

Kender bemutatása az építészetben és lehetőségeinek vizsgálata

Linczmayer Rozália Margit, Bakó József

2024.04.17.



Kender bemutatása az építészetben és lehetőségeinek vizsgálata

Linczmayer Rozália Margit, Bakó József

BMSZC Than Károly Ökoiskola és Technikum

Konzulensek: Akszentievics Anna, Csóka Balázs

Rezümé:

A környezet tudatosságra mára már minden területen törekednek, így az építőiparban is. Azonban ez sokszor nem kivitelezhető anyagi gondok miatt vagy éppen olyan hátrányos tulajdonsággal járnak melyek nem kiküszöbölhetőek. Kutatásunk a kender lehetőségeiről szól az építészetben, nem célja az anyagiak részletezése, illetve feltérképezése különböző épület típusokra vetítve.

A kutatásunk alapfeltételezése, hogy a kender, mint építőanyag több, illetve jelentősebb előnyökkel jár, mint más a köznapi életben elterjedtebb és ismertebb építőanyag és sokkal jobb a felhasználhatósága is. Hipotézisünk, hogy nem csak rövid, de hosszú távon is előnyös; környezet tudatos. Feltevésünk szerint ez arra vezethető vissza, hogy növényi alapú építőanyag. Alapvetően kémiai és biológiai szemszögből közelítjük meg, és tárgyaljuk előadásunkban a kender építőanyagokat. Emellett ki térünk a számtani adatokra is, melyek az építészetre vonatkoztathatóak, ezeket össze is vetjük más építőanyagokéval. Előnyeit és hátrányait is részletezzük, amelyek szintén összehasonlításra kerülnek. Kutatásunk során történelmi szempontból is megközelítjük a kender építészetben való használatát. Kísérletünkben kielemezzük a különbséget a kenderpozdorja és kenderbeton égését közt. Fontosnak tartjuk, hogy ne csak lexikális tudásunkat fejlesszük, de meg is tapasztaljuk a gyakorlatban, amit lehet, mivel így egy nagyobb képet látunk és több szemszögből is szerezzünk rá látást kutatásunkra, így lehetőséget teremtettünk, hogy el tudjunk menni egy kenderház építkezésre Solymáron, ahol nem csak szemügyre vehettünk ennek folyamatát; válaszokat kaptunk kérdéseinkre szakemberektől, de saját kezünkkel meg is tapasztalhattuk a munkát.

Az előadásunk főbb fejezetei a következők:

- Kender biológiai értelemben vett bemutatása/Növénytana
- Kender bemutatása
- Kender történelme az építészetben
- Kender építőanyagok fajtái és azoknak rövid leírása
- Kender építőanyagok előnyei és hátrányai
- Kendertégla összevetése más építő anyagokkal (Vályog, Tégla)
- Elvégzett kísérletünk jegyzőkönyvének részletezése
- Néhány kenderház projekt
- Összefoglalás, konklúzió, eredmény
- Kutatásunk későbbi irányvonala/tervezete

A későbbiekben kutatásunk irányvonalát el szeretnénk vinni az árak áttekintésére, illetve idő hiánya miatt nem tudtunk meg valósítani egy fontos célt: a kender építészetben való fejlesztésének lehetőségei ezzel kapcsolatos feltevések és ezeknek későbbi bizonyítása vagy cáfolása. Így a jövőben ez a fő célunk, illetve fontosnak tartjuk a kender építőanyagok terjesztését is, mivel remek lehetőségeket kínál.

Tartalom jegyzék:

- *Előszó*
- *Kender biológiai értelemben vett bemutatása/Növénytana*
- *Kender bemutatása*
 - CBD-Kannabidiol
 - Marihuána
 - Kender
- *Kender történelme az építészetben*
- *Kender építőanyagok fajtái és azoknak rövid leírása*
 - Kenderbeton
 - Kendertégla
 - Könnyű kenderbeton
 - Kenderbeton fal
 - Kenderbeton padló
- *Kender építőanyagok előnyei és hátrányai*
- *Kendertégla összevetése más építő anyagokkal (Vályog, Tégla)*
 - Teherbírás/Nyomószilárdság
 - Ár
 - Ellenállás környezeti hatásokkal szemben
 - Hővezetési tényező
- *Elvégzett kísérletünk jegyzőkönyvének részletezése*
 - Kísérlet leírása
 - Tapasztalatok
 - Eredmény
- *Néhány kenderház projekt*
 - Kenderbeton Ház, Tapasztalatok és Kivitelezés
 - Külföldi projektek
- *Összefoglalás, konklúzió, eredmény*
- *Kutatásunk későbbi irányvonala/tervezete*
- *Irodalomjegyzék*

Előszó:

A környezettudatosság és az ökológiai lábnyom kérdése mára már világszínvonalon egy központi kérdés. Ez a probléma beitta magát minden területre, így természetesen az építőiparba is, ráadásul a földbolygónkon megtermelt összes energia mennyiség 40%-ért az építőipar felelős, mivel rengeteg energia kerül az építőanyagok előállításába nem beszélve ezeknek az épületeknek a fenntartásáról, megépítéséről. Mint minden területen az építészetben is ökológiai szempontból megfelelőbb tulajdonsággal bíró alternatívákat kezdtek el figyelembe venni és tesztelni. Azonban ez nem ilyen egyszerű, minden rendszernek van pozitív és negatív oldala is, így tehát az ökoépítészeti rendszereknél is akad. Ezek közé tartozik, hogy az ilyen jellegű építkezésekhez külön szakemberre van szükség, építésük általában hosszabb ideig tart, és az anyagár, illetve a kivitelezés is sok esetben drágább, mint például egy nem kísérleti, a mindennapokban elterjedtebb nyersanyagnál, főleg, hogy ezeknek az épületeknek hosszadalmas és nehézkes az engedélyeztetése. Szociológiai szempontból nézve az emberi populációban részt vevő fogyasztói társadalom nem fog egy terméket “csak” azért megvásárolni drágábban, mert az környezettudatos és kisebb ökológiai lábnyommal bír.

