



ZÖLDHOMLOKZATOK JELENE ÉS JÖVŐJE MAGYARORSZÁGON

KÉSZÍTETTE

TAMÁSI ALEXANDRA
VAITS ZOLTÁN

KONZULENS

PATAKY RITA

ÉPÜLETSZERKEZETTAN
TDK 2011

Tartalomjegyzék

1. fejezet: Bevezetés

- 1.1. A téma felvetése
- 1.2. Elindító folyamatok
- 1.3. Témánk lehatárolása
- 1.4. Kérdőív
- 1.5. Meglévő példák Magyarországon

2. fejezet: Zöldhomlokzat általános elemzése

- 2.1. Fogalommagyarázat
- 2.2. Csoportosítás
- 2.3. Tulajdonságok

3. fejezet: Zöldhomlokzat fejlesztése Magyarországon: egy rendszer alakulása

- 3.1. Kezdeti lépések
- 3.2. Tervezési szempontok
- 3.3. Milyen épületre?
- 3.4. Munkafolyamatok, konzultációk

4. Fejezet: További terveink, felvetett kérdések

- 4.1. A projekt folytatása, épületfizikai mérések
- 4.2. Kérdőívezés folytatása
- 4.3. Tervezéselméleti kérdések
- 4.4. Költségek
- 4.5. Zöldfal szociológiája
- 4.6. Szabályozási kérdések

5. Fejezet: Összefoglalás

Melléklet

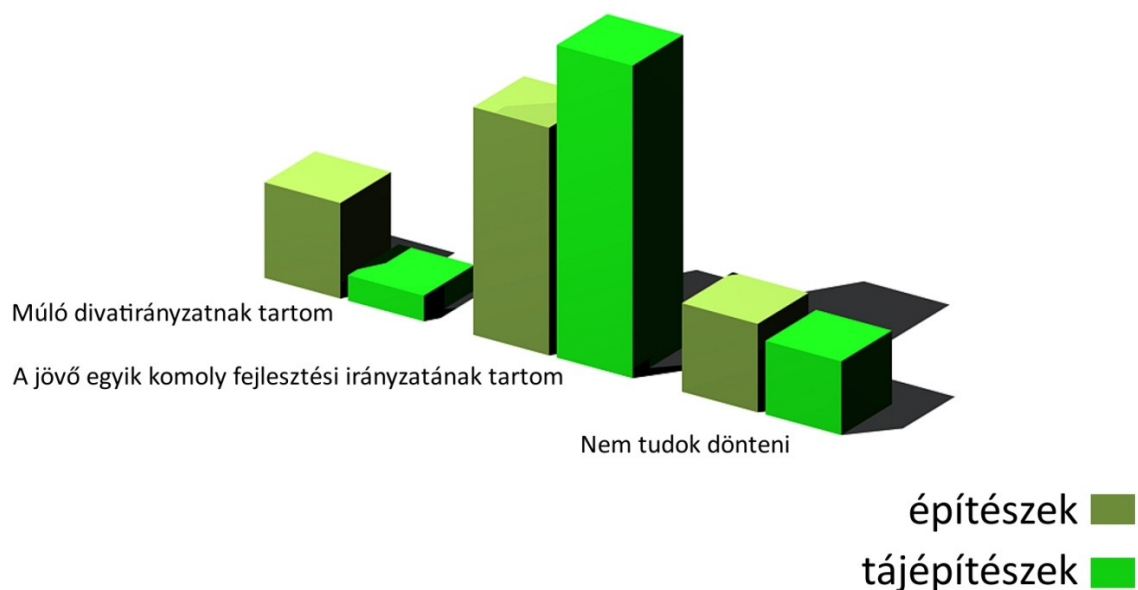
Források, felhasznált irodalom, linkek

1. Bevezetés

1.1. A téma felvetése

2011 áprilisában kezdtünk el a zöld homlokzattal, mint homlokzatburkolati rendszerrel foglalkozni. Úgy véljük, hogy a vertikális zöldesítés egy új és sok lehetőséget rejtő eszköze a környezettudatos építészetnek. Kevés keresgélés után rájöttünk, hogy Magyarországon a témában szerzett tapasztalat elég kevés, sokan kezelik fenntartással a zöldfalakat, nincsenek jól bevált rendszerek, sem épületfizikai adatok, legtöbbször csak a kísérleti fázisig jutnak. A megvalósult példák száma hazánkban igen csekély, különösen akkor, ha szerelt rendszerekről és nem a futónövényekkel futtatott/befutott falakról van szó. Ez vezetett ahhoz a gondolathoz, hogy egy saját zöldhomlokzat felállítását próbáljuk meg. Ennek folyamatos, mai napig történő fejlődéséről szól a zöldhomlokzatok rendszerbe foglalása után az utolsó fejezetünk.

Szerinted csak egy divatirányzatot jelent a zöldfal vagy a zöldtető példájához hasonlóan látsz benne lehetőséget?

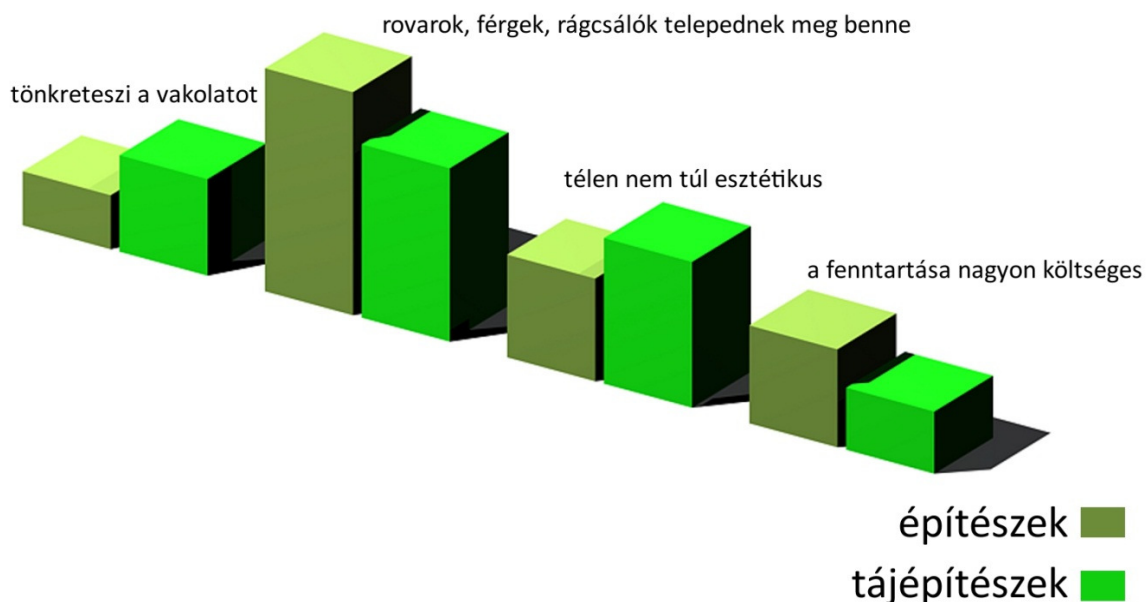


[kérdőív melléklet, 9. kérdés]

1.2. Elindító folyamatok

A folyamatos információgyűjtés közben rájöttünk, hogy a téma mind a szakmabeli, mind a szakmán kívüli emberek véleményét nagyon megosztja. Sokan csak egy újabb divatiránynak gondolják, mely pár év alatt eltűnik, mások pedig egy komoly fejlesztési iránynak tartják. Általában az emberek azért tartanak a növényzettel burkolt homlokzatoktól, mert azt gondolják, hogy károsítják, nedvesítik a falat, illetve sok bennük az élőlény, például rágcsálók, rovarok telepsznek meg. Mások szerint a karbantartási költségek óriásiak, és a zöld fenntarthatóságát is megkérdőjelezzik. Több építész az esztétikai oldalt is felvetette, miután úgy gondolják, hogy a növények kifejlődéséig a fal megjelenése nem lehet túl vonzó látvány. Az aggályok feltérképezésére döntöttünk úgy, hogy összeállítunk egy kérdőívet, melynek segítségével felmérjük, hogy milyen a megítélése a zöldfalaknak hazánkban. A megkérdezni tervezettek körét több csoportra osztottuk: első körben egy általános felmérést végeztünk a BME Építésmérnöki Karának építésmérnök és a Budapesti Corvinus Egyetem tájépítész hallgatói között.

Szerinted az alábbi tévhitek közül melyiknek van valóságalapja a zöldhomlokzatokra vonatkozólag?



[kérdőív melléklet, 19. kérdés]

1.3. Témánk lehatárolása

A zöldhomlokzati rendszereket alapvetően feloszthatjuk külső vagy belső térben történő alkalmazás alapján. Beltéri falakon megvalósult példákra sokat találunk hazánkban is, mivel ebben az esetben a növények nincsenek kitéve az állandóan változó időjárási körülményeknek, és egy épület belső tereinek hőmérséklete, légállapota könnyebben szabályozható. Ennek a tudata is hozzájárult ahhoz, hogy a zöldfallal, elsősorban mint külső homlokzattal kezdjünk el foglalkozni.

A kérdőívünk bemutatását és kiértékelési szempontjainak ismertetését követően, a zöld homlokzatok általános, átfogó rendszerezésétől jutunk el saját projektünk bemutatásáig.

Fontos kiemelni, hogy ez a dolgozat egy első állomása annak a folyamatnak, aminek részévé váltunk a téma kutatása közben. Így jelen munkánkban az elmúlt félév tapasztalatait, eredményeit közöljük, összegezzük.

Végső célunk a saját projekt megvalósulásával párhuzamban, egy átfogó hatástanulmány készítése, mely alapján egy tervezési segédletet is szeretnénk összeállítani.

1.4. Kérdőív

1.4.1. Célja

Célunk, hogy megtudjuk, mennyire jártasak elsősorban a szakmabeliek a témában és hogy egy általános képet kapjunk a hozzáállásukról. Ez alapján próbáljuk megválaszolni a kutatómunkánkat alapvetően szervező kérdést: *Van-e létjogosultsága a külső zöldhomlokzatoknak hazánkban?*

1.4.2. Megkérdezettek köre

Első lépésként lehatároltuk azokat a csoportokat, akikhez szeretnénk eljuttatni a kérdőívünket. Elsődleges szempont volt, hogy szakmabeli embereket kérdezzünk meg. Több csoportra osztottuk fel a megkérdezni kívánt embereket: 1. építész hallgatók 2. tájépítész hallgatók 3. építész tanárok 4. tájépítész tanárok 5. kivitelezők. Ezen csoportokból a jelenlegi dolgozatunkban az építész és tájépítész hallgatóság körében felmért eredményeinket dolgozzuk fel. További terveink közé tartozik kérdőívünk eljuttatása a többi csoporthoz, mivel szeretnénk teljes képet kapni.

1.4.3. Kérdések összeállítása

A kérdőív összesen 20 kérdésből áll, melyet úgy állítottunk össze, hogy az első rész általánosabb kérdéseket tartalmaz, melyekről úgy gondoltuk, azok is szívesen megválaszolják, akiket nem érdekel annyira a téma, majd a második részben kicsit több háttértudást igénylő kérdéseket tettünk fel. Összességében arra próbáltunk figyelni, hogy szubjektívek legyenek a kérdések, mivel első szempontunk volt a hozzáállás, érdeklődés felmérése, másodlagosan jelent meg a témában való jártasság. Nehézséget a kérdések megfelelően történő megfogalmazása okozott, mivel törekedtünk az egyértelműségre, annak tudatában, hogy valószínűleg a megkérdezettek nagy része nem is hallott még például az egyes rendszerekről.

1.4.4. Mit vártunk?

Miután a téma nagyon megosztja az embereket, azt gondoltuk, hogy szélsőséges és negatív hozzáállást fognak tükrözni az eredmények.

1.4.5. Eredmények

Várakozásunkkal ellentétben úgy gondoljuk, hogy pozitív eredményeket kaptunk. A megkérdezettek nagy része érdeklődik a téma iránt, a környezettudatos építészet egyik fontos irányzatának tartja, mely bizonyította számunkra, hogy érdemes a zöldhomlokzatokkal foglalkozni, azokat fejleszteni, van létjogosultsága a témának.

Szerettük volna a kérdőívet minél több hallgatóhoz eljuttatni, ezért a BME Épületszerkeztani Tanszék Épületszerkeztan 2., 4. és 6. című előadásait látogattuk meg. A Budapesti Corvinus Egyetemen is utánajártunk, hogy mely előadások a leglátogatottabbak, így két alkalommal mentünk be tájépítész órákra. Az építész hallgatók közül 188 főt sikerült megkérdeznünk, míg a tájépítészekkel 145 kérdőívet tudtunk kitölteni.

A százalékos eredményeket és az egyes kérdésekből levont következtetéseket az egyes fejezetek szerves részeként, azokkal összefüggésben mutatjuk be.

1.5. Meglévő példák, tervek Magyarországon

Példák

1.5.1. ábra: Allee Bevásárlóközpont^[1], Fekete Antal, Kulcsár Zoltán, Tömösi Örs, Finta és Társai Építész Stúdió Kft.

Ültetett, szerelt rendszer, mely jelenleg nem működik.



1.5.2. ábra: Fővárosi Művelődési Ház^[2], Félix Zsolt DLA

Függőleges, feszített acélsodronyokra felfuttatott vadszőlő, melyet egy jó példának tartunk a zöldhomlokzat középületen történő megjelenésére.



1.5.3. ábra: Mohány és Páfra zöldfalai^[3]

Jelenleg ők is kísérleti falakkal, az ún. “zsebes” rendszerrel próbálkoznak.



Tervek

1.5.4. ábra: Kormányzati negyed^[4], Janesch Péter, TEAM0708

Szintén egy középületre tervezett zöldhomlokzat. A növény középületen történő megjelenését fontosnak tartjuk a városi környezet megjelenésében, mivel nem csak reprezentatív, hanem nagy beültethető felületeket és rengeteg építészeti lehetőséget kínálnak.



1.5.5. Panelzöldesítés^[5], Lico-Art projekt

A Lico-Art projektje próbál megoldást kínálni az ipari technológiával készült panelek általános problémáira, mint például a rossz hőszigetelés miatti téli energiapazarlás és nyári túlzott felmelegedés. Emellett úgy gondolják, hogy a panellakásokat érintő szociológiai kérdésekre, ezen belül az elszlömösödéssel is válasz lehet a növényzettel futtatott homlokzat.

