

Kárpáti József*

CO₂ SEMLEGES ÉPÜLETEK

CARBON NEUTRAL BUILDINGS

KIVONAT / HUN

A klímaváltozás oka, hogy az ipari forradalom után egyre nagyobb nagymennyiségű szén-dioxidot és egyéb üvegházhatású gázt bocsátottunk ki a légkörbe. A korábbi egyensúly, a légkörbe történő kibocsátás és a növények által a légkörből való kivonás torzult, több lett a kibocsátás, mint a kivonás. Épületeinken, lakókörnyezetünkön keresztül használjuk fel a legtöbb energiát, és bocsátjuk ki a legtöbb szén-dioxidot. Ezért kiemelt fontosságúnak tartom, hogy unokáink életben maradásának érdekében, a környezetbarát, karbon semleges építési technológiák eredményeinek bemutatását, az alkalmazásukra való ösztönzést, a legszélesebb körben, a legszélesebb módon tegyem, együk meg!

Kulcsszavak:

CO₂ semleges, CO₂ kibocsátás, CO₂ lekötés, energiahatékonyság, természetes építési termékek, COP26

ABSTRACT / ENG

The reason for climate change is that after the industrial revolution, we have been releasing ever-increasing amounts of carbon dioxide and other greenhouse gases into the atmosphere. The previous balance, the emission into the atmosphere and the removal from the atmosphere by plants, has been distorted, and more emissions have been released than removed. We use the most energy and emit the most carbon dioxide through our buildings and living environments. Therefore, I consider it of utmost importance that, in the interests of our grandchildren's survival, we present the results of environmentally friendly, carbon-neutral building technologies and encourage their application in the widest possible way.

Keywords:

CO₂ neutral, CO₂ emission, CO₂ sequestration, energy efficiency, natural building materials, COP26

* környezettudatos építés tanácsadó, Építési Vállalkozók Országos Szakszövetsége (ÉVOSZ), Magyar Környezettudatos és Szerelt Technológias Vállalatok Szövetsége (MAKÉSZ), e-mail: karpati@evosz-makesz.hu
A cikkhez kapcsolódó előadás elhangzott a 2nd Ybl Conference on the Built Environment című konferencián, az Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karán, az Épület és Városenergetikai szekcióban, 2024. május 17-én.

Írásom címének a *CO₂ semleges épületek* címet adtam. Nem elírás, nem véletlen ez a szakmailag hibás meghatározás, de úgy gondoltam ezzel felkelthetem a figyelmet, hisz egyáltalán nincs olyan épület, ami a gáz halmazállapotú CO₂-ből épülne. Sajnos több olyan szakmai fogalom létezik, ami nevében nem fejezi ki a lényegét, például a passzív ház nem azt jelenti, hogy nem csinál semmit, és az aktív ház nem az ellentétje a passzív háznak stb. Az a kifejezés, hogy valami karbon semleges sem fedi a valóságot, hisz pont azok az új környezettudatos építési termékek, amelyek a környezet- és a klímavédelméért is szolgálják karbon alapúak. A természetes építőanyag kifejezést vannak, akik a téglára is használják, mert „miért ne lenne természetes anyag, az égetett anyag”. De nem akarok többet a nyelvészettel foglalkozni, csak szerettem volna felhívni a figyelmet arra, hogy sokan, különösen a klímászektorikusok a különböző meghatározásokat saját érdekeik szerint értelmezik. *Nem lenne helyesebb, ha karbont lekötő épületekről beszélnénk?*

Mi az alapvető probléma?

Az emberiség létszámának és igényeinek növekedése minden erőfeszítés ellenére egyre több energiát igényel! A szükséges energia többsége pedig szén-dioxid és más üvegház hatású gázok, azaz károsanyag kibocsátással jár. A CO₂ lassú és gyors égés folyamán keletkezik, amit körforgás keretében a növények lekötnek. Tény, a túlzott CO₂ kibocsátás felborítja az egyensúlyt a Föld légkörében és így klímaváltozást okoz. A klímaváltozás az elmúlt évtizedek egyik legfontosabb környezeti-társadalmi kérdésévé vált, de a végleges megoldást még nem találtuk meg! Nagy a kihívás!