Előadásunk egy ilyen környezettudatos attribútumokkal rendelkező alternatívát vizsgál meg, pontosabban a kender építőanyagokkal foglalkozik. A kender építőanyagokkal már az 1980-as évek végén 90-es évek elején is folytak korai kísérleteket. Azonban mára már a korai kísérleti fázison túlnőtte magát és már rendszeresen folynak a különböző kivitelezések. Kutatásunkkal az a célunk, hogy a kenderépítészetet ismertessük és rá világítsunk előnyeire, ezzel a kender építőanyagokat terjesszük.

Feltevésünk szerint és kutatásunk alapja is, hogy a kender, mint építőanyag nem csak rövid, de hosszú távon is környezettudatos előnyökkel és a hétköznapi ember számára is előnyösebb más, elterjedtebb építőanyagoknál. Hipotézisünk, hogy ezt növényi eredetének köszönheti, így növénytanára vezethető ez vissza. Mivel az átlagember számára legelső sorban az fontos, hogy egy kényelmes, kellemes környezetbe érjen haza vagy menjen dolgozni, így ismét szociológiai szempontból nézve, ha egy építőanyag környezetbarát még nem lesz eladható is feltétlen. Azonban a kender építőanyagok rengeteg előnyös tulajdonsággal bírnak környezettudatosság új mellett.

Mivel a kender építészet a mai napig is tartó és még nem kinőtt ága az ökoépítészetnek így fontosnak tartjuk ennek megértését jobban és nem csak a tényekkel foglalkozni, hanem mögé nézni és ezekből következtetéseket és újabb feltevéseket szűrni le. Szeretnénk ismertetni, történelmi és gyakorlati vonalát is, illetve számadatot is bemutatunk, ide sorolhatjuk például a későbbiekben részletezett teherbírást. Nem utolsó sorban tárgyaljuk a különböző építészeti perspektíváját is, ehhez tartozik a szigetelés, illetve a központi rendszerek kialakítása.

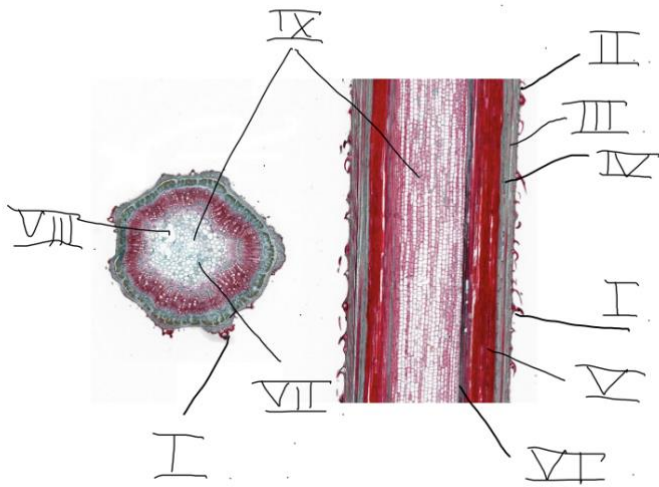
Előadásunkban szemléltetjük elvégzett kísérletünket, az építkezésen tanultakat, illetve a végén prezentáljuk konklúzióinkat és a kutatás későbbiekben tervezett irányvonalát is ábrázoljuk.

Kender Biológiai értelemben vett bemutatás/Növénytana:

A kender a *cannabis sativa* növénynemzetségbe tartozik, jellegzetes a levele, hosszú lándzsa alakú fűrészkes összetett levele van. három fajta nemzetség van mely ide sorolható: *Cannabis Sativa*, amely az összes kender és néhány marihuána; *Cannabis Indica*, amely a Himalájából származik és pszichoaktív és nem utolsó sorban a *Cannabis Ruderalis*, melynek levelei egymással szemben, üreges száron fejlődnek.

Az Ipari kendernek a szára lesz cséplés után a kender pozdorja, ez hasznosul az építészetben.

A képen egy ipari kender szárának felül, illetve oldalmetszete látható:



Az ábra számmal jelölt részek nevei és feladatai:

- I. Trichomák: A növény fizikai védőrétege a biotikus és az abiotikus ingerek ellen.
- II. Epidermisz (felhám): A növény sejteinek vékony védőrétege.
- III. Kollenchyma: tartószövet, amely többé-kevésbé megnyúlt élő sejtekből áll, egyenetlenül megvastagodott, nem lignizálódott (Nem erősítette meg a növényi érrendszert) elsődleges falakkal.
- IV. Parenchyma: Növényeknél az a szövet, ami vékonyfalú sejtekből áll, amelyek különböző funkciót töltenek be a növény szükségleteinek megfelelően.
- V. Phloem: Az a vaszkuláris szövet, amely a szénét szállítja a növény alaprészeibe. A Phloem elsődleges- és másodlagos szálkötegekből áll.
- VI. Kambium: Az a sejtréteg, amely aspecifikus sejteket biztosít a növekedés elősegítésére.
- VII. Xylem: Növényi érszövet, amely vizet és oldott ásványi anyagokat szállít a gyökerekből a többi növényi résznek, emellett fizikai támaszt is nyújt.
- VIII. Tracheid: Fő funkciója a víz és a szervesetlen sók szállítása.
- IX. Bél: Legfontosabb feladata a tápanyagok elosztása a növényben mielőtt elraktározná őket a sejtekben.