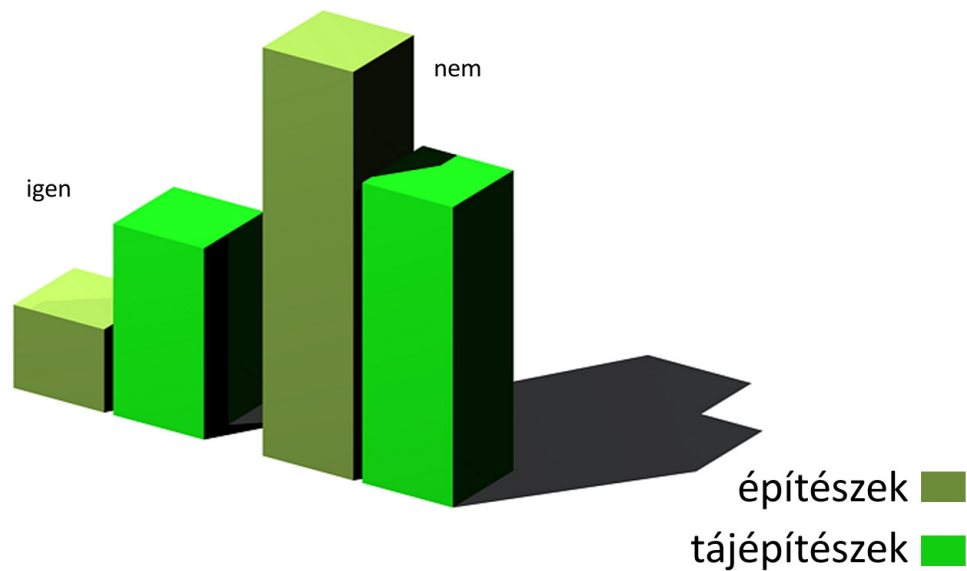
1.5.6. ábra: Világfa ház^[6], Dobóczy Ákos



1.5.7. ábra: Zöldhomlokzat a Királyhágó téren^[7], FBI Építész Műterem

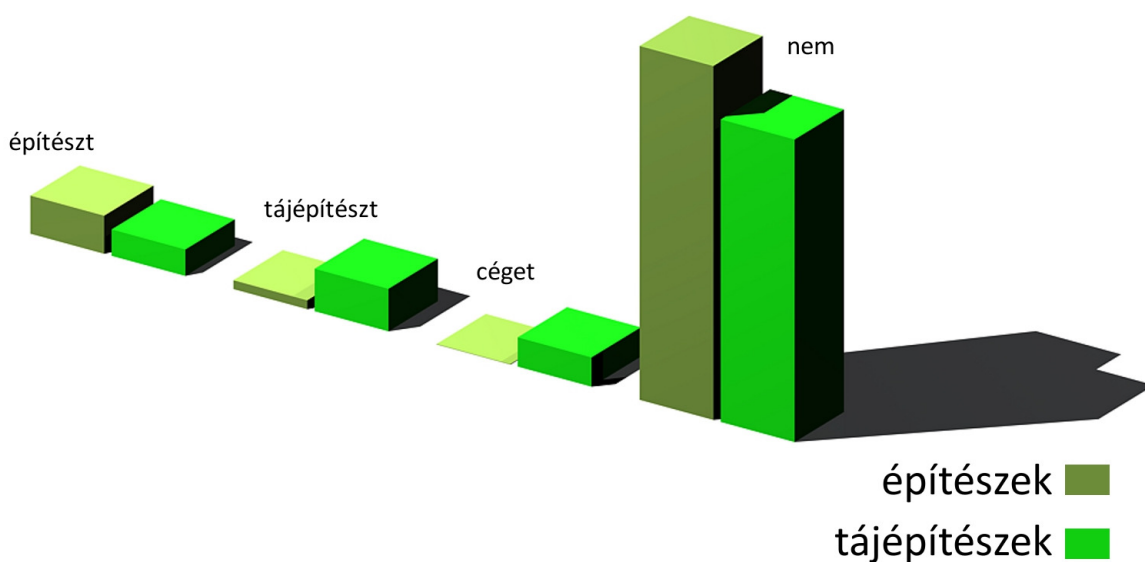


Azon az épületen, ahol laksz, van növényzet?



[kérdőív melléklet, 2. kérdés]

Ismersz olyan építészt, tájépítészt, céget, akik terveztek vagy kiviteleztek már zöldhomlokzatot?



[kérdőív melléklet, 8. kérdés]

2. Zöldhomlokzat általános elemzése

2.1. Fogalommagyarázat

A zöldhomlokzat jelentése első hallásra a nem szakmabelieknek, de néhány esetben a szakmabelieknek sem feltétlenül egyértelmű, ezért rövid magyarázatra szorul.

Tágabb értelemben minden, a zöldekkel kapcsolatos térelhatárolást zöldhomlokzatoknak nevezhetünk. Több funkciója lehet a növényeknek, használhatjuk esztétikai elemként, árnyékolóként, de lehet maga a burkolat is. Dolgozatunkban, ahogy már említettük, ezen sokféle funkció közül, elsősorban a zölddel, mint külső függőleges homlokzatburkolattal foglalkozunk.

2.2. Csoportosítás

2.2.1. Felhasználható növények szerint

2.2.1.1. Segédeszközt igénylő fajták:

A futónövények alkalmazása Európa más országaiban már régóta elterjedt. Sokoldalú alkalmazhatóságuk, térelválasztó funkciójuk miatt hasznos lenne, ha itthon is minél több városi kertben és balkonon megjelennének, hogy ezzel is javítsák a városi klímát, csökkentsék a porszenyezettséget és esztétikailag is előnyösek. [8]

Növekedés alapján:

Kacsos:

- Kerti iszalag (Clematis hybridek) - Sokféle színváltozatban létezik, félárnyékos helyet és nedves talajt igényel, télen pedig fagy elleni védelmet.
- Lilaakác (Wisteria sinensis) - Illatos, gyönyörű, májusban nyíló, lila virágú és erőteljes növekedésű kúszócserje.
- Pipavirágú farkasalma (Aristolochia durior) - Szép levélrajzával és vese alakú leveleivel díszítő nagynövésű kúszócserje.
- Tatáriszalag (Reynoutria aubertii)

Támaszkodó:

- Kúszórózsa - Rengeteg fajtában és majdnem minden színben létezik
- Díszbabok (Phaseolus), például török- vagy tűzbab - Változatos színben pompázó, legtöbbször ehető termésű, nyáron virágzó futónövények.

Csavarodó:

- Kúszó lonc (Lonicera sp.) - Szintén sokféle színben kapható, illatos is lehet, rendszeres metszéssel kisebb virágrácsra is futtatható.
- Komló (Humulus lupulus)
- Hajnalka (Ipomoea purpurea) - Virágai bíborpiros, liláskék, rózsaszín és fehér színűek, júliustól októberig nyílnak.
- Feketeszem (Thunbergia alata) - Különleges sárga virágai áprilistól szeptemberig nyílnak.
- Görögtekercs (Periploca graeca) - Júniusban lilás-feketés virágaival díszít

Kordonosan nevelhető:

- Szőlő - Lugásra vagy falra szerelt lécrácsra futtatva napos fekvésű helyen nevelhetünk bármilyen nemes, gyümölcsös fajtát.

2.2.1.2. Kúszó, kapaszkodóvázat nem igénylő fajták:

Borostyán (Hedera):

Igen kis igényű, örökzöld növény, a nagy fagyok alkalmával elveszítheti leveleit. Kevés tápanyag is megfelelő a számára, ültethető napos, félárnyékos, vagy árnyékos oldalra is. Levelei mélyzöld színűek általában, formája változó, sok fajtája létezik. A levelek akár 15 cm-esre is megnőhetnek, többszörösen fedik egymást. Légygököreivel kapaszkodik fel a falazaton.



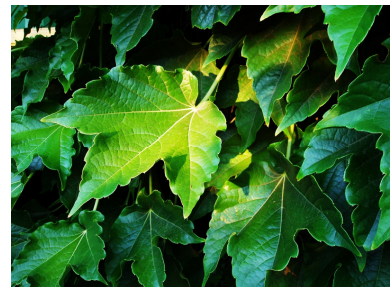
Trombitafolyondár (Campsis radicans):

8-10 méteres magasságba is képes felkapaszkodni a légygököreivel. Nagy, tölcséres narancssárga, sárga vagy piros virágait júliustól szeptemberig hozza a hajtásvégeken, fürtökben. Átlagos vízigényű, a tápdús talajt kedveli. A napos, meleg felületeket kedveli. Télen visszafagyhatnak a szárai.



Vadszőlő (Parthenocissus):

Összefüggő levéltakarót képez a homlokzaton, több alfaja létezik, a levelek formája és színe a fő különbség, ősszel a beszíneződő levelek nagyon dekoratívak. Akár 20 méter magasságig is képes felfutni. Igénytelen növény, a tápanyagszegény talajban is megél, a nagy hőingást is jól viseli. Napra, félárnyékba és árnyékba egyaránt telepíthető. Szaporítása hajtásdugvánnyal, magvetéssel történik. Tapadókorongjaival fut fel a falazatra.

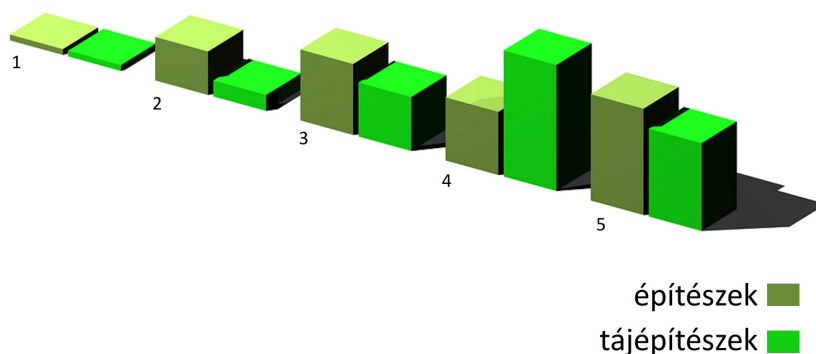


2.2.1.3. Egyéb

Az összes olyan növény mely nem saját kapaszkodó szervekkel, vagy segédszerkezeten növekszik. A fejlett ültetőközege homlokzatburkolati rendszereknél tudjuk őket alkalmazni, természetesen számos feltételnek kell teljesülnie, hogy a választott növény megfelelő legyen. [bővebben a tervezési szempontoknál]

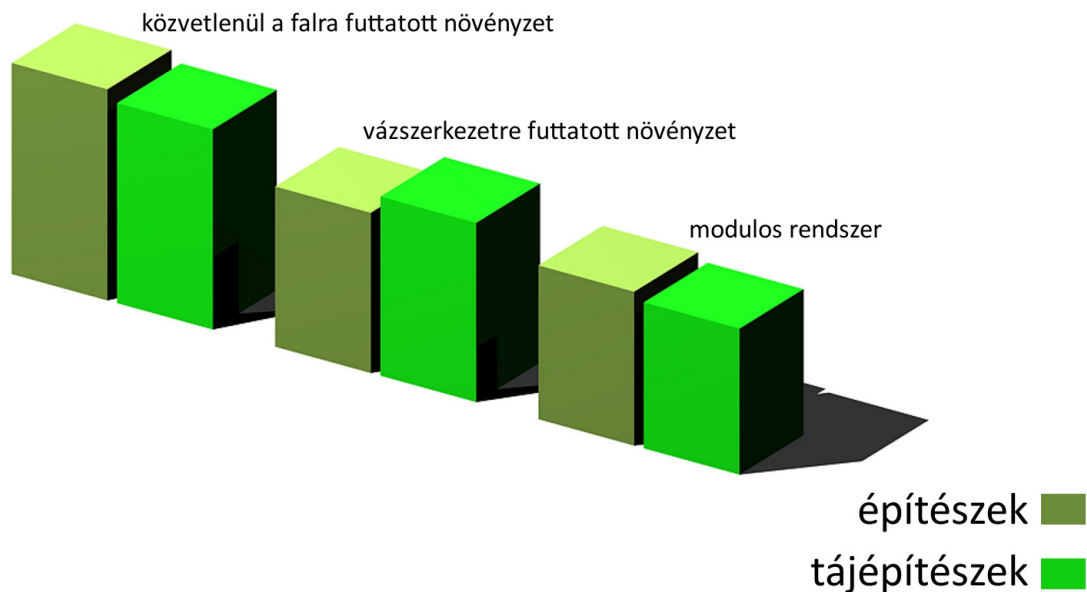
Értékelj a lakókörnyezetedet a zöld mennyisége szempontjából!
1-nincs nagyon zöld felület
5-sok zöld felület

[kérdőív melléklet, 1. kérdés]



2.2.2. Szerkezeti rendszer szerint

Az alábbi zöldfal megoldások közül melyikről hallottál már, illetve melyikkel találkoztál?



[kérdőív melléklet, 7. kérdés]

Látszik a válaszokban, hogy az egyre fejlettebb technológiát igénylő rendszerek ismerete kisebb is. Ez azért lehet, mert az újabb rendszerek fejlesztése még ma is folyamatban van, ezért a számuk, és a megismerésük is nehezebb. Törekedni kell a jövőben a szélesebb körű ismertetésükre.

2.2.2.1. Vázszerkezetet nem igénylő zöldhomlokzatok

A falszerkezetre felfutó növényzet a rögzítő szervei segítségével képes megkapaszkodni, nem szükséges egyéb támasztó rendszer a fennmaradásához. Ezek a leggyakrabban előforduló homlokzatok, mivel a növények itt spontán is be tudják futni a különböző falazatokat. Természetesen ez a fajta térfoglalás veszélyeztetheti a falak épségét (teherhordás, gyökérsavak, vizesedés), ezért szükséges, hogy megfelelő állapotú falazat álljon rendelkezésre, szükséges az előzetes vizsgálat.

Példák növényzettel befuttatott falakra [10.,11.]



2.2.2.2. A vázszerkezeten közeget nem igénylő homlokzatok

Szükséges tartó vázszerkezet a növényeknek, mert maguktól nem képesek megkapaszkodni, vagy a falazat nem alkalmas a fogadásukra. Szinte végtelen lehetőség kínálkozik a növények kapaszkodását elősegítő szerkezetekhez.

Lehetséges vázszerkezetek:

Futtatórácsok, hálók

Amíg a növényzet nem látszik (kezdeti állapotok, levélhullatás) ezek is fontos építészeti eszközök, ezért lényeges az esztétikus kialakítás.

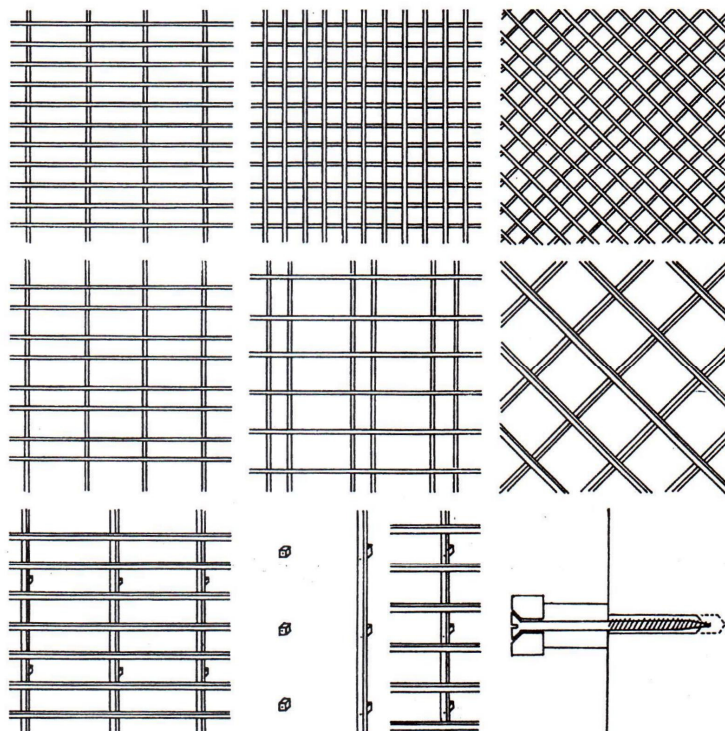
Szerkezeti kialakításuk szerint lehetnek

- szabadon állók
- falra erősítettek
- függesztettek
- feszítettek

Falra erősített, függesztett, feszített szerkezetek:

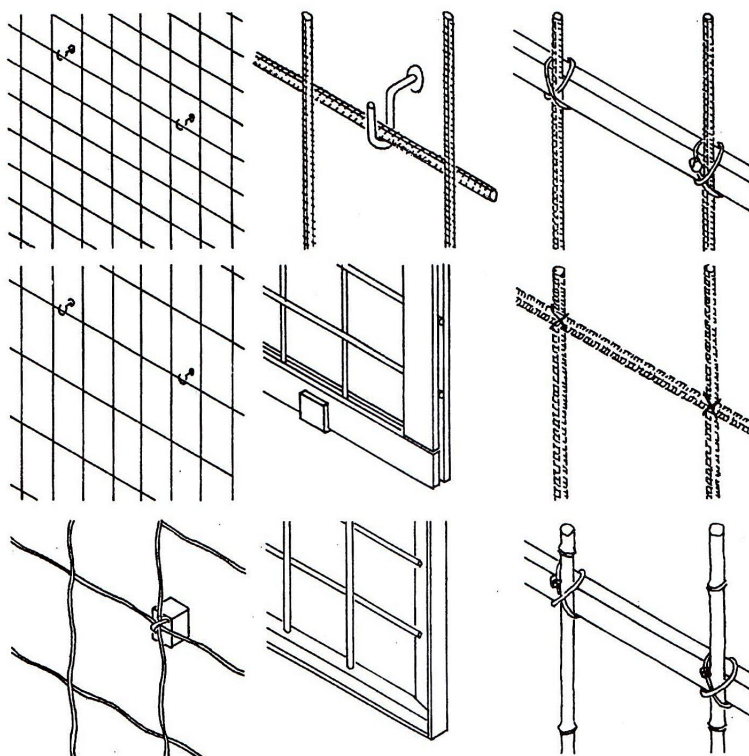
Anyaguk lehet

-fa: Leggyakoribbak és legnépszerűbbek a fából készült futtatórácsok. Fontos a fa megfelelő kezelése, ezzel is növeljük a szerkezetünk várható élettartamát.



