

Kender bemutatása az építészetben és lehetőségeinek vizsgálata

Bakó József, Linczmayer Rozália Margit

2024.04.17.



Kender bemutatása az építészetben és lehetőségeinek vizsgálata

Bakó József, Linczmayer Rozália Margit

BMSZC Than Károly Ökoiskola és Technikum

Konzulens: Csóka Balázs

Rezümé:

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

A kutatásunk alapfeltételezése, hogy a kender, mint olyan építőanyag több illetve jelentősebb előnyökkel jár, mint más a köznapi életben elterjedtebb és ismertebb építőanyag, illetve sokkal jobb a felhasználhatósága is. Hipotézisünk, hogy nem csak rövid, de hosszú távon is előnyös és környezet tudatos, ez feltevésünk szerint 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 különböző építőanyagokkal. Előnyeit és hátrányait is részletezzük, amelyek szintén össze vetésre kerülnek. Kutatásunk során történelmi szempontból is megközelítettük a kender építészetben való használatát. Össze vetettük a kender pozdorja égetését a kendertéglával kísérletünkben. 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 szereztünk 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 bemutatása
- Kender építőanyagok fajtái és azoknak rövid leírása
- Kender történelme az építészetben
- Kender biológiai értelemben vett bemutatása/Növénytana
- 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 részletesebb áttekintésére illetve idő hiánya miatt nem tudunk meg valósítani egy fontos célt, a kender építészetben való fejlesztésének hipotézise illetve, 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 bemutatása*
 - CBD-Kannabidiol
 - Marihuána
 - Kender
- *Kender építőanyagok fajtái és azoknak rövid leírása*
 - Kenderbeton
 - Kendertégla
 - Könnyű kenderbeton
 - Kenderbeton fal
 - Kenderbeton padló
- *Kender történelme az építészetben*
- *Kender biológiai értelemben vett bemutatása/Növénytana*
- *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*
 - Külföldi projektek
 - Kenderbeton Ház, Tapasztalatok és Kivitelezés
- *Összefoglalás, konklúzió, eredmény*
- *Kutatásunk későbbi irányvonala/tervezete*
- *Irodalomjegyzék*

Előszó:

A környezettudatosság és az ökológiai lábnyom kérdése mára már világszínvonalon egy központi kérdéssé vált. 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 nembeszélve 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 mondjuk egy nem kísérleti, a mindennapokban elterjedtebb nyersanyagnál, nembeszélve arról, 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 és ezzel a kender építőanyagokat terjesszük.

Feltevésünk szerint és kutatásunk alapja, hogy a kender, mint építőanyag nem csak rövid, de hosszú távon is környezettudatos előnyökkel és a hétköznapi ember számára is előnyösebb más a mindennapi életben elterjedtebb építőanyagokkal szemben, Hipotézisünk, hogy ezt növényi eredetének köszönheti, így a növénytanára vezethető ez vissza. Mivel az átlag ember 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 feltétlen. Azonban a kender építőanyagok rengeteg az átlag ember számára előnyös tulajdonsággal bírnak és emellett még környezettudatos is.

Jelenleg a mi dolgozatunk inkább a biológiai és kémiai hátterét fogja ismertetni az alábbiakban, illetve ezt helyeztük középpontba. 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. Azonban nem csak a természettudományi háttért és tudást szeretnénk ismertetni, hanem történelmi és gyakorlati 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 bemutatása:

A CBD-t, azaz Kannabidiolt, a marihuánát és a kendert a hétköznapban gyakran ekvivalensnek tekintik, azonban ez közel sem így van. Alábbiakban részletezzük a különbségeit. Mind a három anyag a *Cannabis Sativa* növényi fajtából 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. Téveszmék 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 ezt.

A CBD az orvosi kannabisz legfőbb hatóanyaga, így számos tanulmány készült róla, mely bebizonyította jótékony hatását. Ami számunkra a legérdekesebb ék bizonyult az az, hogy a Lennox-Gastaut szindróma, röviden LGS általában nem reagál az antiroham gyógyszerekre, azonban a CBD nem csak le csökkenteni tudta a rohamok számát, de bizonyos esetekben teljesen mégis tudta szüntetni őket. Ahogy mindennek ennek is vannak mellékhatásai, ez például lehet rosszullét, irritáció, fáradtság.