Kender bemutatása:

A CBD-t, azaz Kannabidiolt, a marihuánát és a kenderet a hétköznapi életben gyakran ekvivalensnek tekintik, azonban ez közel sem így van. Alábbiakban részletezzük a különbségeit. Mind a három anyag a *Cannabis Sativa* növényi fajból származnak.

CBD-kannabidiol:

A CBD olajat, másnéven kannabisz olajat a kender kivonatából állítják elő, ez egy természetes készítmény, melynek kémiai képlete a következő: $C_{21}H_{30}O_2$, megvásárolható 10- vagy 30 ml-es üvegcsében, mivel rengeteg terápiás hatása van. Téveszme azonban az, hogy ez pszichoaktív, azaz bódulatot okoz, hétköznapi nyelven drog. Ez közel sincs így, mivel ennek a THC, tehát Tetrahidrokannabinol tartalma maximum 0,2% lehet, ezt a WHO 2018-as jelentése is megerősítette.

A CBD az orvosi kannabisz legfőbb hatóanyaga, számos tanulmány készült róla, mely bebizonyította jótékony hatását. Amit ezekből kiemelnénk, hogy a Lennox-Gastaut szindróma, röviden LGS általában nem reagál az antiepileptikus gyógyszerekre, azonban a CBD nem csak lecsökkenteni tudta a rohamok számát, de bizonyos esetekben teljesen meg is tudta szüntetni őket.

Marihuána:

A marihuánát is elkülöníthetjük két külön használatra, az orvosi marihuánára és a kábítószerre, ami illegális. E között a kettő között nem csak használatbeli különbség, hanem összetételi is van. Az orvosi kannabisz a marihuánától kémiai összetételében abban különbözik lényegesen, hogy az orvosi marihuánában magasabb a CBD tartalom, és döntő többségben alacsonyabb a THC tartalma. Orvosi alkalmazások a következők lehetnek: Daganat, epilepszia, krónikus fájdalom, bizonyos kutatások szerint a depresszió kezelésére is hatásos lehet. Fontos azonban, hogy vagy törvényben engedélyezve van vagy engedély kell a használatához, sok esetben illegális orvosi használatra is.

A marihuána fő bódító összetevője a THC, amely a CBD receptoraihoz kötődve tudja kifejteni hatását, fizikai és mentális zavarokat okoz.

Kender:

A kender ahogy azt már feljebb is említettük a *Cannabis sativa* egy alfaja és kifejezetten úgy termesztik, hogy a THC tartalma elhanyagolható legyen, pontosabban kevesebb, mint 0,2%. Ezen belül pedig az ipari kender úgy termesztik, hogy erős központi szárral rendelkezzen, mivel később ez lesz csépelve, hogy kenderpozdorját kapjunk, amit aztán felhasználhatunk például az építészeten is. A magokat 10 centiméter közzel vetik el, ami közelinek számít, ez arra a célra szolgál, hogy a növények a nap felé növekedjenek és ne oldalra, ezt segítik a növényben lévő különböző enzimek is. A növényben lévő enzimek azonban kissé másképp funkcionálnak, mint az állatban vagy emberben lévőek. Az ember és állatban található enzimek többsége specifikusan hat, tehát egy-egy

szerv egyes szöveteinek működését változtatják meg adott módon. A növényi hormonok hatása azonban ennél általánosabb és sokoldalúbban egyben. Általánosabb mivel egy adott hormon több szervet is befolyásol, de sokoldalúbb, mivel más-más módon hat különböző növényi szervekben, illetve attól is függhet, hogy milyen irányban áramlik a szövetekben.

A biológiai kitérő után az a különbség az ipari és hétköznapi életben felhasznált kender között, hogy a hétköznapi kendermagokat egymástól 2 méter távolságra vetik el egymástól, mivel a CBD-termékek előállításához szükség van a rügyekre és virágokra is, így a növényt oldal irányban is kell növeszteni ellentétben az ipari kenderrel, aminél fontos, hogy felfelé növekedjen.

A kendertermesztés hazánkban az 1950-es 60-as években fénykorát élte, ugyanis Magyarország kendermagyhatalom volt ekkor. A rendszerváltás idején folyt még termesztése többé kevésbé, de egyre kisebb területre szorult, sajnos 2007-re teljesen megszűnt termesztése hazánkban, ami így a beszerzést megnehezíti, illetve a gazdálkodást is befolyásolta így, mivel kenderrel már nem tudunk kereskedni.

Az kender felhasználása rendkívül sokrétű, hiszen 1883-ig ez volt a legelterjedtebb mezőgazdasági növény.

A kender növényt felhasználása alapján alapvetően három fő részre oszthatjuk:

egész növényre: mezőgazdasági használat, kazánok fűtése, hőkezelve takarmány.

szárára maggal együtt: Ezen belül felhasználása még további négy részre osztható:

- *Háncs rész:* textíliák, mezőgazdasági textíliák, egyéb ipari termékek, papír, építési anyagok.
- *Farész:* papír, állati alom, építési anyagok.
- *Levélnet:* állati alom.
- *Mag:* Ezen belül is két részt re oszthatjuk *magpogácsára* (sajtolást követően), ilyen például a fehérjében gazdag liszt, illetve *kender olajra*, kender olajból készülhet élelmiszer, higiéniai cikk, illetve ipari termékek.

sejtnedvre: oldószer.