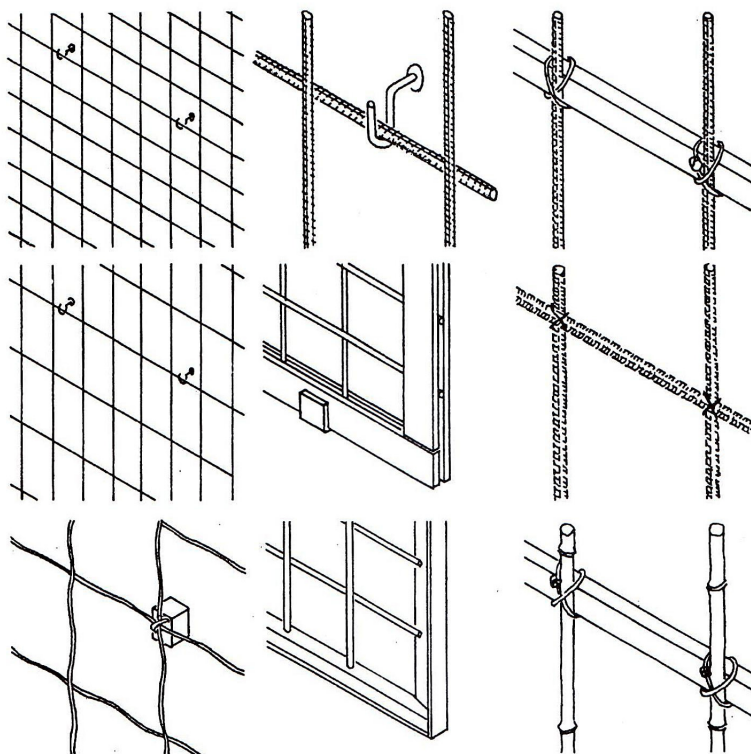
1. ábra: példák faszerkezetes futtatórácshoz [12]

-fém: Futtatórács kapható még fémből, vagy műanyaggal bevont fémből vagy drótból, különböző alakban (V, illetve téglalap) és méretben. A kovácsoltvasból készült futtatórács rendkívül mutatós és hosszú élettartamú. Egyedileg készítik, ezért az igénytől, a mérettől és a díszítettségtől függően nagyon széles skálán mozoghat.



2. ábra: példák fém futtatórácshoz [12]

-vegyes: Fa és fém kombinációjából született a fakeretes fémrács. Előnye, hogy tartós, mutatós és modern környezetbe is illő.

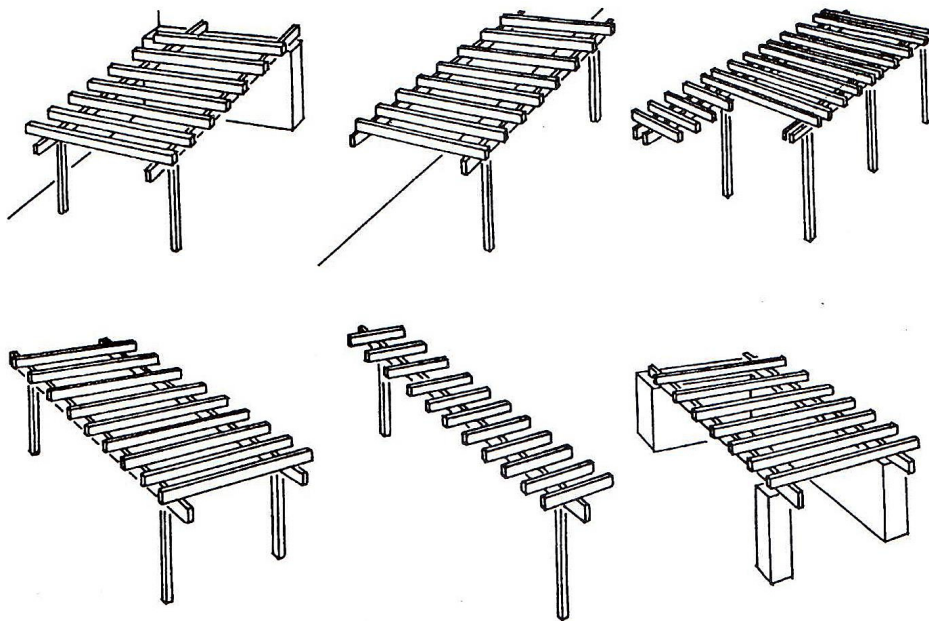


3. ábra példák fa és fém kombinációjához [10]

Szabadon álló szerkezetek:

Pergola:

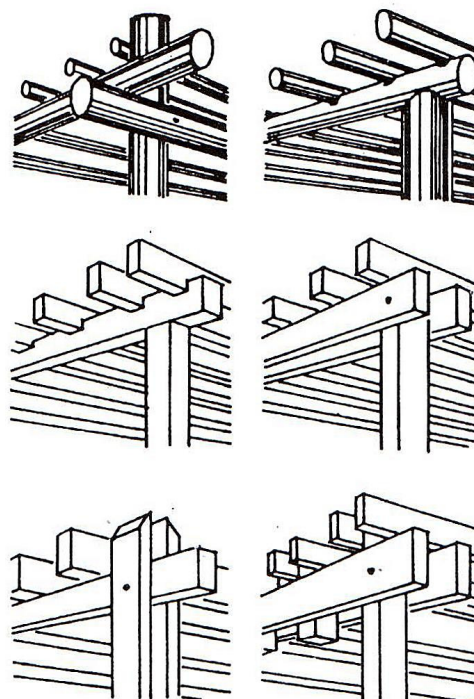
Ez a csoport már inkább az épülettől függetlenül valósul meg. Az egyik legrégebbi szabadtéri és épülethez kötött árnyékolás. Már az ókorban előszeretettel használták kertek, parkok árnyékos pihenőinek kialakításához.



4. ábra: példák pergolához [10]

A pergolák vázát leggyakrabban fából készítik, de fém ötvözetek is készülnek. A függőleges tartóoszlopokra helyezik a keresztező gerendákat. A keresztgerendákra helyezik fel a tetőelemeket. A tetőelemek is legtöbb esetben gerendából, vagy élére állított deszka pallóból készülnek.

A pergola minősége és ára függ az anyagától (sokféle fából készülhet, a fenyőtől a különböző egzotikus keményfákig, és többfajta fémből is készülhet), méretétől és az esetleges kiegészítő elemektől (pl. rászert virágrács, pad).



5. ábra példák pergolához [10]

Példák pergolákhoz:[13][14][15][16]



Számos funkciót helyezhetünk el a pergolák által biztosított terekben. A városi, forgalmasabb helyekre is telepíthetünk, kávézók éttermek terének rendkívül hangulatos. De személyesebb jellegű, vendégfogadásra, kikapcsolódásra, pihenésre is alkalmas tereket hozhatunk létre a segítségével.

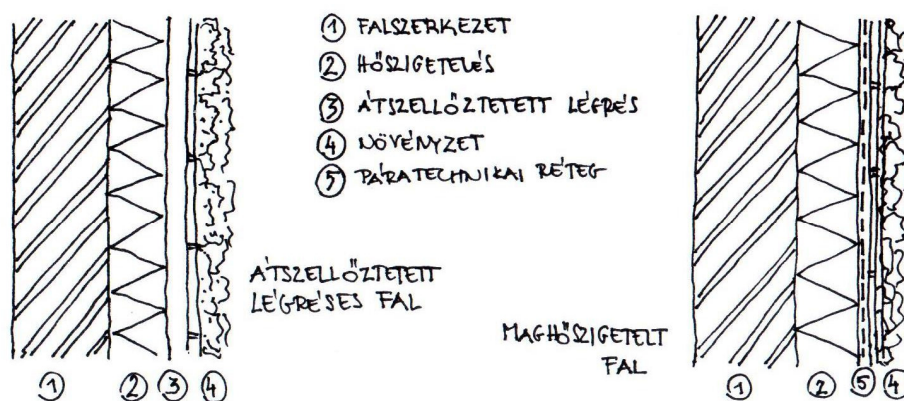


2.2.2.3. A vázszerkezeten közeget igénylő homlokzatok

A telepített növények termőközege is a homlokzatburkolat része, függőleges. Ezeknél szinte bármilyen növény alkalmazható. Szükséges a tápanyagok folyamatos utánpótlása, öntözőrendszer, tápanyagellátás telepítése.

A legtöbb esetben vázszerkezettel rögzítjük a rendszerek ültetőközeget tartalmazó elemeit a homlokzathoz, amelyek megfelelő ki és beszellőző nyílások biztosításával képesek átszellőztetett falszerkezetként működni.

Amennyiben a burkolat közvetlenül a falra kerül rögzítésre, az maghőszigetelt falként fog működni. [9][páratechnika részletesebb kifejtése a tulajdonságok alpontnál]



6. ábra: átszellőztetett és maghőszigetelt fal sematikus rajza, saját

A homlokzatokhoz szinte számtalan fajta rendszer telepíthető, fejlesztésük ma is folyamatban van, a technológiák még kezdetlegesnek mondhatók, több tapasztalat szükséges a legmegfelelőbb megoldások megtalálásához.

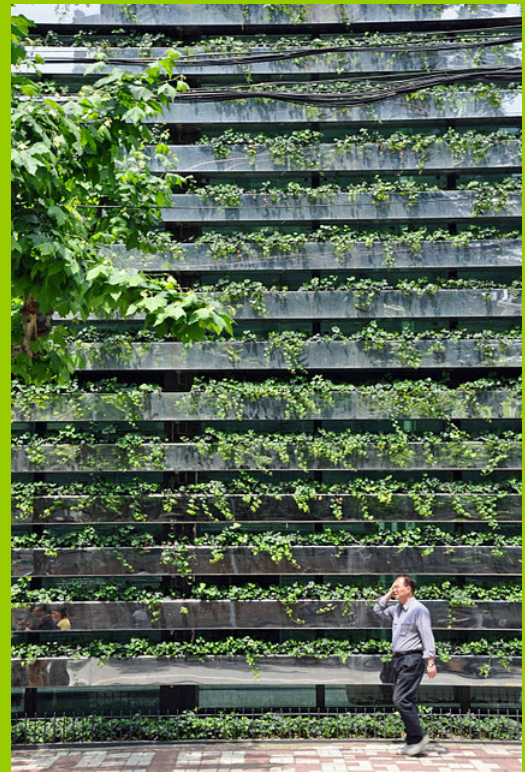
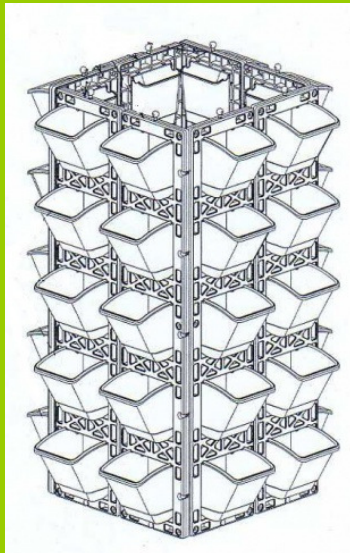
Ültetőközeg helyzete szerint:

”konténeres”: a termőközeg nyitott síkja vízszintes helyzetben van, onnan nőnek ki a növények. Az edények készülhetnek fémből, fából.

Példák:

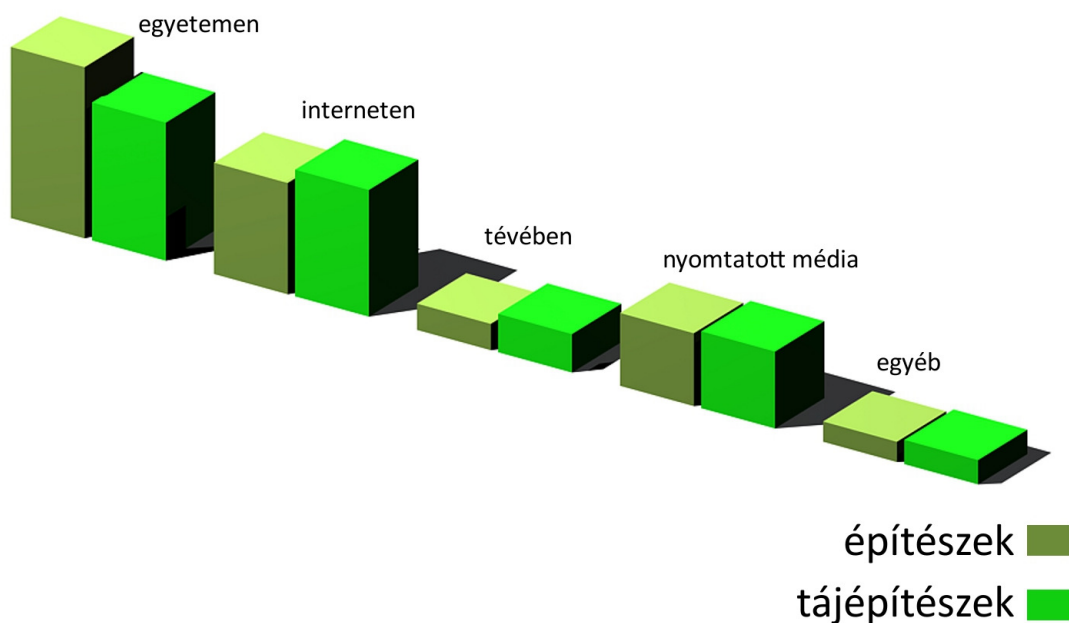
Plantart Kft. által forgalmazott rendszer[17]

**Kengo Kuma
AZ58, Shanghai [18]**



[kérdőív melléklet, 5. kérdés]

Hol hallottál már szerelt növényzettel borított homlokzatról?
(a borostyánnal futtatott rendszer nem tartozik ide)



Kazettás: a vázon elhelyezett tároló edényekben, keretekben, dobozokban a termőközeg nyitott síkja függőleges helyzetű, gyakorlatilag bármilyen növény, ami magát hordani képes ebben a helyzetben elhelyezhető benne.