Ki a felelős?

Az építőiparnak kiemelt felelőssége van a kérdésben, hiszen a természetet jelentősen terheli az épített környezet, ráadásul a világ szén-dioxid kibocsátásának 28%-a, egyes számítások szerint 34%-a ebből az ipárból származik [1].



1. ÁBRA: CLT (Cross-Laminated Timber: keresztrétegelt fapanel, balra fent), LVL (Laminated Veneer Lumber: laminált furnérfa, jobbra fent), KVH (Konstruktions-Vollholz: hosszoltoltott fa, balra lent) és BSH (BrettSchichtHolz, rétegragasztott fa, jobbra lent) szerkezeti fatermékek

Az összes primer energia felhasználás 40%-át az épületeink működtetése igényli! Az építési anyagok és berendezések előállítására, az épület működtetésére, majd újrahasznosítására fordított energia tovább növeli a CO₂ kibocsátást. Mostanra egyértelművé vált, hogy sürgős cselekvésre van szükség, ha meg akarjuk őrizni bolygónk élıhetőségét, hogy fennmaradjon a civilizáció a jövő generációi számára is.

Egy átlagos lakóépület előállításához kb. 1400 kWh/m² energiára van szükség. A kapcsolódó CO₂ kibocsátás 490 kg/m². Ennek 50%-a a szerkezet előállításához szükséges. Fűtéshez, az épület helyétől, szerkezetétől függően évi 10-30 kWh/m² energia szükséges. 50-140 év alatt kell tehát az épület fűtéséhez annyi energia, amennyi az előállításához kellett. 2030-ig 50%-kal kell csökkenteni a CO₂ kibocsátást, 2050-ben el kell érni a karbon semlegességet, azaz a „karbon net zérót”. Ez a cél nem csupán egy álom, hanem egy létfontosságú feladat annak érdekében, hogy megóvjuk bolygónkat a klímaváltozás okozta károktól.

Figyelembe kell vennünk a lakosság létszámának növekedését is. 100 000 év telt el, hogy 1920-ra kb. 2 milliárd ember éljen a Földön, innen mindössze 50 év kellett, hogy megduplázódjon a létszám, újabb 50 év az újabb duplázáshoz, így ma már meghaladjuk a 8 milliárdot. 2050 után pedig már kb. 11 milliárdan leszünk! Tehát a jelenlegi lakásállományon túl, további 3 milliárd embernek kell megoldani a lakhatását, és ha 100 éves ciklusokkal számolunk, akkor további 100 millió lakást kell újraépíteni ill. felújítani! A jelenleg általánosan használt technológiákkal, az épületek előállításával és üzemeltetésével szintén megtöbbszöröződik a CO₂ kibocsátás. Amennyiben a CO₂ lekötés, a légkörből történő kivonása nem növekszik, úgy a klíma katasztrófa elkerülhetetlenné válik!

Érezzük felelősségünk súlyát! Érezzük és tudjuk, hogy mit kellene tenni! Érezzük ennek a feladatnak a sürgősségét! Érezzük, ha nem történik drasztikus változás, az milyen további károk okozója lehet a földi élet számára? Változtatnunk kell, hogy megmentsük bolygónkat, életterünket!



2. ÁBRA: Vakolható farost (fent), fújható farost (középen) és szalma paplan (jobbra lent) hőszigetelés

Van megoldás?

Ahhoz, hogy ezt a célt elérjük, két alapvető irányba kell indulnunk: csökkentenünk kell a CO₂ kibocsátást és növelnünk kell a CO₂ lekötést. De rendelkezésre áll a megfelelő alapanyag, technológia, erőforrás és szándék mindehhez?