Az Ipar és a hétköznapi élettel járó közlekedés (többek között) rengeteg nitrogén-oxidot és hidrogén-karbonátot termel, ezek a molekulák megtalálhatóak a levegőben, illetve megragadnak például az épületek falain is, tehát szennyezik a környezetet. Megoldásként a nanotechnológiát találták egy alternatívaként az építészetben, ezzel nanorészecskéket hoznak létre, mellyel öntisztító réteget képeznek az épületek falán. A titánium-dioxid, TiO_2 részecskék kisebbek, mint 100 nanométer, így ezt alkalmazzák cementtel összekeverve, így egy fehér színt

kap; A napsütés által kibocsátott UV-sugarak aktiválják ezeket a nanorészecskéket ezek így olyan oxidokat bocsátanak ki, amelyek képesek lebontani szerves vegyületeket az épület oldaláról, majd a vegyületeket vízzé és szén-dioxiddá bontja, ami aztán vissza kerül a levegőbe, ezt a folyamatot nevezzük öntisztításnak. Felmerül azonban az a kérdés, hogy valóban csak mesterségesen lehet előállítani ilyet?! A kender építőanyagok ugyanígy viselkednek, azaz a kender egy természetes építőanyag, amely öntisztító is egyben.

Kender történelme az építészetben:

A Cannabis ősei Ázsiából származnak feltehetően a Himalája enyhébb lejtőiről vagy attól északra az altáj hegységtől.

A kendert az emberiség évezredek óta használja, egyes antropológusok úgy vélik, hogy az ősember a magvak fogyasztása közben véletlenül lenyelhette a magot körülvevő virágkelyhet bevonó gyantában lévő pszichoaktív anyagot. Függetlenül attól, hogy ez a feltevés igaz e vagy sem, az ember történelmének már nagyon korai szakaszában kapcsolatban volt a kenderrel. Körülbelül 3000-4000 évvel ezelőtt a kendert már termesztette és használta is. Időszámításunk előtt több ezer évtől kezdődően egészen 1883-ig a kender volt a bolygó legelterjedtebb mezőgazdasági növénye. Azonban csak az 1990-es években kezdték el kihasználni az építészetben mikor egy francia férfi Yves Kuhn felfedezte a lehetőséget, hogy a szár, mint építő és szigetelőanyag is megállja a helyét ezzel megindítva a kenderépítészet jövőjét.

A közönséges kender növény, a Cannabis sativa az egyik legkorábban feljegyzett termesztett növények közé tartozik, bizonyítékként arra, hogy az ember már a neolitikus idők óta termesztí. A kender egész világszerte elterjedt, és hosszú történelme van széles körű használatának minden féle termék esetében például: a kendermag az olajokhoz és gyantákhoz, élelmiszerekhez, üzemanyagokhoz, gyógyszerekhez és kozmetikumokhoz; a kenderrost strapabíró ruházathoz, kötél és kemény szövetekhez, például vitorlavászonhoz; illetve pépként, papírt lehet készíteni belőle. Úgy gondolják, hogy a növény Kínából származik, és hogy termesztése fokozatosan terjedt el nyugatra, Indián át a Közel-Keletre, Afrikára. Fennmaradt írások az egyiptomi, görög és római feljegyzésekből megmutatják, milyen fontos volt a kender növény az életmód, kereskedelem és terjeszkedés szempontjából ezen nagy civilizációk számára. A kender termesztése Európában folytatódott a modern történelem során. A kender az orvoslás történelmébe is beitta magát. Később a tilalom a kender minden formájának termesztését betiltotta, és ennek következtében a Nyugati társadalmak számára orvosi használatra sem volt alkalmazható, illetve elérhető. Az 1930-as évek óta sok erőfeszítés bement a növény fajtáinak fejlesztésébe, amelyek nagyon kevés THC-t tartalmaznak. Az „ipari kender” kifejezés a Cannabis sativa fajtákra utal, amelyet úgy tenyésztettek ki, hogy a THC-tartalma 0,2 százalék legyen vagy annál kevesebb. Az 1990-es évek eleje óta az egész világban egyre többen, és hazánkban is kezdi újra felkarolni a kendernövényt, feltárva a benne rejlő lehetőségeket, mivel természetes; fenntartható, és kiváló anyagforrás, nem csak az építészetben, hanem az élet minden területén. Míg a kender növény nem olyan „csodanövény” mint ahogy néha emlegetik, amely minden problémát képes megoldani, úgy tűnik, hogy a használatának újjáéledése felbecsülhetetlen értékű lesz a jövőben, ahol elengedhetetlen, hogy áttérjünk a megújuló energiára és ne függjünk a fosszilis és nem megújuló energiáktól.

Kender építőanyagok fajtái és azoknak rövid leírása:

Kenderbeton:

Elsőnek Charles Rasetti a „kenderépítés alapító atyja” használt kenderpozdorját vázkitöltő anyagként, France Périer és Yves Kühn felkarolta és továbbfejlesztette ezt az elképzelést.

Charles eleinte úgy vélte, hogy érdemes lehet a kenderpozdorját vas-oxidokkal kezelni, azonban sokan kétségbe vonták a hatásosságát.

Később elkészült a végleges formája a kenderbetonnak, amely égetett mész; kenderpozdorja, valamint víz összekeverésével áll össze.

Oltott mész előállítása égetett mésszel és vízzel: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$

A kenderbetonnak négy fajtája van jelenleg: könnyű kenderbeton; falkeverék; földmkeverék és vakolat. Ezek mind a kenderpozdorja különböző mennyiségű kötőanyaggal történő kombinálásával állíthatóak elő.

Kendertégla:

Teherhordó téglák, kenderből, agyagból és mészből készülnek.

Használatuknál nincs szükség faváz építésére, így tehát nem kell várni a zsálat rész kiszáradására, illetve “felesleges” faanyag sem megy kárba. Ugyan a kender betonnal épített épületekhez feltétlen szükséges egy ebben jártas kivitelező, ehhez kevésbé, ugyanis ez egy előre legyártott elem, mely raklapozott formában érkezik ezáltal azonnali építésre alkalmas. A hagyományos téglák lerakásakor használt technikához hasonló kötési módszerekből rakhatók le a kendertéglák is, különféle kötési stílusok alkalmazásával. Bizonyos kendertéglák kenderbetonnal köttetnek, de olyan precedens is van melyhez nem kell alkalmazni kötőanyagot, az ilyen téglák úgy vannak legyártva, hogy egymásba illeszkedjenek, mint egy Lego.