Példa: [19][20]

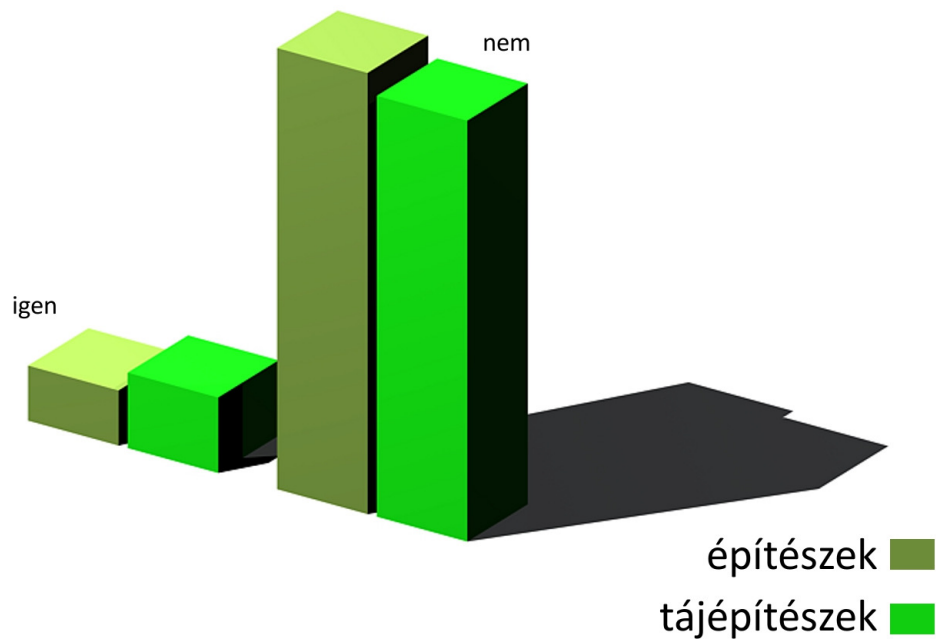


“Zsebes”: a termőközeg tárolására a vázszerkezeten elhelyezett geotextíliában zsebszerű vágásokat készítenek, és oda helyezik el tövenként a növényeket



Példa:
Patrick Blanc munkái [21][22][23][24]

Hallottál már Patrick Blanc zöldfalairól?



[kérdőív melléklet, 6. kérdés]

2.2.3. Funkció szerint:

Díszítés: a növények csak az esztétikai jellegük miatt vannak jelen. Kis méretű felületek beborítása a jellemző, az épületfizikai, ökológiai hatás nem érvényesül.

Árnyékoló: Különböző szerkezetekkel a nyílászáróknál, átmeneti tereknél a növények árnyékoló funkciója érvényesül, a többi tulajdonság kevésbé fontos.

Homlokzatburkolat: épületfizikai, homlokzatvédelmi szempontok miatt a növények esztétikus jellegén túl a funkcionális hasznuk is fontos szemponttá válik.

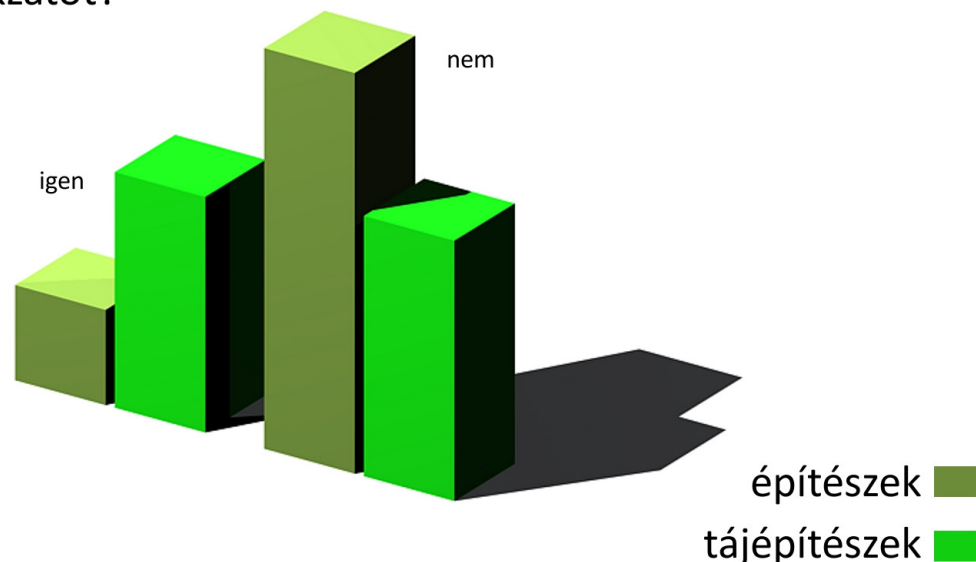
Térelhatárolás: különböző funkciójú terek elválasztására használjuk a növényzetet, azok esetlegesen meglévő tartószerkezete csak a növényzetet tartja, egyéb funkciója nincs. Kerítések, paravánok, stb.

Példák:[25][26]



Önálló építmény: az épülettől független építmény fontos része a növényzet, térelhatároló, tömegalkotó jellege van. pl.: pergola [kérdőív melléklet, 3. kérdés]

Ismersz a munka- vagy lakókörnyezetedben megvalósult bármilyen (belső vagy külső térben) növényzettel borított homlokzatot?



2.3. Tulajdonságok

Környezetre gyakorolt hatása

2.3.1. Esztétikai

Az esztétika egy nagyon szubjektív oldala a zöld homlokzatoknak éppúgy, mint a többi homlokzatburkolati rendszernek. Az emberek egy része szkeptikus a növényzettel borított homlokzatokkal szemben, mert azt gondolják, hogy élőlények, rágcsálók telepsznek meg benne, illetve télen esztétikailag sem nyújtanak szép látványt. A befuttatáshoz is természetesen idő kell, így kell arra gondolni, hogy milyen homlokzatburkolatot alkalmazzunk, amely a növény felfutásáig is reprezentatív. Az ültetett, kazettás rendszerek már a felszereléskor magas arányú borítottságot biztosítanak, ezzel lecsökkentve az időt, amely egy homlokzat bezöldesítéséhez szükséges.

2.3.2. Pszichológiai

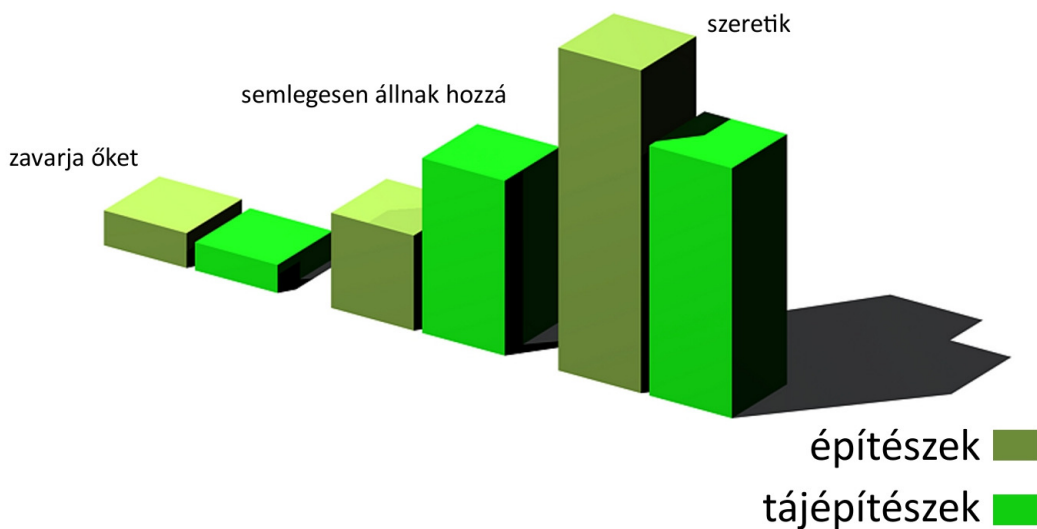
- Színt a városba!

A nagyvárosokban élő embereknek általában nem tudnak elég időt tölteni zöld környezetben, kint a friss levegőn, ez azonban hozzájárulhat a kiegyensúlyozottságának meggyengüléséhez, önbizalma és fizikai erőnléte csökkenéséhez. A zöld szín, mely a szürke városi tér egy fontos eleme kell, hogy legyen, mivel bizonyítottan jótékony hatással van a stresszre, kimerültségre és fejfájásra. A színterápia egy ősi és ismert módszer, melyet alkalmazva energiaháztartásunkat egyensúlyba hozhatjuk.

- Testi-lelki felfrissülés

A zöld szín fordul elő a természetben leginkább. Fontos az idegrendszer és az általános jó egészségi állapot számára. Erősíti az idegeket, a belső nyugalmat és a lazítási folyamatokat. A zöld a természet, a növekedés és az általános regenerálódás színe. Zöld fénysugárzással a különböző szembetegségek, még a cukorbetegség által előidézettek is gyorsan és hatékonyan gyógyíthatók. Az alvászavarokat is kedvezően befolyásolja, gyorsítja az izom- és szövetgyarapodást, gátolja a daganatos sejtek növekedését. A zöld lehetővé teszi a szellemi és fizikai ellazulást. Frissességet, fiatalságot és életerőt áraszt. Enyhíti a tüdő- és szívpanaszokat, és segít a zaklatott lelkiállapot megnyugtatózásában. Csökkenti a magas vérnyomást, pihenteti a kimerült szervezetet és a májpanaszokat is enyhíti. Harmonizálja az energiaháztartást, eltölt a felfrissülés, a béke és a kiegyensúlyozottság érzésével. A zöld a leggyakoribb természetes szín, melyet a gyarapodás és termékenység színének is tartanak. Nyugtató hatása miatt egy hosszú stresszes nap előtt vagy után különösen szüksége lehet az emberi szervezetnek rá. Enyhíti a tüdő- és szívpanaszokat, csökkenti a magas vérnyomást, segíti az izomsejtek fejlődését, a szövetek regenerációját és egyensúlyba hozza a vegetatív idegrendszert, illetve a hiperaktív gyereket is nyugtatja. [28]

Tapasztalatod szerint hogyan viszonyulnak az emberek a növényzettel borított falakhoz?



[kérdőív melléklet, 4. kérdés]

2.3.3. Mikroklíma

A mikroklíma fogalma alatt a közvetlen környezetünk éghajlatát értjük, amely néhány száz m² területre és 0,1 – 10 m magasságig, terjed, beleértve a belső tér jellemzését is. [29]

Elsősorban külső homlokzatokról szól a dolgozatunk, így a város, mint külső tér mikroklímája egy fontos és vizsgálandó rész, mely mindennapi közérzetünket is meghatározza és a globális felmelegedés egyik alapvető tényezője.

2.3.3.1. Belső mikroklíma

Ezen a ponton egy kis kitérőt teszünk és először a belső tér mikroklímájával foglalkozunk, mivel egy épület belső légállapotát nagy mértékben befolyásolja a jelenlévő növényzet mennyisége és minősége. Egy fontos jelenség az ún. "Sick Building Syndrome", azaz Beteg Épület Szindróma.

- Jellemző tünetei a fejfájás, a bőr szárazsága, szem irritáció, fáradtságérzet, figyelem jelentős csökkenése, koncentrációs nehézségek, zavartság, feszültség érzése, hangulat változékonysága, hangulatzavar, közönyösség, rossz közérzet, hőhullámok, orrdugulás, viszketés, torokirritáció, köhögési inger, légzési nehézségek.
- Okai közé tartozik a műanyagok és más ártalmas vegyi termékek által okozott beltéri légszennyezés. „Több mint 300 különböző illóanyagot találtak az irodai levegőben, többek között gomba mérgek és gomba spórák”, mondta Ronald Wood a Sydney Műszaki Tudományegyetem Környezetvédelmi Tanszékéről. Elmondta továbbá, hogy szennyező anyagok válnak le a falfestékből, ragasztóanyagokból, vagy az új bútorokból is.
- Megoldásként érdemes lenne visszatérni a természetes világításhoz, szellőztetéshez, a növényzet és a víz természetes kondicionáló hatásához. Bizonyított tény, hogy a szobanövények mintegy negyedével csökkentik tartósan a Beteg Épület Szindróma tüneteit. (*Agrártudományi Egyetem, Oslo, Norvégia*)
- Kutatási eredmények

A NASA mintegy 2 évet töltött 19 különböző szobanövény tanulmányozásával, elsősorban a 3 leggyakoribb beltéri szennyezés eltávolításában betöltött szerepüket vizsgálták: benzol, formaldehid, triklóretilén.

Benzin (Benzol): megtalálható több alapanyagban is, mint a gázolaj, tinta, illóolaj, festékek, gumi, mosószerek, robbanóanyagok, gyógyszerek, mindezek irritálják a bőrt és a szemet.

Triklóretilén (erős oldószer): az ipar használja, nyomtató patronok, festékek, lakk, ragasztók

Formaldehid: tisztító hatóanyag, mely irritálja a nyálkahártyát, a szemet, orrot, torkot. Ezek a vegyületek savasítják a testünk PH értékét és kalciumot vonnak el a csontokból, mely a véráramba kerül. Mivel ezek a mérgező anyagok főként a házépítéseknél és a belső dekorációnál használatos anyagokból származnak, valószínűleg az ember erősen kitett a mérgező hatásoknak.

A NASA kutatói megállapították, hogy sok szobanövény nagyon hatékony a káros vegyületek eltávolításában, ezáltal javítva közérzetünket, és védve csontjainkat. A beltéri növények akár 30%-kal csökkenthetik a fáradtságérzést, a köhögést, fájó torkot és más hideggel kapcsolatos betegséget. *(Dr. Tove Fjeld, Agrártudományi Egyetem, Norvégia)*

A növényekkel teli szobák 50-60%-kal kevesebb levegőben szálló penészt és baktériumot tartalmaznak, mint a növények nélküli szobák.

(John C. Stennis, Környezetvédelmi Laboratórium, Dr. B.C. Wolverton)

(utóbbira azonban vannak az ellenkezőjét bizonyító kutatások, így fontos fenntartással kezelnünk ezeket a számszerű adatokat)

Ez a kutatás rávilágított, hogy a növények több káros vegyületet elszívják a levegőből – nagyon hatásos légtisztítóként működve. A növények levelei, szára és gyökerei egy olyan ökoszisztémát alkotnak a mikroorganizmusokkal együtt, amely a növények gyökereiben él és ez az ökoszisztéma kiszűri a káros vegyi részecskéket a levegőből, beleértve azokat a vegyületeket is, amelyek allergiához, légzési problémákhoz, sőt akár a rákhoz is kapcsolhatóak.

- Összegzés

A légkondicionálás és a fűtés túl szárazra tehet egy helyiséget – ez a környezet vonzza a port és olyan tüneteket okoz, mint a száraz torok, asztma, ekcéma, fejfájás, folyó orr.

A növények visszahozhatják számunkra a normális életteret, az egészséges páratartalom szintjét, amint a növények párát engednek a levegőbe. Ez a folyamat visszaállítja a légkondicionált vagy fűtött helyiségek páratartalmát a természetes szintre, miáltal a testünk sokkal kellemesebben érzi magát, csökkennek a káros hatások tünetei.