Marihuána:

A marihuánát is el különíthetjük két külön használatra, az orvosi marihuánára és az illegális drogra. E között a kettő között nem csak használat éli különbség van, hanem összetételük közt is. Ahogy az nevéből adódik, az orvosi kannabiszt orvosi célokra alkalmazzák, míg a sima marihuána szabadidős célokra használják. Az orvosi kannabisz a marihuánától kémiai összetételében abban különbözik lényegesen, hogy a 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 törvénnyel engedélyezik vagy engedély kell, de sok esetben illegális orvosi használatra is, illetve ezeknek szigorú tudományos támogatással rendelkeznek.

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

Kender:

A kender a cannabis sativa egy alfaja és direkt úgy természetik, hogy a THC tartalma el hanyagolható legyen, pontosabban kevesebb, mint 0,2% alatt legyen. Ezen belül pedig az ipari kendert úgy természetik, hogy erős központi szárral rendelkezzen, mivel később ez lesz csépelve, hogy kenderpozdorját kapjunk, amit aztán felhasználhatjuk például az építészetben is. A magokat 10 centiméter közzel vetik el, ami szóródnak számít, ez arra a célra szolgál, hogy a növények a nap felé nőjenek és ne oldalra, ezt segítik a növényben lévő különböző enzimek is. A növényben lévő enzimek azonban kissé másképp funkcionálna mint az államban vagy emberben lévőek. Az ember és államban lévő enzimek többsége specifikusan hat, tehát egy-egy

szerv egyes szövegeinek 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 kender magokat 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 öntől, hogy felfelé nőjön.

A kendertermesztés hazánkban az 1950-es 60-as években fénykorát élte, ugyanis Magyarország kendernagyhatalom volt. A rendszerváltás idején folyt még termesztése többé kevésbé, de egyre kisebb területre szorult, de sajnos 2007-re teljesen megszűnt termesztése hazánkban, ami így a beszerzést nehezíti meg.

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.
- *Levélzet:* 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 rengeteg nitrogén-oxidot és hidrogén-karbonátot termel, amellyel így szennyezi a környezetet. Megoldásként a nanotechnológiával hoztak létre nanorészecskéket, mellyel öntisztító réteget hoztak létre az épületek falán. A titánium-dioxid, TiO₂ részecskék kisebbek, mint 100 nanométer, ezt összekeverik cementel így egy fehér színt adnak neki, Az UV aktiválja ezeket a nanorészecskéket és ezáltal olyan oxidokat bocsájt ki amelyek képesek lebontani szerves vegyületeket az épület oldaláról ezeket a vegyületeket vízzé és szén-dioxiddá bontja ami aztán vissza kerül a levegőbe. Ezt hívjuk öntisztításnak, de felmerül a kérdés, hogy valóban csak mesterségesen lehet előállítani ilyet. A kender építőanyagok ugyanígy viselkednek, azaz a kender természetes építőanyag öntisztító is egyben.

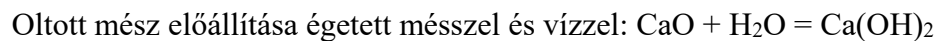
Kender építőanyagok fajtái és azoknak rövid leírása:

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 és kenderpozdorja valamint víz összekeverésével állítható elő.



A kenderbetonnak négy fajtája van jelenleg. Először is van a könnyű kenderbeton, van falkeverék, földemkeverék 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 zsaluzat rész kiszáradására. 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 technikákhoz hasonló kötési módszerekből rakhatók le a kendertéglák is, különféle kötési stílusok alkalmazásával.

Könnnyű 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 süllyed, nem nyomódik össze, teljesen kitölti a teret, nem hagy hézagokat a hőhidak számára, ugyanakkor tűzálló.

Kenderbeton fal:

Ahhoz, hogy meglegyen a falak esetében a szükséges szerkezeti merevsége, a kender keverékhez hozzáadott mész mennyiségét a térfogat 25%-ára kell növelni, hogy a kenderrészecskék stabilabban és merevebben kötődjenek egymáshoz.

