>2</sup>)



Az alábbi grafikon bemutatja az új építésű és a felújított házak ökológiai lábnyomát eltérő adatokkal. A változások az anyaghasználat, építési munkálatok illetve üzemeltetés során keletkező CO<sub>2</sub> kibocsátást tükrözik, kiemelve, hogy a felújítás kisebb környezeti hatással jár az építési fázisban, míg az üzemeltetés némileg magasabb kibocsátást eredményezhet.



## 11. Konklúzió

A dolgozat során bemutattam, hogy az építészet jelentős szerepet játszik a globális klímaváltozás folyamatában, mint az építőanyagok előállítása, mind az épületek fenntartása és bontása által. Az elemzések rávilágítottak arra, hogy az új építésű házak és a régi épületek felújítása közötti választás döntő hatással van az ökológiai lábnyomra. Az új építésű házak korszerű technológiái, mint például a passzív házak és az okos otthon, hosszú távon energiahatékony megoldásokat kínálnak, ezek építési folyamatok jelentős szén-dioxid kibocsátással jár. Ezzel szemben a régi épületek felújítása kisebb környezeti terhelést jelent, mivel csökkenti az új építőanyagok előállításának szükségességét, így megőrzi a meglévő szerkezeti elemeket. Fontos megemlíteni, hogy pontosan nem lehet kijelenteni, hogy melyik a jobb választás, hiszen mindkét megközelítésnek megvannak az előnyei és hátrányai. Az új építésű ház modern technológiái és alacsony üzemeltetési energiaigénye hosszú távon fenntarthatóvá teheti az ingatlanokat, míg a felújított épület csökkentheti ugyan a kezdeti ökológiai lábnyomot megőrizve a családi erőforrásokat. A fenntartható jövő érdekében a két megoldás nem másik alternatívája hanem kiegészítik egymást. Magyarország lakásállományának energetikai korszerűsítése kulcsfontosságú a klímavédelmi célok elérésében, azonban a jelenlegi ütem nem elegendő. Nemzetközi példák, mint a Skandináv országok innovatív megközelítései jól mutatják, hogy a fenntarthatósági célok elérhetőek széleskörű állami támogatások és szigorú szabályozások mellett. Az építészek és az építőipar szerepe nemcsak a technológiai megoldások fejlesztésében, hanem a szemléletformálásban is kiemelt fontosságú. Az építkezések tervezése során törekedni kell a körkörös gazdasági modellek alkalmazására, az energiatárhatalmas megoldásokra, valamint a zöldterületek megőrzésére. A fenntartható jövő érdekében mind az új építkezések, mind a régi épületek felújítása fontos szerepet játszik. Az optimális megközelítés a kettő ötvöztetése, amely egyensúlyt teremt a modern technológiai által kínált előnyök és a természet erőforrásainak megőrzése között. Az építőiparnak és az építésznek aktív részese kell lennie a globális klímavédelmi célok elérésének.

## 12. Források

András, G. (2023. december 30). *otk.hu*. Forrás: [https://otk.hu/blog/energetikai-osztaly-aa-plusz-plusz?utm\\_source=chatgpt.com](https://otk.hu/blog/energetikai-osztaly-aa-plusz-plusz?utm_source=chatgpt.com)

Balázs, S. (2009. december 9). *Febe Ecologic*.

Barbara, B. (2024. november 5.). *Pénzcentrum*. Forrás: <https://www.penzcentrum.hu/otthon/20241105/reg-latott-melysegekben-a-lakasepitesek-szama-magyarorszagon-meg-a-covid-alatt-is-jobb-volt-a-helyzet-1158832>

certification, b. (2023). Forrás: <https://hu.bmcertification.com/eletciklus-ertekeles-lca-kornyezetvedelmi-termeknyilatkozat-epd>

Council, W. G. (2024). Forrás: <https://worldgbc.org/>

Építészfórum. (2021. december 30.). Forrás: <https://epiteszforum.hu/fenntarthatosag-2021>

Éva, B. (2021. október 11.). *hugbc*.

EYdekstatt. (2024. április 2.). *dekstatt*. Forrás: <https://denkstatt.hu/epd-kornyezetvedelmi-nyilatkozat>

Greendex. (2021. december 21.). *Greendax*. Forrás: <https://worldgbc.org/>

honlapja, A. E. ( dátum nélk.). Forrás: [https://energy.ec.europa.eu/index\\_en](https://energy.ec.europa.eu/index_en)

iea.org. (2024).

Intézet), M. (. ( dátum nélk.).

József, F. (2010. június 23.). *e-gepesz*.

LCA kutatócsoport. (2019. november 25). *Mannheim Viktória*.

Octogon. (2022. december 22). Forrás: <https://www.octogon.hu/epiteszet/4-1-fenntarthato-irany-az-epiteszetben>

Renáta, B. S. ( dátum nélk.). *bayzoltan*. Forrás: <https://www.bayzoltan.hu/hu/szolgaltatasok/kornyezeti-fenntarthatosag/lca-elemzes>

zoldholnap. (2023. június 16). *zoldholnap*.

### 13. Köszönetnyilvánítás

Szeretném kifejezni a köszönetemet minden egyes személynek aki hozzájárult és támogatott a dolgozatom elkészítésben. Elsősorban köszönöm Dr. Baranyai Bálint PhD habil. adjunktus Úrnak, aki nemcsak hogy témavezetőként irányított, de folyamatosan segítette a munkám a kutatásom során.

Hálás vagyok a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar részéről nyújtott anyagi támogatásért, amely elengedhetetlen volt a projekt létrejöttéhez. Köszönöm a szaktársaimnak, akik segítettek és támogattak a kutatásomban értékes visszajelzésekkel.

Végül, de nem utolsó sorban, szeretném megköszönni a családomnak a támogatást, amelyet mindig is nyújtottak nekem hiszen nélkülük nem jutottam volna el idáig.