Elmondhatjuk, hogy a növények telepítése az egyik legígéretesebb módja a Beteg Épület Szindróma enyhítésének. [30]

2.3.3.2. Városi környezet mikroklimája

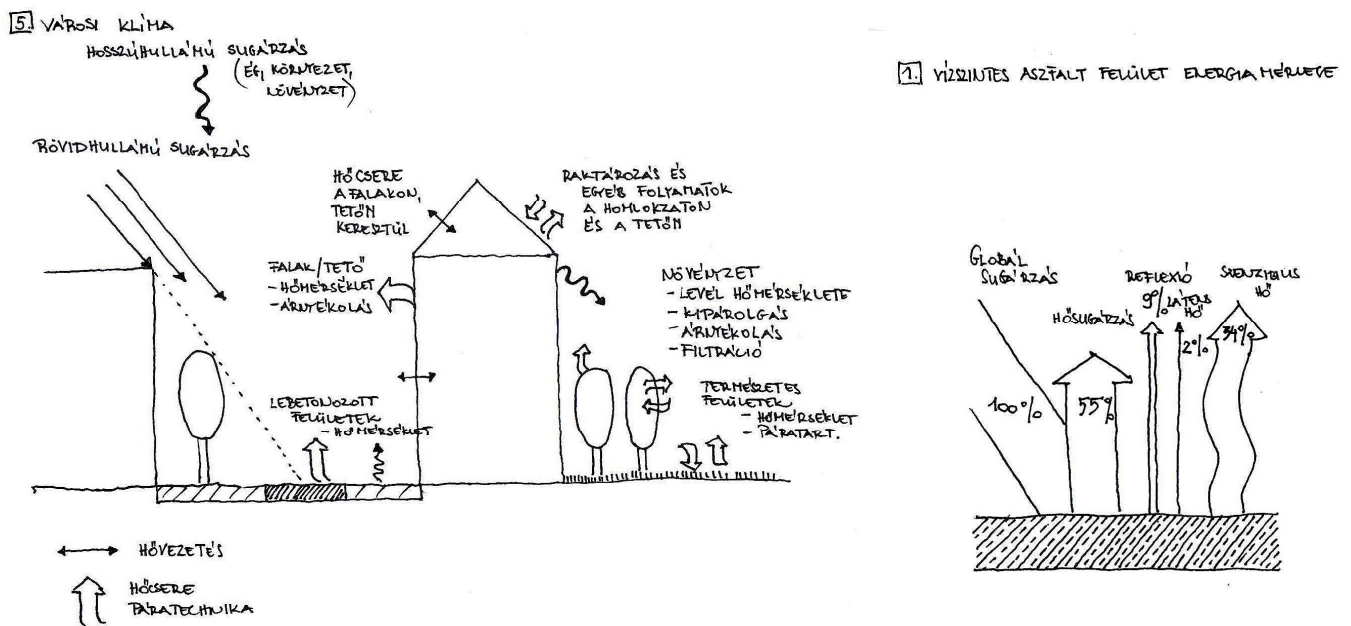
A belső térből kifelé haladva vizsgáljuk meg a külső környezet mikroklimáját!

- Városi hősziget

Általánosan tapasztalható jelenség, hogy a nagyobb városokban magasabb az átlaghőmérséklet, több a forró nap és kevesebb a talajfagy, mint vidéken vagy a beépítetlen területeken. Ezt nevezzük városi hőszigetnek. A városi klíma felmelegedéséhez nagyban hozzájárulnak a meglévő és a tovább bővülő beépített területek. A hősziget mértéke többek között függ a beépítettség mértékétől, az épületek magasságától, a felszint borító felületektől (aszfalt, beton és zöld aránya), a városban élők számától, a légszennyezéstől, télen a fűtés miatt az épületek által kibocsátott antropogén hőtől, és a meteorológiai tényezőktől (szél, csapadék, páratartalom...). A városi hősziget jelenségei rossz hatással vannak szervezetünkre, különösen nyáron, amikor fennáll a túlmelegedés veszélye. [31]

Napközben a túlszűfolt városok homlokzatai és tetői elnyelik a napsugárzást (abszorpció), melyet az éjszaka folyamán sugároznak ki. Egy fém homlokzatburkolat napközben 60-70 °C-ra is képes felmelegedni. A napsugárzás reflexiója és abszorpciója különböző mértékű, nagyban függ az anyagminőségtől. A visszaverődés mértéke beton-, aszfalt- és terméskőborítás esetén igen alacsony. A felületen fellépő hő - amely nem a földbe lett elvezetve –a földközeli légrétegbe kerül, ezzel hozzájárulva a felmelegedéshez. A leghatékonyabb intézkedés a városi levegő felmelegedése ellen a zöld felületek létrehozása. Az utólagos zöldesítés a városi „terepen” kevés esetben lehetséges, így a mikroklima javításához a tetők és a homlokzatok zöldesítése kínál alternatív megoldást. A zöldesítés eredményeképpen növekszik a látens hő (=a víz halmazállapotához kötött párolgási hőmennyiség) az érzékelhető hő kárára, mivel a növények felülete a besugárzás nagy részét elnyeli (abszorpció). A beárnyékolással együtt ez a levegő hőmérsékletét mérsékeli, mert az energia kisebb része fordítódik a lezárt felületek és a talaj menti levegő felfűtésére. Általánosságban elmondható, hogy minél nagyobb a levélzet felülete, annál kedvezőbben alakul az energiamérleg, kevesebb a hőkisugárzás. [32]

7. ábra: város klíma és energiamérleg sematikus rajzai



A városokban, éppen a magas beépítettség következtében nem jellemzőek például a szélnek túlságosan kitett homlokzatok és a szélsőséges napi hőingások, ezáltal a növények számára élhetőbb környezet biztosítható, mint a vidéki, alacsonyabb beépítésű külső területeken.

- Porszűrő képesség

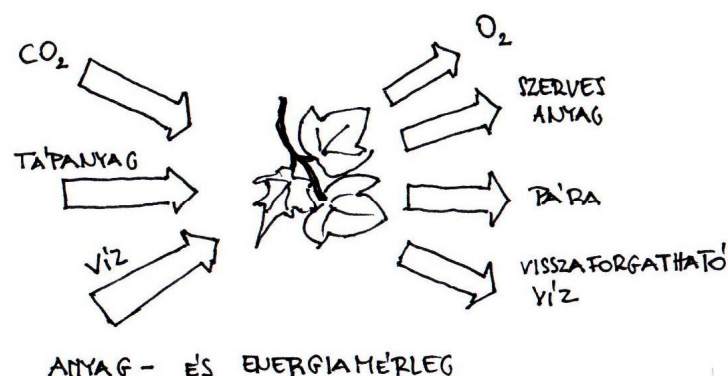
A városi mikroklima szempontjából másik fontos meghatározó tulajdonsága a növényzetnek a porszűrő képessége. A levegő finompor tartalma csökken, hozzájárulva a mikroklima javulásához. A finompor megkötéséről a berlini Humboldt Egyetem Agrár- és Városökológiai Projektek Intézete dolgozta fel és foglalta össze az eddig megjelent irodalmat.

Eszerint a növények hatása kettős: szűrik a szennyezett levegőt és befolyásolják a szélirányt. E tekintetben a sövények, illetve bokrok és fák tulajdonságai és formai kialakítása a meghatározó tényezők.[33]

- Növények anyagcseréje

A Drezdai Műszaki és Gazdasági Főiskola kutatói által végzett kutatások kimutatták, hogy egy év alatt egy négyzetméter Hedera helix „Wörner”-rel bezöldesített fal 2,3 kg széndioxidot köt meg és 1,7 kg oxigént termel. A mérleg elkészítéséhez egy déli fekvésű 1000 m² nagyságú zöldfelületet vizsgáltak. Az állomány levélfelületét 10 m²/elemre határozták meg. Mérések, számítások és a szakmai irodalom kiegészítéseivel az anyagmérleget 2007. 08. 31. és 2008. 07. 31. között készítették el. Fontos megjegyezni, hogy ez a számszerűsített adat csak a meghatározott körülmények között mérhető. Mivel élő szervezetekről van szó, melyek a környezeti változásokra nagyon érzékenyen reagálnak, így az értékek ugyanazon helyen, ugyanabban az időszakban, ugyanazon fajknál más és más eredményeket mutatnak. Ez a példa egy bizonyítékként szolgál a zöldesített fal pozitív anyag- és energiamérlegére. [34]

Miután a növényeknek a fotoszintézishez szén-dioxidra van szükségük, így több növény telepítésével egy újabb kis lépést tehetünk a globális felmelegedést okozó üvegházhatás mérséklése felé.

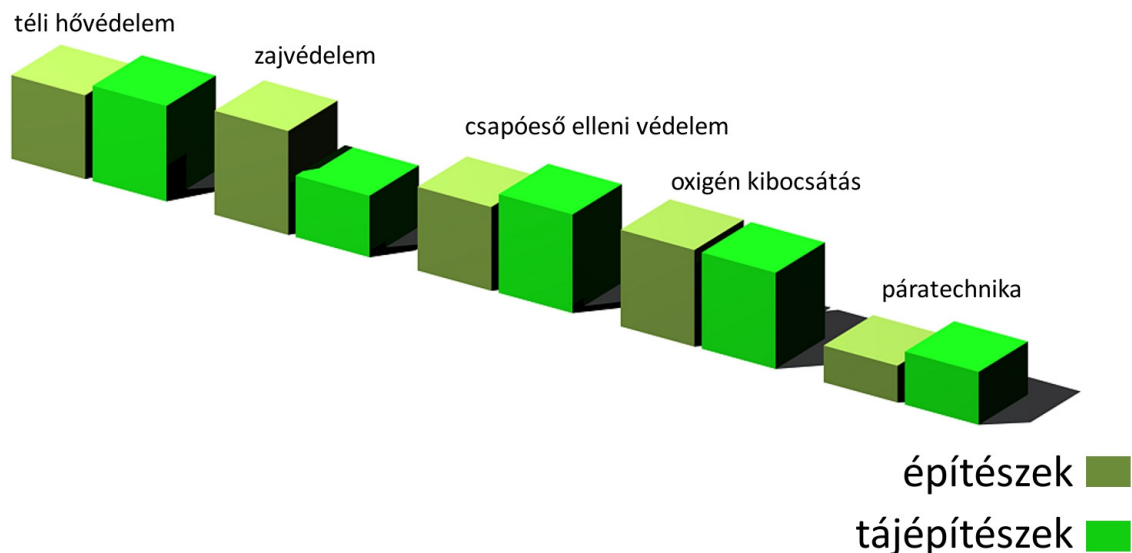


8. ábra: a növényzet anyag- és energiamérlege

2.3.4.Épületfizika

A zöldfal környezetre és emberre gyakorolt hatásainak bemutatása után tekintsük át az épület szempontjából fontos tényezőket, az épületfizikai tulajdonságokat!

Szerinted az alábbiak közül melyik épületfizikai paramétereket javítja a zöldhomlokzat?



[kérdőív melléklet, 16. kérdés]

2.3.4.1. Páratechnika

Többekben felmerül a kérdés, hogy vajon a növények párologtatásukkal nem nedvesítik-e a falat, melynek ezáltal csökkennek a hőtechnikai tulajdonságai. Mivel legtöbb esetben vázszerkezettel rögzítjük az elemeket a falhoz, a ki- és beszellőző nyílások biztosítják, hogy átszellőztetett falként, a páratartalmat "elvezetve" működjön a homlokzat. A légrésnek, a többi átszellőztetett rendszerhez hasonlóan minimum 4 cm-nek kell lennie.

A burkolatot rögzíthetjük közvetlenül a falra is, mely így maghőszigetelt falként fog működni, tehát ebben az esetben kötelező a páratechnikai méretezés. A lélegző fal elvén ügyelni kell arra, hogy az egyes rétegek páradiffúziós ellenállása a belső térből kifelé haladva csökkenjen és a hőszigetelés anyaga ne legyen nedvszívó.

2.3.4.2. Csapóeső elleni védelem

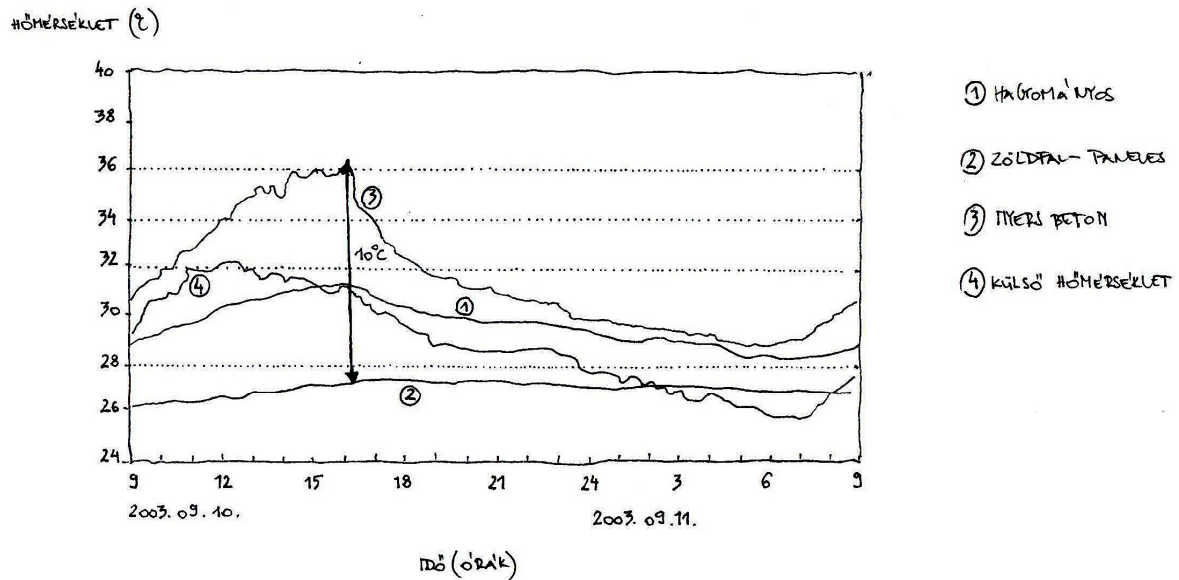
A növényzet levele védi a homlokzatot az esővel szemben, ezáltal kisebb lesz a korrózió, nincs szükség olyan gyakori felújításra. A védelem mértékével kapcsolatban nem találtunk szakirodalmi adatot, többek között erre vonatkozólag is szeretnénk épületfizikai méréseket végezni.

2.3.4.3. Hőháztartás

Az épületek külső falának felületi hőmérséklete az éghajlattól függően a napsugárzás miatt magasabb lesz a környezeténél. A növényeké bizonyítottan nem növekszik, míg a mögöttük lévő falszerkezeté alacsonyabb marad. Ennek oka, hogy a napsugárzásnak csupán töredéke éri el a falfelszínt, a többi visszaverődik, párologtatásra és fotoszintézisre fordítódik.

Az épület belső hűtésére fordítandó energia így jelentősen csökken, nagy megtakarítások érhetőek el vele.

Akira Hoyano végzett vizsgálatot egy nyers beton homlokzat, egy ültetett-kazettás és egy futtatott homlokzaton, hogy melyik esetben mekkora a homlokzat felületi hőmérséklete. A grafikonon is szembeűnő, hogy 10 Celsius fokos hőmérsékletkülönbséget mértek a beton felület és a függőleges ültetőközeges homlokzat között. [9]



9. ábra: Akira Hoyano kísérleti eredményei [9]

2.3.4.4. Akusztika

Fontos megemlíteni, hogy még nem készültek megfelelően dokumentált akusztikai mérések a zöldhomlokzatokra vonatkozólag. Valószínűnek tartjuk, hogy a szakirodalomban megtalálható becslések túlzóak lehetnek azok kedvező értékeiről. Azonban az is bizonyos, hogy egy telepített zöldhomlokzat a zajgátlásban is hasznos, [1] és fontos lehet a városi hangnyomásszint csökkentésében.