Könnyű kenderbeton:

Az ilyen keverékhez elegendő a pozdorja térfogatának 10%-át kitevő meszet adni, hogy a kender részecskéit beborítsa és egymáshoz rögzítse.

Olyan légző szigetelést biztosít, amely sok más rostot tartalmazó szigeteléssel ellentétben, az idő múlásával nem süpped, nem nyomódik össze, teljesen kitölti a teret, nem hagy hézagokat a hőhidak számára, ugyanakkor tűzálló.

Kenderbeton fal:

Ahhoz, hogy a falak esetében a szükséges szerkezeti merevség meglegyen, a kender keverékhez hozzáadott mészhányó mennyiségét a térfogat 25%-ára kell növelni, így a kender részecskék stabilabban és merevebben tudnak kötődni egymáshoz.

A kenderfal keverék elég erős ahhoz, hogy további merevséget adjon a faváznak, azonban nem teherhordó építőanyag.

Kenderbeton padló:

Ha a kenderbetont szigetelőanyagként használjuk szilárdpadló alatt talajszinten, valamivel nagyobb nyomószilárdságra lesz szükség.

Erre a célra a keverék mészhányó tartalmát a térfogat 35%-ára emelik

Kenderépítőanyagok előnyei és hátrányai

A kenderépítőanyagok egyértelműen rengeteg előnnyel rendelkeznek a köznapi életben többe használt, illetve jobban ismert építőanyagokkal szemben is, mint például a téglá, vályog, beton és egyebek. Nem csak környezetbarát tulajdonságokkal bír, de azt építészetben való felhasználása is rendkívül sokszínű, mondhatni fantáziadús, mindemellett az ember egészségére is jó hatást tud gyakorolni. Felhasználás szempontjából a különböző kender építőanyagok bány van különbség, de mivel akár képesek az együttes alkalmazásra is így az előnyeik nagyrészt megegyeznek. Ami miatt nagyon fontos számunkra az az, hogy teljesen természetes alapanyagokból készül és környezetbarát módon mivel nincs szükség égetésre vagy különböző adalék-, környezetszennyező-, vagy egészségre káros anyagokra. Karbon negatív, ami azt jelenti, hogy több szén-dioxid megkötésére képes, mint amennyi az előállításához szükséges ráadásul a fához képest kétszer olyan hatékonyan köti meg a légköri szén, számos tanulmány alátámasztja, hogy a kender az egyik leghatékonyabb növény a CO₂

megkötésében, az ipari kender 8-15 tonna CO₂ megkötésre képes hektáronként. Egyik legelőnyösebb tulajdonsága a kitűnő a páraháztartása és a rendkívül jó páradiffúziója, ami természetes módon szinten tudja tartani a párákat ennek köszönhetően nem penészedik, így is hozzájárulva az egészséges lakókörnyezethez, mérsékeltebb szén-dioxid-tartalma miatt fertőtlenítő és baktériumölő, valamint nem támadják a rágcsálók és bogarak. Tűzálló képessége is kiemelkedő, ami természetesen az egyik legfontosabb szempont az építkezések során. Kísérletek alapján 40 perc után is csak körülbelül 30mm-t égett be, azonban ami lényeges az az, hogy nem gyulladt meg, hanem csak parázslás volt észlelhető, ami, miután a hőforrás megszűnt szinte azonnal abba is maradt. Fal és szigetelés is egyben ennek köszönhetően költséghatékony mivel nem kell külön szigetelőréteget alkalmazni, így csökkentve az környezetszennyezést építkezés közben. Kiemelkedő hőszigetelő képességének köszönhetően természetesen szabályozza az épület hőmérsékletét, ezen tulajdonsága révén az energiaszámlák is jelentősen csökkennek így tovább hozzájárulva költséghatékonyágához. Kellemes akusztikai és zajszigetelési tulajdonságokkal rendelkezik. Teljes egészében visszafordítható a természet részére akár újra felhasználható későbbi projekteben, amire azonban lehet nem lesz szükség mivel úgy becsülik, hogy egy kenderház akár több száz évig is stabilan áll ellenben a hagyományos téglával vagy vályogházakat, amik 50-100 évig állnak mielőtt felújításokat kell rajtuk végezni.

A kender-tégla sok remek előnye van a hagyományos építőanyagokkal és a kender betonnal szemben ezek közé tartozik az, hogy nincs száradási és kötési ideje így azonnal felhasználható és mivel teherhordó így nem kell neki külön vázat építeni ezért a környezetbarát "mutató" is magas.

A kenderbeton előnye, hogy a helyszínen állítják elő és kikeverés után egyből elkezdhető a falazás, amely tetszőleges méretű; ívű és formájú lehet, így könnyítve a folyamatot. Az előállítás sem bonyolult köszönhetően, hogy három alapanyagból előállítható, amik szintúgy teljesen természetesek és környezetbarátok. A kenderbetonnak az is nagy előnye, hogy elég egy hozzáértő szakember, aki elvégzi a zsámozást.

Ugyan nem sok minden sorolható a kenderépítőanyagok hátrányai közé, de az egyik ilyen tulajdonság kenderbetonnál, hogy hagyni kell száradni a rétegeket, így csak naponta lehet haladni az egyes rétegekkel, ez a vakolásra ugyanúgy igaz. Emellett szükség van egy vázszerkezetre a házhoz mivel nem teherhordó a kenderbeton, ez is lassítja az építkezést. Hátrányok közé sorolható az is, hogy a fal megszáradása utáni rendkívüli keménysége miatt a későbbi felújítások, falbontások meglehetősen nehézre bizonyulnak, mivel a mikrohullámokat is megcsúsztatja ezért az otthoni wifi hálózatok gyengék lehetnek.