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

Kenderbeton padló:

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

Erre a célra a keverék mésztartalmát 35%-ára emelik

Kender történelme az építészetben:

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

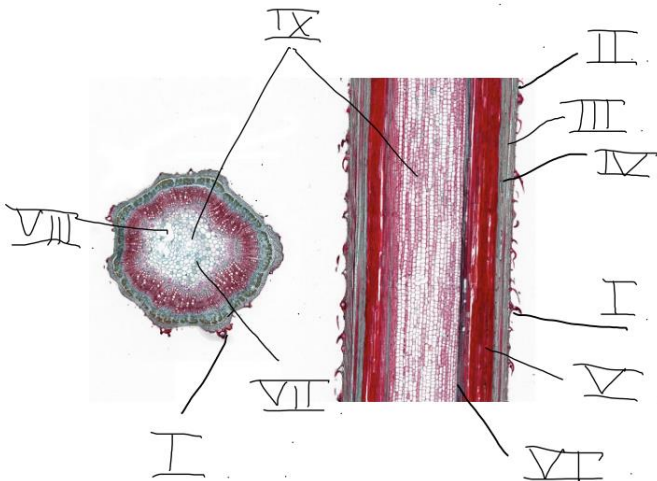
A kendert az emberiség évezredek óta használja, egyes antropológusok úgy vélik, hogy az ősember a magvak fogyasztása közben véletlenül lenyelte a magot körülvevő virágkelyhet bevonó gyantában lévő pszichoaktív anyagot. Függetlenül attól, hogy ez a feltevés igaz-e vagy sem, úgy tűnik, hogy az ember történelmének már nagyon korai szakaszában kapcsolatba került a kenderrel. Körülbelül 3000-4000 évvel ezelőtt a kendert már termesztette és használta az ember. Időszámításunk előtt több ezer évtől kezdődően egészen 1883-ig a kender volt a bolygó legerjedtebb mezőgazdasági növénye. Azonban csak az 1990-es években kezdtek el kihasználni az építészetben mikor is 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, bizonyítékokkal arra, hogy az ember termesztette a neolitikus idők óta. A kender egész világszerte elterjedt, és hosszú történelme van széles körű használatának mindenféle termék esetében: kendermag az olajokhoz és gyantákhoz, élelmiszerekhez, üzemanyagokhoz, gyógyszerekhez és kozmetikumokhoz; kenderrost strapabíró ruházathoz, kötél és kemény szövetek, például vitorlavászon és pépként amiből papírt lehet készíteni. Úgy gondolják, hogy a növény Kínából származik, és hogy termesztése fokozatosan elterjedt 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. besorolják az orvosi kezeléseikbe. A tilalom sajnálatos mellékhatása természetesen az volt, hogy a kender minden formájának termesztését betiltották, és ennek következtében nem elérhető Nyugati társadalmak sok nem kábítószerrel kapcsolatos használatra. Az 1930-as évek óta sok erőfeszítés bement a növény fajtáinak fejlesztésébe amelyek nagyon kevés THC-t tartalmaznak. A THC-tartalom széles körben elérhető. 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 egyre több egyén és szervezet szerte a világban, és hazánkban is kezd újra felkarolni a kendernövényt, feltárva a benne rejlő lehetőségeket, mint természetes és fenntartható, 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 lesz, hogy áttérjünk a megújuló energiára és ne függjünk a fosszilis és nem megújuló energiáktól.

Kender Biológiai értelemben vett bemutatás/Növénytana:

A kender ahogy azt már feljebb is említettük a *Cannabis sativa* növény nemzetségbe 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 kenyérnek a szára lesz cséplés után a kender pozdorja, ez hasznosul az építészetben.



Az alábbiakban részletesen az ábra részeinek feladatát:

- I. Trichomák: A növény fizikai védőrétege a biotikus és az abiotikus ingerek ellen.
- II. Epidermisz (felhám): A növény sejtjeinek 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. Pholem: Az a vaszkuláris szövet, amely a szénét szállítja a növény alaprészeibe. A Pholem elsődleges- és másodlagos szálkötegekből áll.
- VI. Kambium: Az a sejtréteg amely nem specializálódott 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 szervetlen sók szállítása.
- IX. Bél: legfontosabb feladata a tápanyagok elosztása a növényben mielőtt elraktározná őket a sejtekben.