3. Zöldhomlokzat fejlesztése Magyarországon: egy rendszer alakulása

3.1. Kezdeti lépések

A korábban már említett magyarországi mérések hiányának következtében utánajártunk, hogy mit kell tennünk ahhoz, hogy épületfizikai mérésre sor kerülhessen. A kezdeti vizsgálódások során kiderült, hogy Németországban a Drezdai Műszaki Egyetem diákjai már végeztek kísérleteket próbafalon. Innen jött az ötletünk egy saját zöldhomlokzat felállítására. Egy olyan homlokzati rendszerben gondolkodtunk, amely a bennünk és általában az emberekben felmerülő esztétikai, épületfizikai, tartószerkezeti és épületszerkezeti kérdésekre választ kínál.

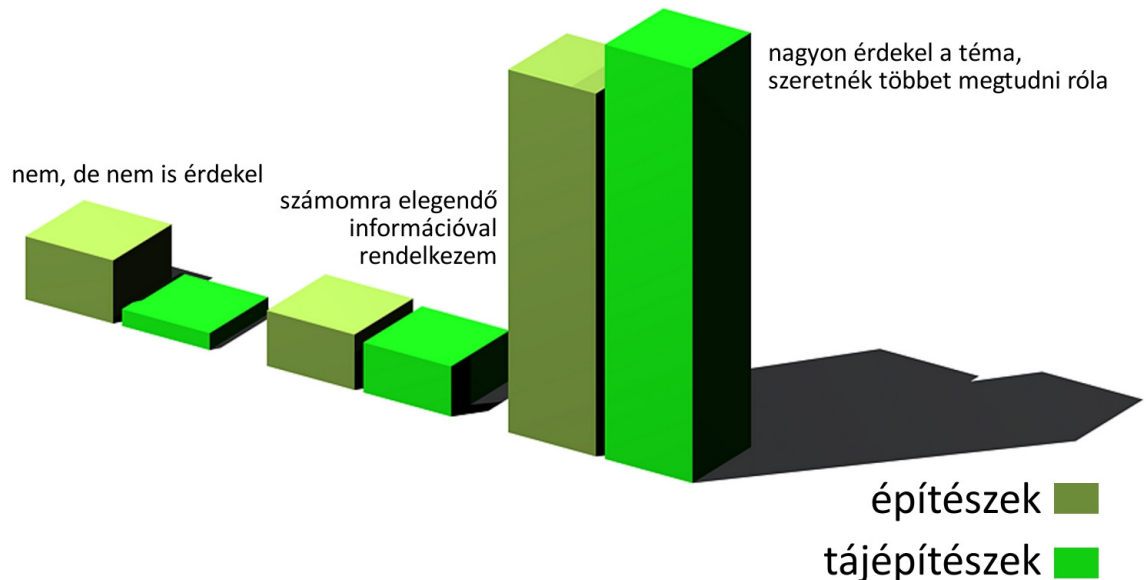
Kezdeti tervünk volt próbafalunkat az egyetemhez közel felépíteni, erre az Építészmérnöki Kar Bercsényi 28-30 Kollégiumának udvari homlokzatát tartottuk alkalmasnak. Tudtuk, hogy ha elképzelésünket szeretnénk megvalósítani, akkor az egyetemtől kapott erkölcsi és szellemi támogatáson kívül szükségünk lesz egy kivitelezőre is, aki az anyagi háttérét biztosítja a rendszernek.

Lépéseink:

- Erkölcsi, szellemi támogatás megszerzése az egyetem részéről: néhány tanárunkat felkeresve kértük ki a véleményüket a témába. Konzulensünknek felkértük Pataky Rita tanárnőt, aki már több konferencián is tartott előadást zöldhomlokzatok témában. Felkerestük Becker Gábor tanár urat is, az Épületszerkezettani Tanszék vezetőjét, aki elképzelésünket támogatta és kiemelte, hogy mennyire fontos szerepet játszik a hallgatóság, amikor egy új rendszer vizsgálatairól, elterjesztéséről van szó.
- Anyagi támogatás: célunk megvalósulásának alapfeltétele volt, hogy szerezzünk egy kivitelezőt, aki a kutatás anyagi oldalát biztosítja
- Június elején kerestünk fel egy tájépítészt, aki saját rendszerét fejleszti éppen és nyitott volt az együttműködésre. Konzultáltunk vele és arra a megegyezésre jutottunk, hogy ő adja a növényi-anyagi háttérrel, mi pedig a szerkezeti tudásunkat a közös munkához. Ezt a lépést tekintjük az első apró sikernek az elképzeléseink megvalósulásához.
- *Az elképzelt rendszer:* fém hátszerkezetre szerelt, átszellőztetett légréses, kazettás rendszerű. Ennek megvalósítására egy körülbelül 10 m²-es nyílásos homlokzati felületünk adott.
- Közben felkerestük Dr. Várfalvi Jánost, a BME Épületfizikai Laboratóriumának professzorát, aki felajánlotta segítségét a mérések megvalósításához.
- A kivitelezővel a nyár folyamán többször konzultáltunk, mely során megtudtuk, hogy a telepíthető növényekkel és termőközegekkel, táptalajokkal folyamatosan kísérletezik, miközben az acél hátszerkezetet készítő szakemberekkel is tartja a kapcsolatot. Miután egy házilag, saját tervek alapján elkészített, egyedi, kísérleti rendszerről van szó, nem egyszerű a közeget tartó szerkezet egyes elemeinek legyártása sem. Eredeti tervünk volt, hogy a rendszert még ősszel felállítjuk, de szembesülnünk kellett a kivitelezés buktatóival, így ez egy-két hónappal későbbre halasztódott.
- Jelenleg tehát a szerkezet felépítése folyamatban, a növényekkel ezzel párhuzamosan, különféle hatásoknak (kémiai, fizikai) kitéve őket, további kísérletek zajlanak. A teljes rendszer összeépítésére reményeink szerint tavasszal sor kerülhet.

3.2. Tervezési szempontok

Hogy véled, elegendő ismerettel rendelkezel a témában vagy szeretnél többet megtudni?



[kérdőív melléklet, 12. kérdés]

Célszerűnek találjuk megfelelő mennyiségű tapasztalat megszerzése után egy tervezési irányelveket tartalmazó gyűjtemény összeállítását, mely a zöldhomlokzatokkal szemben felmerülő igényeket, és problémákat összefoglalja, azok megoldására próbál segítséget nyújtani.

Jelen dolgozatunkban az általunk vizsgálandó rendszer fejlesztése közben felmerült kérdések alapján állítottunk fel egy szempontrendszert. Az egyes szempontok végén a saját rendszerre vonatkozó megállapítások szerepelnek, ezzel tartva a dolgozatunkban eddig is követett általánostól az egyediig elvet.

3.2.1. Környezeti adottságok

- hőmérséklet: a Kárpát-medencében uralkodó kontinentális éghajlat miatti jelentős évi hőingással kell számolni
- csapadék: mennyisége bizonytalan, így jellemzően öntözésre van szükség
- benapozottság, tájolás: a napfényben eltöltött órák száma meghatározza, hogy milyen növényeket választhatunk az adott felületre
- szél: a homlokzatot érő szeleknek főleg a szívó hatása érvényesül, mely függ a terület beépítettségétől, így az adott helyen meglévő kondíciókra méretezni kell a szerkezetet

Esetünkben egy Piliscsabára tervezett rendszerről van szó, mely egy családi házhoz tartozó melléképület északnyugati tájolású homlokzatán fog megvalósulni.

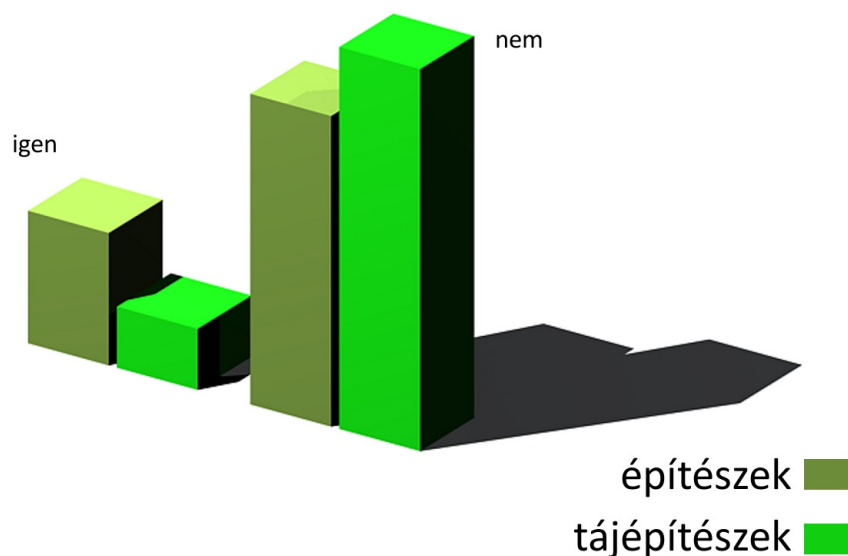
3.2.2. Követelmények

3.2.3.1. Tartószerkezeti

- szilárdság: a rendszer felépítéséből adódó tömeget a vázszerkezetnek el kell bírnia (100-200 kg/m²), számolni kell a meteorológiai terhekkel és mindez együttesen átadódik a falszerkezetre, rögzítések méretezése
- tartósság: az anyagválasztás függ a rendszer mozgásaitól, mely a hőtágulásból és a rendszert érő mechanikai hatásokból származik, illetve a kémiai igénybevételektől (gyökérsavak kibocsátása, tápanyag)
- tűzállóság: nincsenek a tűzállósági határértékeire szakirodalmi adatok, felhasznált anyagok tűzállósága nem feltétlenül biztosítja az egész rendszer tűzállóságát

A kísérleti homlokzatunk falszerkezete 30 cm blokk téglafal, mely nincs hőszigetelve, ez a melléképület funkciójából kifolyólag nem volt szükséges, illetve az épületfizikai mérések szempontjából is közömbös. Ehhez kapcsolódik a kazetták függőleges tartószerkezete.

Szerinted tűzveszélyes lehet-e egy működő (élő), növényzettel beültetett homlokzat, ha a hátszerkezet és a termőterület is nem éghető anyagból áll?



[kérdőív melléklet, 15. kérdés]

3.2.3.2. Épületszerkezeti

- hővédelem
- akusztika
- vízszigetelés

Egyelőre alapvetően a falszerkezetnek kell tudnia a fenti követelményeket, mivel még nincsenek felhasználható adatok erre vonatkozólag.

- páratechnika: átszellőztetett légréses falként vagy maghőszigetelt falként is működhet (ennek a páratechnikai vonatkozásai feljebb)
- vízelvezetés, gépészet: megfelelő gépészeti háttérre van szükség, hogy a növények igényeinek megfelelő öntözés és tápanyagellátás biztosítva legyen, célunk, hogy a

csapadék visszaforgatását megoldjuk a rendszerünkkel, ezzel biztosítva a kellő mennyiségű vizet az öntözéshez

3.2.3.3. Kivitelezési

- gyárthatóság
- szállítás, mozgathatóság
- kedvező munkafolyamatok

Alapvető cél volt már a kezdetektől fogva egy olyan rendszer fejlesztése, amely minél nagyobb célközönség számára válhat elérhetővé. Így a választott anyagok elérhetősége és ésszerűsége az elsődleges szempontok között szerepel, valamint a rendszer modularitása is. A választott modulrendszer konténerekben szállítható kazettákat feltételez, így az általános szabványméretet vettük figyelembe, és az ezekben való szállíthatóságot.

3.2.3.4. Gazdaságossági

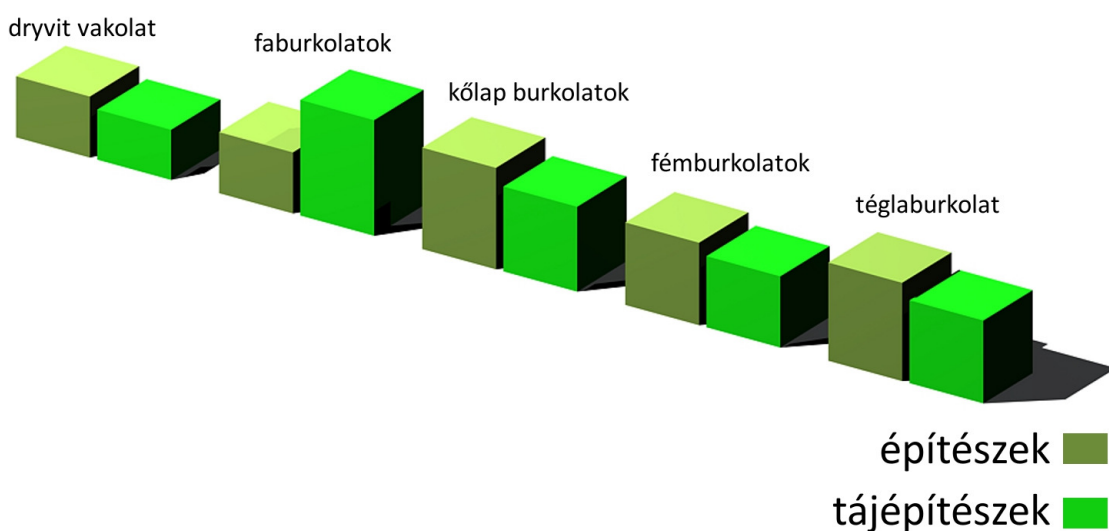
- anyagtakarékos
- munkatakarékos
- költségtakarékos

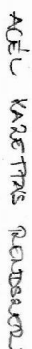
3.2.3.5. Fenntarthatósági, karbantartási

Miután élő rendszerekről van szó, melyek odafigyelést és folyamatos gondozást igényelnek, egy fontos szempontként kell megemlíteni a karbantartás, fenntarthatóság kérdéskörét. Az erre vonatkozó számszerű adatokat mindig a tervezett felület nagysága és fajtája határozza meg. Ez is egy tervezendő dimenzió, de meg kell jegyezni, hogy az erre vonatkozó tényleges munkamennyiség és költségek karbantartási folyamat során derülnek ki.

[kérdőív melléklet, 20. kérdés]

Az alábbi homlokzatburkolatokhoz viszonyítva, mit gondolsz, melyiknél rövidebb a felújítási ciklusa a zöld homlokzatnak? (melyekhez viszonyítva kell gyakrabban felújítani?)





- Also KARETTA AUCH HECHNUNKAUF
KÖRNER V. HAS LABARAT HEGOLDA(?)