A fosszilis energia helyett egyre szélesebb körben használatosak a megújuló erőforrások. A jogszabályok, az ösztönzők ezt sulykolják, hogy növekedjen a megújuló energiaforrások használata, és ezzel csökkentsük a CO₂ kibocsátást. A nap-, a szél-, az atomenergia terjedésének is megvannak a maga problémái, de véleményem szerint, jó az irány a változáshoz. A légkörben lévő és a kibocsátásra kerülő CO₂ kivonása viszont nem kellő mennyiségű! Eredményként könnyelhetjük el, hogy csökken a CO₂ kibocsátás, de sajnos közel sem olyan mértékben, ami éghajlati változásokat tudna okozni.

A megoldás másik kulcsa olyan építőanyagok használatában rejlik, amelyek egyik feladata, hogy használatukkal nagymértékben csökkenjen az építményeink hűtési és fűtési energiaigénye, továbbá nemcsak alacsony CO₂-kibocsátással állíthatók elő, hanem képesek nagy mennyiségű szén-dioxid megkötésére is. Ilyen anyagok például a fa, a kender, a szalma, a bambusz és más hasonló növényi és állati termékek. Ezen anyagok (1. és 2. ábra) nemcsak fenntarthatóbbá tehetik az építőipart, hanem jelentős mértékben hozzájárulhatnak a légkörben lévő CO₂ koncentráció csökkentéséhez is.

Itt álljunk meg egy pillanatra, hogy a fenntarthatóság elvét értelmezzük: Anyagi javainkat, energiáinkat, igényeink maradéktalan kielégítésére, úgy használjuk fel, hogy ezt utódaink is megtehessék. Ez a meghatározás a megújuló energiaforrások, a természetes építőanyagok használata mellett, a hatékonyság növelésére hívja fel a kötelezettségünket! A CO₂ kibocsátás csökkentése érdekében, általános tevékenység a spórolás. Kapcsold le a villanyt, használj kisebb izzót, tekerd lejjebb a termosztátot! Ezzel kényelmetlenséget okozunk, igényeinket vágyainkat csökkentjük.

Azonban, ha úgy gondolkozunk, és úgy értelmezzük a fenntarthatóságot, hogy kevesebb energiafelhasználással, ugyanolyan megvilágítás legyen a lakásban, munkahelyen, vagy olyan építési és gépészeti technológiákat alkalmazzunk, hogy jóval kevesebb energiával ugyanazt a hőmérsékletet érjük el, akkor nem vesztességgént éljük meg a környezetvédelmet, hanem sikernek, úgy, hogy életmódunkon nem kell változtatni!

CO₂ kivonás a légkörből

Tehát a feladat adott, tudjuk, hogy mit kell elérni: a légkörben lévő szén-dioxid mennyiségének csökkentését. Ami ugyan egyszerűnek tűnik: a fosszilis energiafelhasználás csökkentése, az energiafelhasználás hatékonyságának növelése, a csökkent energiaigény megújuló forrásokkal történő fedezése által. Ezekkel a CO₂ kibocsátást tudjuk csökkenteni, valamint a légkörben lévő CO₂ mennyiség növekedésének csökkenését tudjuk elérni. Viszont a légkörben lévő szén-dioxid koncentráció csökkenését, csak úgy tudjuk eredményesen elérni, ha a körforgásban egyre több CO₂-t kötünk le.

Utóbbira ad lehetőséget például a faanyagok használata. A fa esetén 1 köbméter faanyag növésehez 1,4-1,7 tonna CO₂ felhasználás kapcsolódik. A folyamat során a növénybe beépül a karbon, a légkörbe pedig oxigén kerül. Hasonló növényi eredetű anyagok használata során az figyelhető meg, hogy ezek az anyagok növekedésük során folyamatosan megkötik a szén-dioxidot, tehát természetes módon csökkentik a légkör CO₂-tartalmát. Az ilyen anyagok építési termékként történő felhasználásával akár évszázadokra lekötethető a kivont szén-dioxid, ami a termékek újrahasznosításakor szintén eltemetve marad. Másrészt az építési termék életciklusa végén, lebomlással visszaalakul humusszá, így végül káros hulladék sem képződik.