Kenderépítőanyagok előnyei és hátrányai

A kenderépítőanyagok egyértelműen rengeteg előnnyel rendelkeznek a köznapi életben használt építőanyagokkal szemben mint például a téglá, vályog, beton és hasonlók. Nem csak építészeti előnyökkel és környezetbarát hatásaival hanem az ember egészségének számára is tömördek jó tulajdonsággal tudnak szolgálni. Még a különböző kender építőanyagok közt is van különbség a remek előnyökben ahogyan a kenderbeton és kenderáglánál is vannak eltérések a hasznos tulajdonságaikban, de lényegében megegyeznek. Egyértelműen 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 szenet, számos tanulmány alátámasztja, hogy a kender az egyik leghatékonyabb növény a CO₂ megkötésében, az ipari kender 8-15 tonna CO₂-t szív fel hektáronként. Egyik legelőkelőbb tulajdonsága talán a kitűnő a páraháztartása és a páradiffúzióban való remeklése ami kifejezetten jó mivel természetes módon szinten tudja tartani a párát ennek köszönhetően nem penészedik így is hozzájárulva az egészséges lakókörnyezethez, és méisztartalma miatt fertőtlenítő és baktériumölő, mindemellett nem támadják a rágcsálók és bogarak. Kiemelkedő tűzálló képességekkel bír, nagyon nehezen éghető. Ez egyértelműen nagyon fontos egy háznál, 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 szigetelőréteg így is csökkentve a környezetszennyezést építkezés közben. Kellemes akusztikai és zajszigetelési tulajdonságokkal rendelkezik. Meglepően költségbarát a többi építőanyaghoz képest, a szerkezeti vázat elnézve akár harmad annyiba kerülhet mint egy hagyományos téglaház építése. 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 téglá vagy vályog házakat amik csak 50-100 évig állnak mielőtt felújításokat kell rajtuk végezni. Kiemelkedő hőszigetelő, természetesen szabályozza az épület hőmérsékletét, ezen tulajdonsága révén az energiaszámlák is jelentősen csökkenek így tovább hozzájárulva költséghatékonyaságához. A kenderáglának sok-sok remek előnye van a hagyományos építőanyagokkal 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 az egész ház módfelett környezetbarát lesz. A kenderbeton abban előnyös nagyon, hogy a helyszínen állítják elő és kikeverés után egyből elkezdhető a falazás, amely tetszőleges méretű lehet, így könnyítve a folyamatot, és az előállítása se bonyolult köszönhetően az mindössze három alapanyagának amik szintűgy teljesen természetesek és környezetbarátok. A kenderbetonnak az is nagy előnye, hogy elég egy hozzáértő szakember aki elvégzi a zsaluzást. A kendernek nincs sok hátrányos tulajdonsága, a kenderbeton egyik legfőbb hátránya hogy hagyni kell száradni így csak naponta lehet haladni mire a legfelső réteg megszáradt annyira, hogy lehessen a következő réteget elkezdni, ez akkor is elmondható amikor a vakolásra kerülne sor is hosszas ideig kell száradnia az anyagnak, emellett szükség van egy vázszerkezetre a háznak mivel nem teherhordó a kenderbeton ez is csak lassítja az építkezést és növeli a költségeit. Hátrányok közé sorolható az is, hogy a fal megszáradása utáni rendkívüli keménysége miatt a későbbi felújítások akár falbontások meglehetősen nehézre bizonyulnak, és nem csak a zajt és a nedvességet de a mikrohullámokat is megszűri 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 továbbá 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