4. További terveink, felvetett kérdések, amik a jövőben még megválaszolásra várnak

4.1. A projekt folytatása, épületfizikai mérések

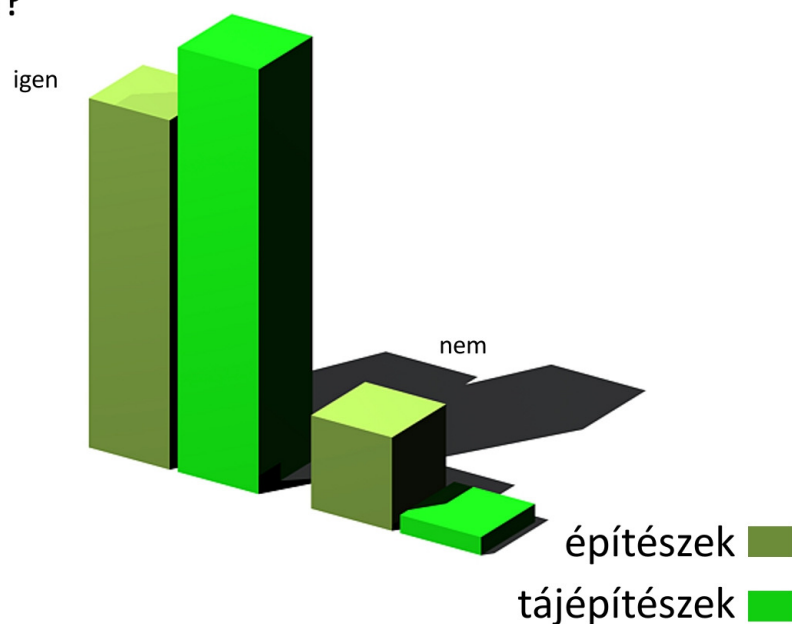
Tervünk, hogy ez a 10 m²-es homlokzatra tervezett kazettás próbahomlokzat legkésőbb tavaszra működőképes legyen és elkezdődhessenek az épületfizikai mérések. Ezek során a legfontosabb tényezőket, mint a csapóeső mértéke, homlokzat hőmérséklete, páratartalom szeretnénk folyamatosan monitoringozni, miközben folyamatosan dokumentáljuk a rendszerben bekövetkező változásokat, a növények állapotát. Úgy gondoljuk, hogy egy év alatt már olyan eredményeket kaphatunk, amelyekből már felhasználható következtéseket tudunk levonni. Ezen a ponton azonban fontos kiemelni, hogy ezek a mérések csak erre az adott rendszerre, az adott időintervallum alatt és az adott körülmények között lesznek mérvadók. Ennek oka, hogy élő szervezetekről van szó, amelyek a legkisebb környezeti hatásokra is, mint például néhány fokok változás a hőmérsékletben, csapadékmennyiség ingadozása, nagyon érzékenyen reagálnak.

4.2. Kérdőívezés folytatása

A kérdőívek összeállítása, és főleg azok kiértékelése során érdekes eredményeket kaptunk, melyek ösztönöznek bennünket a munkafolyamat folytatására. A következő lépés a tanárok, kivitelezők és a nem szakmabeliek megkérdezése, hogy minél nagyobb spektrumban tudjuk megvizsgálni az emberek véleményét.

4.3. Tervezéselméleti kérdések

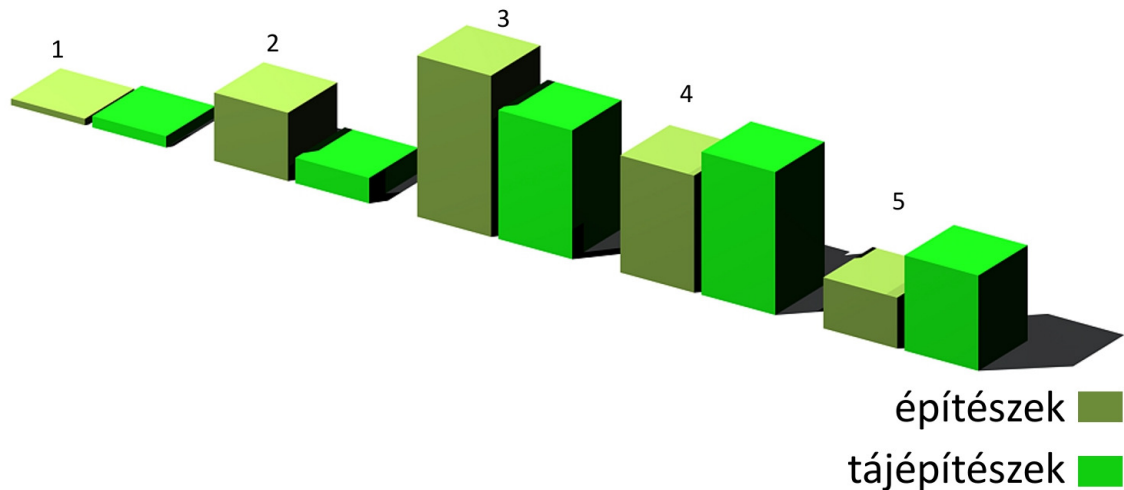
Szerinted a zöldhomlokzat beletartozik a környezettudatos építészet világába?



[kérdőív melléklet, 16. kérdés]

A gazdasági, épületfizikai indokokon túl felmerülhet az a kérdés is, hogy vajon mennyire lehet indokolt építészeti tervezési szempontból egy zöldhomlokzat telepítése? Úgy gondoljuk, hogy fontos téma ezen is gondolkodni, és ne essünk abba a csapdába, hogy a "zöldet", mint témát már csak a kor divatja miatt is próbáljuk minden áron népszerűsíteni, eladni. Így ésszerűvé válnak a tervezés koncepcionális, filozófiai kérdései is, melyek megoldása, vagy csupán felvetése is már egy külön munkát igényel.

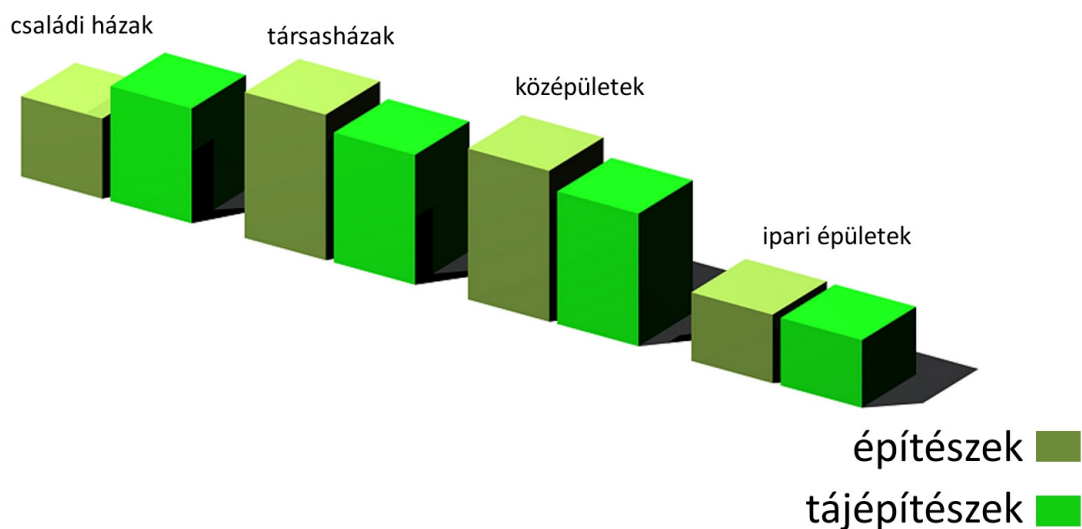
Mennyire tartod jól használható építészeti eszköznek? (1- nem építészeti eszköz, 5-mindenkinek gyakorló építésznek fontos)



[kérdőív melléklet, 10. kérdés]

Ide tartozik például, hogy milyen mértékű hogy milyen funkciójú épületre a legalkalmasabb zöldhomlokzatot tervezni. Összességében fontos elmondani, hogy élő, érzékeny szervezetekről van szó, ezért telepítésük megfontolást igényel, hiszen folyamatos gondozásra van szükségük. De az elmondható, hogy minden bizonnyal meghálálják. Többek között ezért is szerepelt a kérdőívünkben egy olyan kérdés, hogy milyen funkciójú épületre telepítenék szívesen a megkérdezett hallgatók.

Milyen funkciójú épület(ek)en tudnád elképzelni a növényzettel telepített, szerelt homlokzatokat?



[kérdőív melléklet, 17. kérdés]

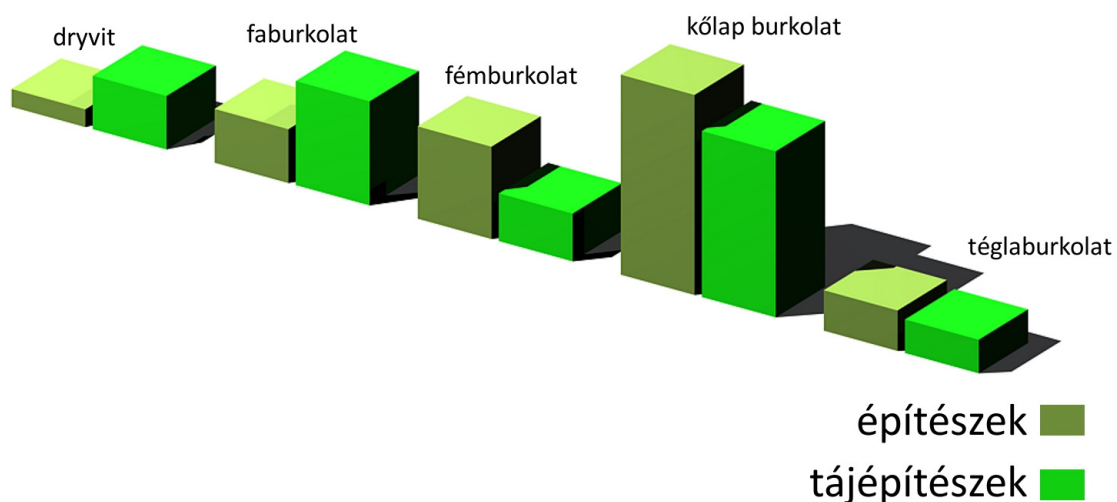
A karbantartás miatt mindenképp fontos kérdés, hiszen egy családi ház esetében, egyértelműen a család lesz a fenntartó, tehát egy nagyon szűk egységen múlik a homlokzat tartóssága. Egy többlakásos társasház esetében már több lakónak ez együttműködése szükséges, amely nehézsége a lakásszám növekedésével egyenes arányosan nő.

A középületek lehetnek a zöldhomlokzatok célpontjai, melyeket egy vállalkozó vagy állami szerv működtet és könnyebben beleszámolhatók a fenntartási költségeikbe.

Az ipari épületek esetében pedig elsődleges szempont a funkcionalitás, így elsősorban a működtetőt kell meggyőzni az rendszer létjogosultságáról, a gazdasági - akár reklámozási szempontokat is - figyelembe véve.

4.4. Költségek

Szerinted egy ültetett kazettás rendszerű homlokzat (öntözőrendszerrel) ára az alábbi homlokzatburkolatok közül melyikhez áll a legközelebb?



[kérdőív melléklet, 11. kérdés]

A zöldhomlokzati rendszerek költségei széles skálán mozognak az alkalmazott rendszer függvényében. Egy futtatott homlokzat nem igényel túlzottan technológiai háttérrel, azonban például egy kazettás rendszer esetén százezres nagyságrendet is elérhet a négyzetméterenkénti költség és ehhez jönnek hozzá a karbantartási költségek. Az azonban kérdéses, hogy ennek valóban az anyagköltsége ilyen magas-e, mivel úgy gondoljuk, hogy egyelőre az egyediséget kell megfizetni. De várhatóan az egyre több konkurens termék megjelenésével a piacon, az árak is csökkenni fognak. A hallgatóságot megkérdezve, legnagyobb százalékuk a kőlapokhoz hasonlítja a zöldhomlokzatok árát, azonban ezeknek a költségei is legfeljebb 10-20 ezres nagyságrendnél mozognak. Jelenleg leginkább a függőnyfalak áraival vethetők össze az újonnan megjelenő modulós, kazettás, szerelt rendszerek.

4.5. Zöldfal szociológiája

A zöldhomlokzatok szociológiai kérdéseire már utaltunk a magyarországi terveknel. Itt említettük, hogy a zöldfal segíthet a panelek elszlömösödését megállítani, mivel a növényzet

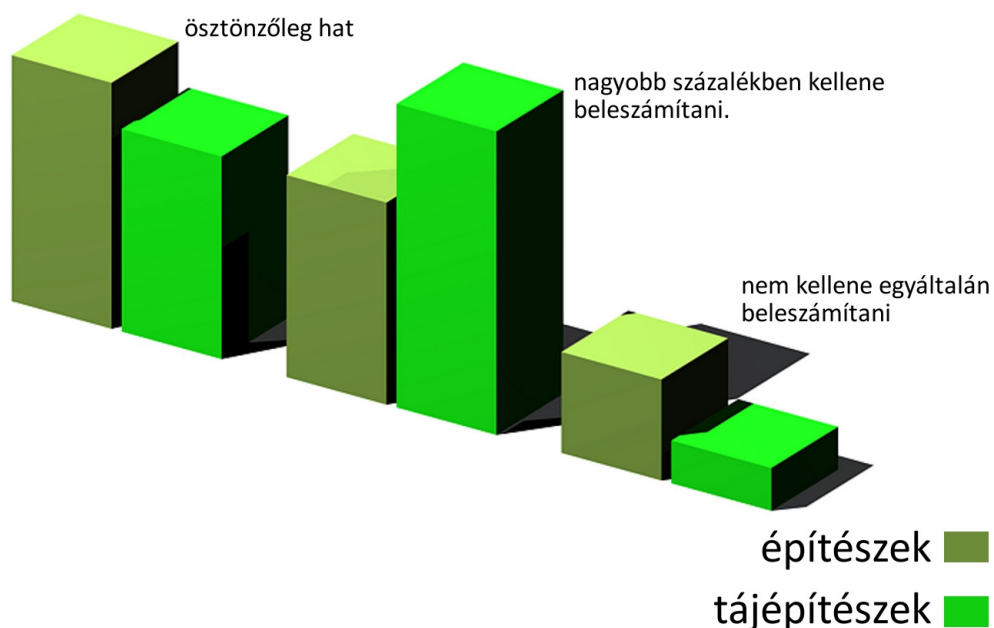
megjelenésével a homlokzaton növelhető az épület ingatlanpiaci értéke. Erre nincsenek konkrét bizonyítékok, ez egy nagyon szélső területe a zöldhomlokzatok kérdéskörének. Ide kapcsolódva sok olyan cikket találtunk, melyek arra vonatkoznak, hogy zöldesítéssel egy terület közbiztonsága is nőhet, az emberek biztonságérzete fokozódhat. Emellett a graffitisek ellen is elképzelhető megoldásnak tűnik a sivár falfelületek felöltöztetése. Ezen társadalmi problémakört nem kutattuk át alaposan, de úgy gondoltuk, hogy megemlíteni mindenképpen érdemes, mert akár valakit egy újabb kutatómunkára ösztönözhet.

4.6. Szabályozási kérdések

A rendszerek megismerése, és a tervezővel való konzultáció során korán találkoztunk a rendszereket gátló szabályozásokkal, és megismertük azoknak korlátait. A témával Pataky Rita tanárnő már korábban foglalkozott részletesebben. [27]

Felmerülhet a kézenfekvő kérdés, hogy vajon a vizsgált rendszerek szempontjai nem különböznek-e annyiban a meglévő keretektől, hogy azok felülvizsgálatra szoruljanak? Egyáltalán milyen korlátok közé szoríthatók azok a rendszerek, amelyek élő szervezetekből állnak és minden egyes telepítés során új és folyamatosan változó esetekkel állunk szemben? Úgy gondoljuk, hogy a jövőben fontos lenne a megfelelő szakmai kommunikáció a témában, hogy végül megfelelő jogszabályi háttér álljon a zöldhomlokzatok mögött, és azok fejlesztése, telepítése ne ütközzön a meg nem ismerésből, félreértésekből adódó akadályokba.

Az OTÉK-ban szereplő szabályozás ("a befuttatni tervezett homlokzat területének 25%-a számítható be a zöldfelületbe") szerinted mennyire hat ösztönzőleg az építészekre, hogy alkalmazzanak növénnel telepített homlokzatot az épületeiken?