Az ENSZ klímavédelemmel foglalkozó konferencia sorozata a COP, szintén a természetes anyagok használatát szorgalmazza. A COP26 kapcsán jelent meg a „Fa kiáltvány” [2] [3], és ezzel párhuzamosan több nemzetközi építőipari szakmai

3. ÁBRA:
Ho-Ho Haus, Bécs,
Donaustadt, 24 szintes magasház [5]



4. ÁBRA: Kampa építőipari innovációs központ, Aalen, 8 szintes faépület [6]



5. ÁBRA: Családi lakóház világörökségi környezetben, Fertőrákos [7]

szervezet is nyilatkozatot tett közzé, hogy milyen módon kell a fa használatát növelni.

Sok környezetvédőnek, környezetvédő szervezetnek az a hibás álláspontja, hogy akik fát vágnak ki, azok károsítják a környezetet, tönkre teszik az erdőt. Pedig nem feltétlenül, sőt! A fával ugyanúgy kell gazdálkodni, mint például a gabonával: beérik kitermelik. Az erdészet komoly tudomány, bízzuk rájuk mit mikor lehet, vagy kell kitermelni. Érdekes módon az erdészetek egyik problémája, hogy sok a túltartott erdő, ami már nem termel megfelelő mennyiségű oxigént, nem megfelelően hasznosul. Az erdőt ritkítani, tisztítani is kell. Ezért mondja az erdész, hogy „fűrész által nő az erdő”. Igaz, hogy van probléma, különösen a klímaváltozás miatt több fafajta, ami kevésbé bírja a szárazságot, kipusztul.

Sokan úgy tartják csökkenni az erdőterületek, de a faállomány ezzel szemben növekszik a statisztikák szerint [4]. Magyarországon évente megközelítően 13 millió m³-rel növekszik a faállomány, 3 millió m³ vihar, betegség, kár áldozata lesz, kb. 6 millió m³ kerülhet feldolgozásra, sajnos többségében tűzifaként. Összességében 4 millió m³ a nettó növekedés, ennyivel több minden évben az erdőink fa állománya! Más európai országokban még jobb ez az arány. Tehát a fafelhasználás növelése harmonikus erdőgazdálkodás mellett nem károsítja az erdőállományt, a fa alapanyag jobban hasznosul. Helyes az erdészek felhívása: „Küzdj a klímaváltozás ellen, ültess fát, használj fát!”.

Ezen túlmenően, ha itt az ideje az épületek újraépítésének vagy felújításának, ezen anyagok újrahasznosítása is sokkal környezetbarátabb, mint a hagyományos építési termékeké.

Itt az idő, hogy minden érintett – a politikusoktól kezdve a gyártókig és a kivitelezőig – belássa: az építőipar fenntarthatóságának javítása elengedhetetlen a klímaváltozás elleni küzdelemben. Ha most nem kezdünk el együtt cselekedni, akkor a klímakatasztrófa bekövetkezésével nemcsak a környezetünket veszítjük el, hanem az emberi civilizáció is súlyos veszélybe kerül. Néhány intézkedés, amelyekkel az építőipar karbonkibocsátása csökkenthető lenne:



6. ÁBRA: Családi lakóház és kerti gazdaság, Szigetmonostor [8]

- A helyi és nemzeti szintű építési tervekben kötelező jelleggel szerepeljen az életciklus-elemzés és a szén-dioxid-küszöbérték is.
- Kötelező jelleggel minden terméknek készüljön el a környezetvédelmi nyilatkozata (EPD).
- A vállaltok fenntarthatósági jelentése (ESG) legyen minden vállalat számára kötelezően elkészítendő.
- Az új építési tervekben és a régi épületek felújításában is kapjon több szerepet a fa és a természetes anyagok.
- Legyenek a közbeszerzések is fenntarthatóak: Az, hogy az építőipar mely részét támogatják a döntéshozók közpénzzel, fontos szerepet játszhat a körforgásos gazdaság kialakításában.
- Legyen lehetőség a faanyagok erőforrás-takarékos használatára és újrahasznosítására. Ezzel meghosszabbítható a fatermékek életciklusa és szénmegkötési potenciálja. Ezt az önkormányzatok gyűjtéssel és szétválogatással támogatathatják, valamint azzal, ha a lakosok számára hozzáférést biztosítanak használt faanyagokhoz.
- Az új faipari és felújítási technológiákra fókuszáló célzott továbbképzések nem csak a körforgásos gazdaságot és a fenntarthatóságot segítenék elő, de új munkahelyeket is teremtenének.