Ami még hátránynak nevezhető hiába nem maga a kenderépítőanyagok hátránya az az, hogy Magyarországon a kender termesztése nem engedélyezett emiatt a kenderpozdorját külföldről kell beszállítani, ami plusz költségekkel, idővel jár és ezek mellett még tovább szennyezi a környezetet.

Kendertégla összevetése más építő anyagokkal (Vályog, Tégla):

Teherbírás/nyomószilárdság

Tégla	11 N/ mm ²
Vályogtégla	2-4 N/ mm ²
Kendertégla	7,8 N/mm ²

Ár

Tégla (25cm-es)	~ 1000-1200 Ft/db
Vályogtégla (25cm-es)	~ 600-700 Ft/db
Kendertégla (25cm-es, válaszfal)	~3100 Ft/db
Kendertégla (25cm-es, Teherhordó)	~2300 Ft/db

Ellenállás környezeti hatásokkal szemben

Tégla	A1- es tűzvédelmi besorolású, maximum 1200°C-on 4 órán keresztül. Jól ellenáll a víznek, azonban nem teljesen vízálló
Vályogtégla	A1- es tűzvédelmi besorolású Nedvességre érzékeny, védeni kell az esőtől, és a talajnedvességtől.
Kendertégla	B0- ás tűzvédelmi besorolású, 4 óra nyílt lángon 650°C-on Kiemelten vízálló

Hővezetési tényező

Tégla	0,140-0,300 W/mK között téglától függően
Vályogtégla	0,47 W/mK
Kendertégla	0,077 W/mK

Elvégzett kísérletünk jegyzőkönyvének részletezése:

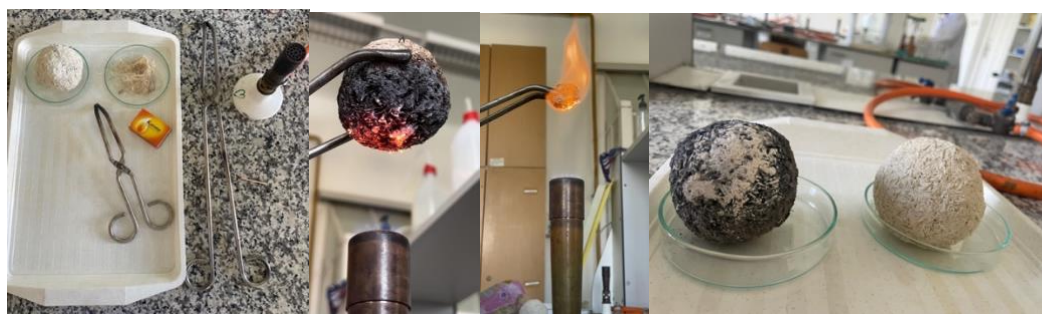
Tapasztalatok: A kendergolyó az első pillanatokban befeketedett és enyhén parázslani kezdett, majd ez a parázslás kissé alábbhagyott. A minta 10 perc eltelte után sem gyulladt meg. A kísérlet után 30 perccel még meleg volt a kendergolyó.

Ezzel szemben a kenderrost, ahogy a lángba tettük azonnal meggyulladt, nagy lángra kapott, majd elégett.

Magyarázat: A kenderrost szerves összetételének és szálas szerkezetének köszönhetően kapott lángra és égett el teljesen, másodpercek alatt.

A kendergolyó heterogén (szerves/szervetlen) összetétele és tömör/tömörített szerkezete miatt nem gyulladt meg és nem égett el.

Eredmény: bebizonyítottuk, hogy a kenderbeton valóban nem éghető, nem gyullad meg, tűzálló, ezzel ellenben a kenderrost gyúlékony és nem tűzálló.



Néhány kenderház projekt:

Kenderbeton Ház, Tapasztalatok és Kivitelezés:

Fontosnak tartottuk kutatásunk során, hogy ne csak lexikális tudásunkat tágítsuk és mások tapasztalait olvassuk, de saját tapasztalatot is szerezzünk. Lehetőségünk volt megtekinteni egy kenderbeton ház kivitelezését. Szöllősi Tamás szakemberrel Solymáron megtekintettünk egy építkezést. Nem csak tapasztalatszerzésben volt részünk, de egy remek élménnyel is gazdagodhatunk.

Először az építkezés során használat alapanyagokba a kaptunk betekintést. Az építkezésen helyben állítják elő a kenderbetont, egy mezőgazdasági keverőgép segítségével. A kenderbeton ahogyan azt már feljebb is említettük, kenderpozdorja víz és megfelelő minőségű habarcsból áll (Oltott mész keverék). Mivel Magyarországon már nem termesztnek kender, így külföldről kell beszerezni a kenderpozdorját, ami így nehezíti a munkafolyamat gördülékenységét, mivel több időbe és plusz költség jár a beszállítás, nem beszélve arról, hogy ez a folyamat szennyezi a környezetet, ha hazánkban történne a kender termelés ez költség érzékeny lenne amellet, hogy nem szennyezné a környezetet. A kenderpozdorja körülbelül 20-21 kg-os zsákokban érkezik. Egy kenderbeton bekeverési folyamat során 55 liter vizet használnak fel egy ilyen zsákhoz, illetve az oltott mészhez, amelyet a gép megkever és már meg is kapják felhasználható állapotban a kenderbetont. Az építkezésen első kézből megtapasztalhattuk a keverőgép által előállított anyagot melyből kender "golyókat" gyúrhattunk. A még vizes anyag lényegesen nehezebb, mint a már teljesen kiszáradt kenderbeton. A falak nagy keménységgel bírnak, így egy későbbi átalakítás, amennyiben szükséges nehezebb lesz. A kendergolyók is nagy szilárdsággal bírnak, egyértelműen egy golyó kisebb felület és térfogat, mint egy épület így kevesebb idő kell a teljes kiszáradáshoz, ebből adódóan az építkezés megtekintése után még mi is szárítottuk a kendergolyókat a napon.