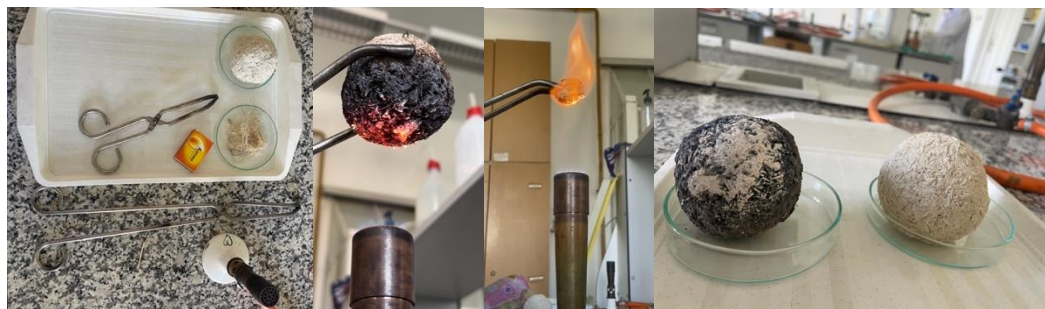
Elvégzett kísérletünk jegyzőkönyvének részletezése:

Kísérlet leírása: Kísérletünkkel megvizsgáltuk a kenderrostok és az építkezésen szerzett kenderbeton tűzállóságát, hevítéssel. Miután megbizonyosodtunk a biztonságos laboratóriumi körülményekről és előkészítettük a vizsgálandó anyagokat is, meggyújtottuk a gázégőt. A gázégőt szűrő lángra állítottuk a magasabb hőfok elérésének érdekében, majd egy fogóval a kendergolyót a láng tetejéhez tartottuk tíz percen keresztül. Ezt követően a kenderrosttal megismételtük ugyanezt.

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

A kenderrost ezzel szemben ahogy a lángba tettük meggyulladt, nagy lángra kapott, majd elégett.

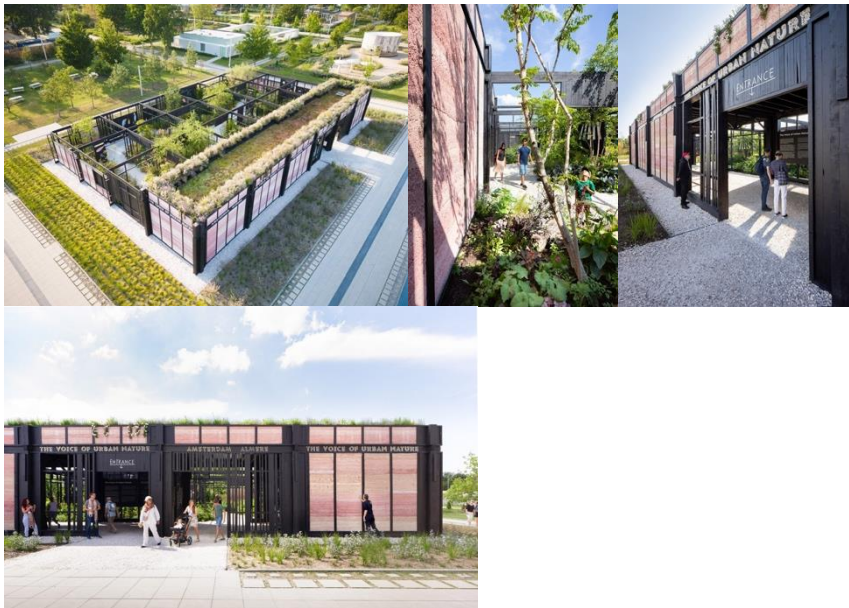
Eredmény: bebizonyítottuk, hogy a kenderbeton nem éghető, nem gyullad meg, tűzálló, ezzel ellenben a kenderrost gyúlékony és nem tűzálló.



Néhány kenderház projekt:

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 fa váza van.



Olaszországban, azon belül apuillában épült egy kendertéglá emeletes társasház. 26 lakást építettek amely tartalmaz lakásokat, városi villákat illetve penthouseokat is.



Kenderbeton Ház, Tapasztalatok és Kivitelezés:

Fontosnak tartottuk kutatásunk során, hogy ne csak lexikális tudásunkat és mások tapasztalait olvassuk, de saját tapasztalatot is szerezzünk. Lehetőségünk adódott megtekinteni egy kenderbeton ház kivitelezését. Szöllősi Tamás szakemberrel mentünk el Solymárra egy építkezésre. 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 még plusz költségekkel jár a beszállítás, nem beszélve arról, hogy ez a folyamat továbbá is szennyezi a környezetet mint, hogy ha hazánkban történne a kender termelés. 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 és ezeket be is mutatjuk majd az előadás keretein belül. 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 abból a szempontból, hogy lebontanak egy falrészlet. 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 őket a napon.