Összefoglalva, az épített környezetben több szerepet kell kapnia a fának és más szén-dioxid lekötést növelő alapanyagoknak, például a kendernek és szalmának is.

A természetes alapanyagok használata, fejlesztése világszerte nagy arányban növekszik. Építésszel, kivitelezőkkel beszélve általában elismerik, hogy ez a kívánatos irány, ezeket az anyagokat kellene nálunk is szélesebb körben alkalmazni, de amíg nem lesz kötelező, addig nem szándékoznak változtatni. Ez a káros szemlélet ugyan fékezi a természetes alapanyagok használatát, de szerencsére az egy- és kéttalásos házak területén a 20 évvel ezelőtti 3%-ról mégis 15% fölé nőtt az alternatív konstrukciók alkalmazása. A lakosság körében a hagyományos helyett a környezetbarát kivitel egyre szélesebb körben jelenik meg igényként.

CO₂ semleges épületek

A feladat adott, olyan épületeket kell építeni, felújításokhoz olyan anyagokat kell használni, amelyek nagy mennyiségű szén-dioxidot kötnek le, és hozzájárulnak az épületeink CO₂ kibocsátásának csökkentéséhez. Ilyen épületek, ma már szinte a világban épülnek, ezekben egyre nagyobb mennyi-



7. ÁBRA: CLT falas épület építése

ségű fát, kendert, szalmát vagy más természetes eredetű alapanyagot tartalmazó építési terméket használnak fel.

Világszerte, de a szomszédos országokban is vannak jó példák, törekvések. Ilyen például Bécsben a 75%-ban fából készült Ho-Ho Haus (3. ábra). Sorozatban épülnek a plusz energiás családi és százlakásos társasházak, iskolák, amelyek alapanyaga többségében fa. Jó példák Oslóban a 84 m, Milwokban a 86 m magas, szerkezetében tisztán fából készült épületek, vagy Gdansk példája, ahol intézmény, iskola, óvoda, ma már csak favázis szerkezettel létesíthető.

Az új szemléletű kivitelezés jó példája az Aallenben lévő kórház gyár nyolcszintes központi épülete (4. ábra): a lépcsők járófelülete kivételével, még a liftakna is 100%-ban fából készült. Az energiaellátás, napelemekkel, akkumulátoros energia tárolással, a fűtése hűtése fázisváltással történő energia nyeréssel működik, amit egy 675 köbméteres föld alatt elhelyezett termoszt biztosít. 3050 m² moduláris fa-üvegszerkezet, 1350 m³ faanyag, 990 tonna CO₂ lekötés. A pluszenergiás épület fűtés-hűtés energia költsége rendkívül alacsony. A nyolcszintes épület fenyőfa alapanyagmennyisége a Fekete-erdőben 12 percenként termelődik meg.

Mi a helyzet hazánkban?

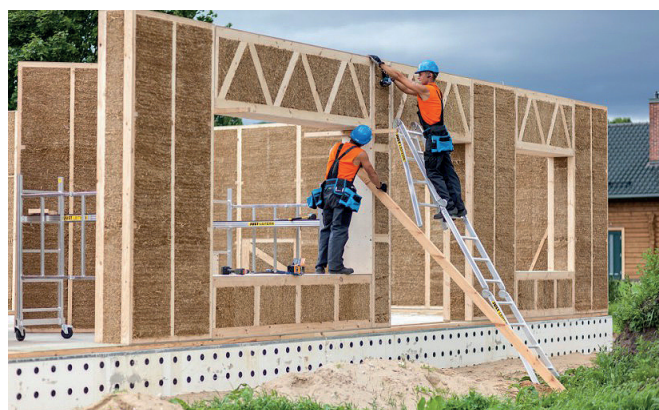
Jelenleg sem jogszabály, sem az energiatanúsítvány, sem más ösztönző nem hat a megrendelőkre, tervezőkre, kivitelezőkre, hogy a CO₂ lekötés lehetőségét figyelembe vegyék. Az energiatanúsítványban is csak a használathoz kötődő CO₂ kibocsátás mértékét kell megadni. Így egy előállításában rendkívül nagy mennyiségű CO₂ kibocsátással készülő vasbeton épület, kőzetgyapot külső hőszigeteléssel, megújuló energiával történő hűtéssel, fűtéssel AA++ minősítésű épület lehet. Pedig egy ilyen épület előállításához felhasznált energia, egy környezetbarát, CO₂ semleges épület fűtésére, hűtésére minimum 150 évre elegendő lenne, ehelyett négyzetméterenként 500 kg CO₂ kibocsátással terheli a légkört.