Ezek után körbe vezettek minket az építkezés menetén - az alapoktól egészen a kisebb részletekig kaptunk betekintést, melyet a következőkben ismertetünk.

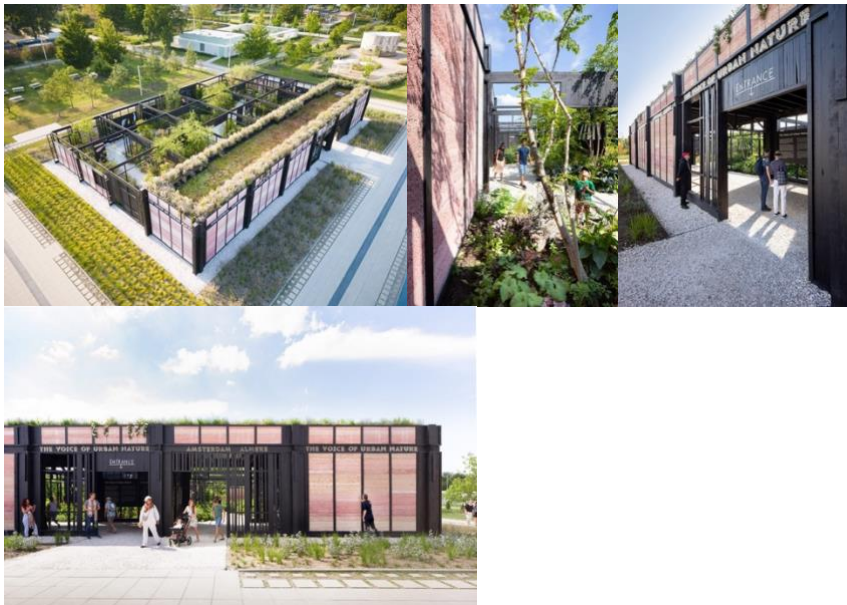
— Nem célunk építkezési naplót írni. —

Első dolgok közé tartozik a központi rendszerek kialakítása, ide tartozik például a vízcsövek és az elektromos vezetékek, konnektorok kialakítása, esetenként a bojler kiállásának is elhelyezése. Az alap kiépítése után, a váz kialakítása szükséges e közé kell felhúzni a kenderbeton falat. Ez a szerkezet készülhet fából vagy fémből, jelen esetben fából készült, amely környezettudatosság szempontjából a legkövetkezetesebb választás. Szintúgy nélkülözhetetlen lépés a zsámozás a kenderbeton tömködéséhez. A tetőtér kialakítása megrendelőtől és céltől függően lehet padlás- vagy lakótér kialakítású. Jelen esetünkben ez lakótér szerepét játszotta, a sátoztető kialakítás jelentősen megnehezítette a szigetelés munkafolyamatát, de a kivitelezők úgy döntöttek, hogy azt is kenderbetonból oldják meg. A jelenlegi állapot szerint a ház a száradási folyamatnál jár, ami nagyjából 4 hónap a teljes száradásig. Ezek után a vakolási folyamatok következnek. A ház vakolata szintén egy meszes keverék. A meszes vakolat azért fontos, hogy a kender téglalégző fala, hőmegtartó és temperáló képességét meg tudja tartani vakolatot keresztül is. Ugyanis a meszes vakolat is egy légző réteget, légző vakolatot képez.



Külföldi projekt

Egy holland stúdió épített egy pavilont, melynek falai színezett kenderbetonból készült. A pavilonban sok kis kertecske van, a hollandiak úgy nevezték el, hogy “The Voice of Urban Nature”, aminek a jelentése “A Városi természet hangja”. Ennek a kender építmények faváza van. Illetve a kenderbeton természetes színező anyaggal festették.



Olaszországban, azon belül apuillában épült egy kendentégla emeletes társasház. 26 lakást építettek, amely tartalmaz lakásokat, városi villákat, illetve penthouseokat is. A képen is látható, a falak fehér színéből, hogy a társasház egy meszes vakolatot kapott.



Összefoglalás, konklúzió, eredmény:

Kutatásunkból azt a következtetést vontuk le, hogy hipotézisünk részben helyes volt. Feltételezésünk szerint, a kender építőanyagok hasznos tulajdonságai növényi eredetükre vezethető vissza. Ez részben azért nem bizonyosodott be, mert, más építőanyagok is rendelkeznek hasonló tulajdonságokkal, így ez nem csak erre vezethető vissza. Feltételezésünk azonban helyes volt abból a szempontból, hogy a növényből készült építőanyagok öntisztító tulajdonsággal bírnak. Ahogyan azt a kender bemutatása fejezetben is részleteztük, kísérleteztek már öntisztító képességű épületek létrehozásával, azonban ezt akkor mesterséges úton sikerült csak megvalósítani, a nanotechnológia vívmányait kihasználva, ellenben a kender önmagában bír ilyen tulajdonságokkal, tehát egy nagyon hasznos és sokrétűen felhasználható növény.

Kísérletünkkel bebizonyítottuk a kender építőanyag tűzállóságát és azt, hogy e tulajdonsága nem magának a kendernövénynek köszönhető (hiszen kísérletünk során a kenderrost elégett), hanem a kender és a kötőanyagként hozzákevert oltott mész kölcsönhatása során kialakuló heterogén massa/keverék tulajdonságának, mivel az oltott mész a keveredés során körülveszi a kenderpozdorja részecskéit, egy olyan réteget képezve, amely tűzálló.