Ezek után körbe vezettek minket az építkezés menetén - az alapoktól egészen a kisebb részletekig kaptunk betekintést, melyet a következőkben ismertetünk, ellenben 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 kiállításának is elhelyezése. Az alap kiépítése után, a váz kialakítása szükséges, ami 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 zsuzálás a kenderbeton tömködéséhez. A tetőtér kialakítása megrendelőtől és céltól függően lehet padlás- vagy lakótér kialakítású. Jelen esetünkben ez lakótér szerepét játszotta, a sátortető 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 majd a vakolási folyamatok következnek. A ház vakolata szintén egy meszes keverék. Ez azért szükséges mert a kendertéglák légző falak, hőmégtartó és temperáló képességét meg tudja tartani. Ugyanis a meszes vakolat is egy légző réteget, légző vakolatot képez.



Összefoglalás, konklúzió, eredmény:

Kutatásunkból azt a konklúziót vontuk le, hogy hipotézisünk részben helyes volt. Feltételezésünk szerint a kender építőanyagok hasznos tulajdonságai növényi eredetűre vezethető vissza. Ez részben azért nem bizonyosodott be, mert, más építőanyagok is rendelkeznek hasonló tulajdonságokkal, így nem csak erre vezethető ez 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 létre hozásával, azonban ez csak mesterségesen sikerült a nanotechnológiát kihasználva, ellenben a kender bír ilyen tulajdonságokkal.

A kender növény rendkívül hasznos és sokrétű, mivel maga a növény és egyes részei is rengeteg dolgot tudnak, illetve tudnának számunkra előállítani káros anyagok kibocsátása, használata nélkül is.

Kísérletünkkel bebizonyítottuk a kender építőanyag tűzállóságát. Illetve, hogy ez nem a kender növénynek köszönhető, hanem a kender és oltott mészkövecse kölcsönhatása, (hiszen a kenderrost elégett), hanem a kender építőanyagokba kevert kötő anyagnak, az oltott mészkövecse, mivel ez körül veszi a kenderpozdorja részecskéit, és így egy olyan réteget képez amely tűzálló.

Dolgozatunkban arra is rávetítettük, hogy milyen régre vissza vezethető a kenderépítéssel, de nem elég ismert, illetve, hogy egykor Magyarország is kender nagyhatalom volt. Saját tapasztalatainkat is leírtuk melyeket az építkezésem szereztem.

A kutatásunkból az a konklúzió, hogy a kender a jövő építőanyaga, és rengeteg pozitív potenciál és kutatási irányvonala van véleményünk szerint.

Kutatásunk későbbi irányvonala/tervezete:

A Kutatásunk legfontosabb célja a jövőben a kender építéssel való továbbfejlesztése, az erről kialakult hipotézis bizonyítása vagy cáfolása. Az irányvonalat el szeretnénk majd vinni esetleg egy kenderből épült lakóövezet megalkotására, illetve a kender építőanyagok és nem melleleg hétköznapi életben hasznos felhasználásának terjesztésére.

Irodalomjegyzék:

Építsünk Kenderrel! — Steve Allin (magyar kiadás)

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

<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>

<https://www.britannica.com/science/xylem>

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

<https://mathworld.wolfram.com/FiberBundle.html>

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

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

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

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

<https://kenderhazepites.hu/beteg-haz-szindroma/>

<http://www.kenderhaz.hu>

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

<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.p.htm>

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

<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

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

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

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

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

<https://kenderbau.hu/#>

<https://www.youtube.com/watch?v=qWfsBIE6uCw>

<https://www.youtube.com/watch?v=BfKip5iRSRo>

<https://www.youtube.com/watch?v=lyG6huy6sjq>

https://www.youtube.com/watch?v=9d_wsoZS6j0

<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/>

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

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

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

<https://kenderhazepites.hu/kender-szendioxid-megkotesel>

<https://webaruhaz.valyogvakolat.hu/Valyogteqla-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/>

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

<https://kenderhazepites.hu/>

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