Egy CO₂ semleges épület legyártása, felépítése a szerkezetek és a hőszigetelés anyagától függően 300-400 kg CO₂-t köt le négyzetméterenként. Ezzel hozzájárul, hogy a légkörbe ne csak kevesebb szén-dioxid legyen kibocsátva, hanem legyen abból kivonva is, ezzel elősegítve, hogy csökkenjen a légkör CO₂ koncentrációja!

Az ÉVOSZ-MAKÉSZ tagjai, és a szervezeten kívüli cégek Magyarországon évente kb. 500-550 családi házat építenek (5. és 6. ábra), amelyek CO₂ semlegesnek minősülnek. A fa



8. ÁBRA: Lakóépület homlokzati hőszigetelése vakolható farost lapokkal



9. ÁBRA: Favázis épület építése szalma kitöltő, hőszigetelő anyaggal

alapanyagból készült szerkezetek KVH, BSH, LVL, CLT termékekből (1. ábra); a hőszigetelések vakolható és fújható, akár vízálló farost, szalma paplan, szalma bála, kender beton anyagokkal készülnek (2. ábra), melyek minősített NMÉ-vel, egyesek ETA-val és CE-vel rendelkező termékek, és a magyar piacon is rendelkezésre állnak (7, 8. és 9. ábra).

Tegyük meg az első lépést a fenntartható jövő felé: biztosítsunk forrást a természetes alapú építési termékek kutatására és fejlesztésére, tervezzünk és használjunk környezetbarát építőanyagokat, támogassuk az innovatív megoldásokat, és tegyük meg a szükséges jogalkotási lépéseket is. *Most van itt az idő változtatni. A jövő nem vár!*

FORRÁSOK

- [1] [1]: State of the Global Climate 2024, World Meteorological Organization, Geneva, 2025, <https://library.wmo.int/idurl/4/69455>
- [2] [2]: COP26: Together for our planet, UN Climate Change Conference, Glasgow, 2021, <https://www.un.org/en/climatechange/cop26>
- [3] [3]: Growing our low-carbon future – Time for timber. CEI-Bois + UK TTF, 2021, <https://worldofwoodfestival.org/timefortimber/>
- [4] [4]: Magyar erdők – A magyar erdőgazdálkodás. VFM + NÉBIH, 2016, <https://www.oee.hu/upload/html/2016-02/Magyar%20erd%C5%91k%20-%20A%20magyar%20erd%C5%91kgazd%C3%A1lkod%C3%A1s.pdf>
- [5] [5] Alexander Migl fotója: HoHo Wien Vienna 19-20 IMG 2225, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=86003199>
- [6] [6] Peter Hofmann fotója: KAMPA Bauinnovationszentrum Firmenzentrale, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50845591>
- [7] [7]: Letisztult elegancia attraktív megoldásokkal, Ubrankovics Kft., <https://ubrankovics.hu/portfolio-item/letisztult-elegancia-attraktiv-megoldasokkal/>
- [8] [8] Gerzsenyi Gabriella: A megálmodott kert – avagy két jogász, egy (dupla) telek 2.rész: Tervezés, XForest, 2023.09.22., <https://xforest.hu/a-megalmoldott-kert-avagy-ket-jogasz-egy-dupletelek-2-resz/>