[kérdőív melléklet, 14. kérdés]

5. Összefoglalás

2011 áprilisában kezdtük el a zöldhomlokzatok, mint külső homlokzatburkolati rendszerek után kutatni. Kevés keresgélés után rájöttünk, hogy hazánkban nagyon kevés a tapasztalat a témában, megvalósult példát szinte nem is találtunk. A külföldi vélemények utánajárása következtében döntöttünk úgy, hogy megpróbálunk egy saját zöldfalat felállítani, amelyen a Drezdai Műszaki és Gazdasági Főiskola példájára szeretnénk épületfizikai méréseket végrehajtani.

Ennek megvalósításához az egyetemtől kapott erkölcsi és szellemi támogatáson túl anyagi támogatásra is szükségünk volt, így elkezdtünk kivitelezőt keresni a projektünkhöz. Szerencsére találtunk egy tájépítészt, aki jelenleg a saját rendszerén dolgozik és akivel együttműködve lehetőség nyílt a tervezett mérések elvégzésére. Az egyedi rendszer tervei már elkészültek, jelenleg folyamatban van egy zöldhomlokzat kivitelezése, folyamatosan konzultálunk a kivitelező-tervező tájépítésszel és egyetemi tanárainkkal is.

Dolgozatunkban a megismert rendszereken és tulajdonságokon túl az elmúlt fél év tapasztalatait és eredményeit összegezzük, mely alatt figyelemmel kísérhettük és részesei lehettünk az egyedi rendszer alakulásának. Miután munkánk során végig rengeteg kérdés merült fel bennünk a téma megítélését tekintve, egy kérdőívet állítottunk össze, melyet szeptemberben kezdtünk el a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem építész és a Budapesti Corvinus Egyetem tájépítész hallgatói körében terjeszteni. A saját projekt bemutatása mellett ennek a kérdőívnek a kiértékelése, következtetések levonása a másik alappillére kutatómunkánknak.

Összességében nagyon bízunk a projektünk sikerességében, azonban tisztában vagyunk vele, hogy ez nem csak rajtunk múlik. Mi mindent próbálunk megtenni annak érdekében, hogy a rendszer összeálljon és végre Magyarországon is legyenek épületfizikai eredmények, melyeket a Budapesti Műszaki Egyetem végezhet el, hiszen úgy véljük, hogy egy ilyen irányú kutatás egyetemünk hírnevét is tovább öregbítené.

Melléklet:

KÉRDŐÍV: ZÖLDHOMLOKZATOK JELENE ÉS JÖVŐJE

BME Építészmérnöki Kar - hallgatók

01. Értékel a lakókörnyezetedet a zöld mennyisége szempontjából! (1-nincs nagyon zöld felület, 5-sok zöld, zöldövezet)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

02. Azon az épületen, ahol laksz, van növényzet?

☐ igen ☐ nem

03. Ismersz a munka- vagy lakókörnyezetedben megvalósult bármilyen (belső vagy külső térben) növényzettel borított homlokzatot?

☐ igen, hol? _____ ☐ nem

04. Tapasztalatod szerint hogyan viszonyulnak az emberek a növényzettel borított falakhoz?

☐ zavarja őket ☐ semlegesen állnak hozzá ☐ szeretik

05. Hol hallottál már szerelt növényzettel borított homlokzattal (a borostyánnal futtatott rendszer nem tartozik ide)?

☐ egyetemen ☐ interneten ☐ tévében ☐ nyomtatott médiában (könyv, folyóirat) ☐ egyéb:

06. Hallottál már Patric Blanc zöldfalairól?

☐ igen ☐ nem

07. Az alábbi zöldfal megoldások közül melyikről hallottál már, illetve melyikkel találkoztál?

☐ közvetlenül a falra futtatott növényzet (borostyán, vadszőlő)

☐ vázszerkezetre futtatott növényzet (lila akác)

☐ modulós rendszer (növényvel ültetett kazettás elemekből álló, vázszerkezetre szerelt rendszer)

08. Ismersz olyan magyar építésszt, tájépítésszt, céget, akik terveztek vagy kiviteleztek már zöld

09. Szerinted csak egy divatirányzatot jelent a zöldfal vagy a zöldtető példájához hasonlóan látsz benne lehetőséget?

☐ múltó divatirányzatnak tartom ☐ a jövő egyik komoly fejlesztési irányzatának tartom ☐ nem tudok dönten

10. Mennyire tartod jól használható építészeti eszköznek? (1-nem építészeti eszköz, 5-minden gyakorló építész eszköztárában ott kellene lennie)

1 – 2 – 3 – 4 – 5

11. Szerinted egy ültetett kazettás rendszerű homlokzat (amely automata öntözőrendszerrel van ellátva) m²-kénti ára az alábbi homlokzatburkolatok közül melyikhez áll a legközelebb?

☐ dryvit rendszerű vakolat ☐ faburkolatok ☐ fémburkolat ☐ kőlap burkolatok ☐ téglaburkolatok

12. Hogy véled, elegendő ismerettel rendelkezel a témában vagy szeretnél többet megtudni?

☐ nem, de nem is nagyon érdekel a téma ☐ számomra elegendő információval rendelkezem
☐ nagyon érdekel a téma, szeretnék többet megtudni róla

FORDÍTSI!

13. Szerinted a zöld homlokzat beletartozik a környezettudatos építészet világába?

☐ igen ☐ nem

14. Az OTÉK-ban szereplő szabályozás („a befuttatni tervezett homlokzat területének 25%-a számítható be a zöldfelületbe”) szerinted mennyire hat ösztönzőleg az építészekre, hogy alkalmazzanak növényvel telepített homlokzatot az épületeiken?

☐ O teljesen ösztönzőleg hat és valóságosnak érzem a fent említett %-os arányt

☐ O nagyobb százalékban kellene a zöldfelületbe beszámítani

☐ O nem kellene egyáltalán beszámítani a zöldfelületbe

15. Szerinted tűzveszélyes lehet-e egy működő (élő), növényzettel beültetett homlokzat, ha a hátszerkezet és a termőterület is nem éghető anyagokból áll?

☐ O igen ☐ O nem

16. Szerinted az alábbiak közül melyik épületfizikai paramétereket javítja a zöld homlokzat?

☐ O téli hővédelem ☐ O akusztika ☐ O zajvédelem ☐ O csapóeső elleni védelem ☐ O

☐ O₂-kibocsátás

☐ O fal páratechnika tulajdonságai

17. Milyen funkciójú épület(ek)en tudnád elképzelni a növényzettel telepített, szerelt homlokzatburkolatot?

☐ O családi házak ☐ O többlakásos társasházak ☐ O középületek ☐ O ipari épületek

18. Osztályozd 1-től 5-ig, hogy az alábbi előnyök közül melyeket mennyire tartod fontosnak egy ember életkörülményeinek javítása szempontjából? (1-egyáltalán nem fontos, 5-nagyon fontos)

☐ O a zöld, mint nyugtató szín ____

☐ O az élő növényzet, azaz a természet közvetlen közelsége ____

☐ O a levegő minőségének javítása ____

☐ O az adott terület közbiztonságának javítása ____

19. Szerinted az alábbi tévhitek közül melyeknek van valóságalapja a zöld homlokzatokra vonatkozólag?

☐ O tönkreteszi a vakolatot ☐ O rovarok, férgek, rágcsálók telepednek meg benne

☐ O a lombhullató növények télen lombjukat veszítik, így nem túl esztétikus, kopár felületet hagyva

☐ O hosszú távon a fenntartása nagyon költséges

20. Az alábbi homlokzatburkolatokhoz viszonyítva, mit gondolsz, melyiknél rövidebb a felújítási ciklusa a zöld homlokzatoknak? (a zöld homlokzatot melyekhez viszonyítva kell gyakrabban felújítani?)

☐ O dryvit rendszerű vakolat ☐ O faburkolatok ☐ O kőlap burkolatok ☐ O fémburkolatok ☐ O
téglaburkolat

Köszönjük szépen a válaszokat!

Tamási Alexandra

Vaits Zoltán

Eredmények:

építész_össz	1	2	3	4	5	6	válaszok
1	4	28	46	41	69		188
2	31	153					184
3	35	147					182
4	14	38	129				181
5	129	84	20	56	16		305
6	20	160					180
7	173	131	126				430
8	17	4	0	158			179
9	42	100	39				181
10	3	31	73	53	23		183
11	8	24	41	89	18		180
12	24	21	138				183
13	146	39					185
14	78	64	32				174
15	52	122					174
16	112	0	139	112	129	49	541
17	70	127	132	60			389
18	0	0	0	0			
19	34	141	65	62			302
20	57	57	95	77	92		378

építész_össz	1	2	3	4	5	6
1	2,13%	14,89%	24,47%	21,81%	36,70%	
2	16,85%	83,15%				
3	19,23%	80,77%				
4	7,73%	20,99%	71,27%			
5	42,30%	27,54%	6,56%	18,36%	5,25%	
6	11,11%	88,89%				
7	40,23%	30,47%	29,30%			
8	9,50%	2,23%	0,00%	88,27%	0,00%	
9	23,20%	55,25%	21,55%			
10	1,64%	16,94%	39,89%	28,96%	12,57%	
11	4,44%	13,33%	22,78%	49,44%	10,00%	
12	13,11%	11,48%	75,41%			
13	78,92%	21,08%				
14	44,83%	36,78%	18,39%			
15	29,89%	70,11%				
16	20,70%	0,00%	25,69%	20,70%	23,84%	9,06%
17	17,99%	32,65%	33,93%	15,42%		
18						
19	11,26%	46,69%	21,52%	20,53%		
20	15,08%	15,08%	25,13%	20,37%	24,34%	

tájépítészek	1	2	3	4	5	6	válaszok
1	3	8	27	63	44		145
2	56	88					144
3	67	74					141
4	9	56	80				145
5	72	66	20	40	13		211
6	22	123					145
7	78	70	57				205
8	10	16	11	114			151
9	9	110	26				145
10	4	9	46	51	34		144
11	19	37	17	59	12		144
12	5	15	124				144
13	139	6					145
14	52	78	11				141
15	20	125					145
16	90	0	58	93	91	50	382
17	92	104	106	54			356
18							
19	53	95	80	34			262
20	26	60	44	37	43		210

tájépítészek	1	2	3	4	5	6
1	2,07%	5,52%	18,62%	43,45%	30,34%	
2	38,89%	61,11%				
3	47,52%	52,48%				
4	6,21%	38,62%	55,17%			
5	34,12%	31,28%	9,48%	18,96%	6,16%	
6	15,17%	84,83%				
7	38,05%	34,15%	27,80%			
8	6,62%	10,60%	7,28%	75,50%	0,00%	
9	6,21%	75,86%	17,93%			
10	2,78%	6,25%	31,94%	35,42%	23,61%	
11	13,19%	25,69%	11,81%	40,97%	8,33%	
12	3,47%	10,42%	86,11%			
13	95,86%	4,14%				
14	36,88%	55,32%	7,80%			
15	13,79%	86,21%				
16	23,56%	0,00%	15,18%	24,35%	23,82%	13,09%
17	25,84%	29,21%	29,78%	15,17%		
18						
19	20,23%	36,26%	30,53%	12,98%		
20	12,38%	28,57%	20,95%	17,62%	20,48%	

Források, irodalomjegyzék:

- [1] <http://www.fintastudio.hu/projektek/megvalosult>
- [2] http://epiteszforum.hu/imagelist/gallery&nid=19465&img_id=100747
- [3] http://www.mohanyespafr.hu/02_munkaink.php?page=gallery-images&id=27
- [4] http://epiteszforum.hu/imagelist/gallery&nid=10677&img_id=32697
- [5] <http://www.lico-art.hu>
- [6] http://epiteszforum.hu/imagelist/gallery&nid=14994&img_id=68980
- [7] http://epiteszforum.hu/imagelist/gallery&nid=13727&img_id=63175
- [8] <http://tudatosvasarlo.hu/cikk/arnyekoljunk-szigeteljunk-kuszonovenyekkel>
(2011.06.15.)
- [9] Pataky Rita: Növényzet, mint burkolat, I. Épületszerkezeti konferencia, BME Épületszerkeztani Tanszék, 2010., 58-63. oldal
- [10] http://th04.deviantart.net/fs49/300W/i/2009/197/e/4/green_walls_by_kyrasummerhalder.jpg (2011.09.15.)
- [11] <http://drthinker.deviantart.com/art/Green-Walls-210642824> (2011.10.02.)
- [12] Pataky Rita: Zöldtetők, zöldhomlokzatok - Tudományos Konferencia összefoglaló anyaga, Győr, 1997., 93-104. oldal
- [13] <http://www.monroestbistro.com/beautify-garden-pergola/colisium-pergola/>
(2011.10.20.)
- [14] http://2.bp.blogspot.com/_nQG9WtHRnFA/S8QaFNMDBwI/AAAAAAAAAGk0/OTYwlpwhpH4/s1600/Cote+Sud,+Aout-Sept+2006,+pergola+dining.jpg (2011.10.20.)
- [15] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Pergola_trentino.JPG
(2011.10.20.)
- [16] <http://www.chilidave.com/Italy/PergolaVillaLina.jpg> (2011.10.20.)
- [17] <http://epiteszforum.hu/node/18281>
- [18] <http://www.galinsky.com/buildings/z58/z581l.jpg>
- [19] http://3.bp.blogspot.com/_HT3pRHsRsqA/TSHeUI3QonI/AAAAAAAAAEw/SDaxfFSGrLU/s1600/Denmark+Grennwall.jpg
- [20] http://api.ning.com/files/wUBS5aUxYO8jibpMOZ74KISc5SOH79VsbIKYd3Zk4Xav6h72v_rax_X1*FFn*gDeCD5p6xozkmRzSEOr7q5wDBVWwdy5G3FR0/vertikalnezahradyProj_Indian_Main_tlarge5.jpg
- [21] http://4.bp.blogspot.com/_ffrB846_ZBA/TQJUzvQpDvI/AAAAAAAAA80/qYpSD9GO83A/s1600/IMG_3464.JPG
- [22] <http://www.iaac.net/archivos/events/patrick-blanc-vertical-garden.jpg>
- [23] <http://www.denbompa.be/wp-content/uploads/2008/08/verticalgardentitle.jpg>
- [24] <http://dallasgreenbuildingalliance.com/wp-content/uploads/2009/10/green-walls2.jpg>
- [25] http://2.bp.blogspot.com/_ZpLk5avj0s4/TPBsOUWWqUI/AAAAAAAAAJs/nmQG4Vn-OY8/s1600/small+P1020841.jpg
- [26] <http://www.helix-pflanzensysteme.de/de/gallery/laermschutz-system-compacta-37/>
- [27] : Pataky Rita: Zöldhomlokzatok a szabályozás tükrében, I. Épületszerkezeti konferencia, BME Épületszerkeztani Tanszék, 2010., 150-153. oldal
- [28] <http://orvosifeny.hu/szinterapia/zold> (2011.10.16.)
- [29] <http://www.elhetoelet.hu/content/mikroklima> (2011.10.15.)
- [30] http://zoldfal.blog.hu/2011/05/10/beteg_epulet_szindroma (2011.10.17.)
- [31] <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2b650fd8315c1a17f72ddf10f872a134,55a304092d09/3ho.html> (2011.10.10.)
- [32] <http://www.hu.helix-pflanzensysteme.de/de/content/anyag-es-energiamerleg-125/>

[33] <http://www.hu.helix-pflanzensysteme.de/de/content/articles/a-noevenyzet-hatasos-alkalmazasa-a-finompor-ellen-12/> (2011.10.10.)

[34] <http://www.hu.helix-pflanzensysteme.de/de/content/articles/hedera-helix-woerner-rel-zoeldesitett-fal-co2-merlege-70/> (2011.10.10.)