Dolgozatunkban arra is rávetítettünk, hogy bármilyen régre vezethető is vissza a kenderépítészet, nem kellően ismert, illetve, hogy egykor Magyarország is kender nagyhatalom volt. Saját tapasztalatainkat is megosztottuk, melyeket a solymári építkezésen szereztünk.

A Kutatásaink konklúziója az, hogy a kender a jövő építőanyaga, és még rengeteg pozitív potenciál van benne, ezáltal további kutatási irányvonalakat előrevetítve.

Kutatásunk későbbi irányvonala/tervezete:

A Kutatásunk legfontosabb célja a jövőben a kender építészetben való továbbfejlesztése, az erről kialakult hipotézisek bizonyítása vagy cáfolása. Érdekes lehet egy kísérletsorozat, melyben a kenderbeton színezését teszteljük természetes anyagokkal. Az irányvonalat el szeretnénk majd vinni esetleg egy kenderből épült lakóövezet megalkotására, illetve a kender építőanyagok és nem mellesleg hétköznapi életben hasznos felhasználásának terjesztésére.

Irodalomjegyzék:

Kézi forrás: Építsünk Kenderrel! — Steve Allin (magyar kiadás) — BME könyvtár

https://www.researchgate.net/profile/Robert-Szabo-10/publication/349310807_The_list_and_the_personal_and_material_participation_of_the_Archbishopric_High_School_in_Kalocsa_during_the_First_World_War_In_Tavaszi_Szel_Konferenciakotet_III_2018_687-696/links/602a1c8e4585158939a65fef/The-list-and-the-personal-and-material-participation-of-the-Archbishopric-High-School-in-Kalocsa-during-the-First-World-War-In-Tavaszi-Szel-Konferenciakotet-III-2018-687-696.pdf#page=136 — 2018

<https://unacademy.com/content/neet-ug/study-material/biology/the-medulla-or-pith/>

<https://academic.oup.com/jxb/article/73/3/1033/6385187?login=false> — 2022. Január 27.

<https://www.britannica.com/science/xylem> — 2024. December 31.

<https://study.com/academy/lesson/cambium-tissue-definition-features-examples.html> — 2023. November. 21.

<https://mathworld.wolfram.com/FiberBundle.html> — 2025. Január. 10.

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/phloem> — 2021

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/collenchyma> — 2017

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9394918/>

<https://study.com/academy/lesson/parenchyma-in-plants-definition-function-quiz.html> — 2023. November. 21.

<https://kenderhazepites.hu/beteg-haz-szindroma/> — 2020. Március. 3.

<http://www.kenderhaz.hu> — 2012

<https://www.dezeen.com/2022/08/22/the-voice-of-urban-nature-floriade-overtreders-w/> — 2022. Augusztus. 22.

<https://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/cannabis-stem-slide-contains-cross-section-longitudinal-section-stem-note-stem-thick-conta-q70586639>

<https://www.ndsu.edu/pubweb/chiwonlee/plsc211/student%20papers/articles02/cthielen/hemp.htm>

<https://www.health.harvard.edu/blog/cannabidiol-cbd-what-we-know-and-what-we-dont-2018082414476> — 2024. Április. 04.

<https://hu.naturecan.com/blogs/cbd-tippek/thc-hatasa>

<https://cbdoazis.hu/mitol-mas-az-orvosi-kannabisz-mint-a-marihuana/>

https://www.who.int/docs/default-source/controlled-substances/whocbdreportmay2018-2.pdf?sfvrsn=f78db177_2 — 2018. Június 4-7.

<https://identify.plantnet.org/hu/k-world-flora/species/Cannabis%20sativa%20L./data> 2014-25

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0028825X.2016.1205107> — 2016

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6827364/> — 2019. Szeptember

<http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/vegyszer/kiserletek/egetett-mesz-reakcioja-vizvel>

<https://kenderbau.hu/#>

<https://www.youtube.com/watch?v=qWfsBlE6uCw> 2015. Május. 28.

<https://www.youtube.com/watch?v=BfKip5iRSRo> — 2018. Február. 17.

<https://www.youtube.com/watch?v=IyG6huy6sjg> — 2017. Március 20.

https://www.youtube.com/watch?v=9d_wsoZS6j0 — 2018. December 21.

<https://hu.naturecan.com/blogs/cbd-tippek/mi-az-a-kender>

<https://cbdrendeles.com/utmutato/mi-az-a-cbd/>

<https://www.openaccessgovernment.org/who-perspective-on-cannabidiol/80838/> — 2020. Január 15.

https://www.analecta.hu/index.php/jelenkori_tars-gazd_folyamatok/article/download/33480/32585 — 2015.

<https://www.theplan.it/eng/award-2022-housing/case-nel-verde-a-nzeb-class-building-in-apulia-psarchitettura> — 2022.

<https://oko-haz.hu/kender-mint-epitoanyag/>

<https://kenderhazepites.hu/kender-szendioxid-megkotesel> — 2022. Június 10.

<https://webaruhaz.valyogvakolat.hu/Valyogtegla-250db-kismeretu-ForrasTegla>

<https://tegla-arak.hu/kategoria/15/25-n-f-tegla>

<https://www.pyhra.hu/epitoanyagok>

<https://tervlap.hu/tananyag/2>

<https://www.kenderbetonhaz.hu/cikk/kenderhaz-tuzvizsgalat/> — 2020.

<https://katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2019-12/66917.pdf> — 2019.
December

<https://kenderhazepites.hu/>

<https://oko-haz.hu/kender-mint-epitoanyag/>

<https://draxe.com/nutrition/cbd-vs-thc/> – 2024.04.23.

<https://cbd-olaj.eu/> – 2024.04.23

<https://www.cannadorra.hu/articles/hemp-articles-and-information/a-kenderrol/cannabis-torzsek%20-%202024.04.23> — 2024.04.23.