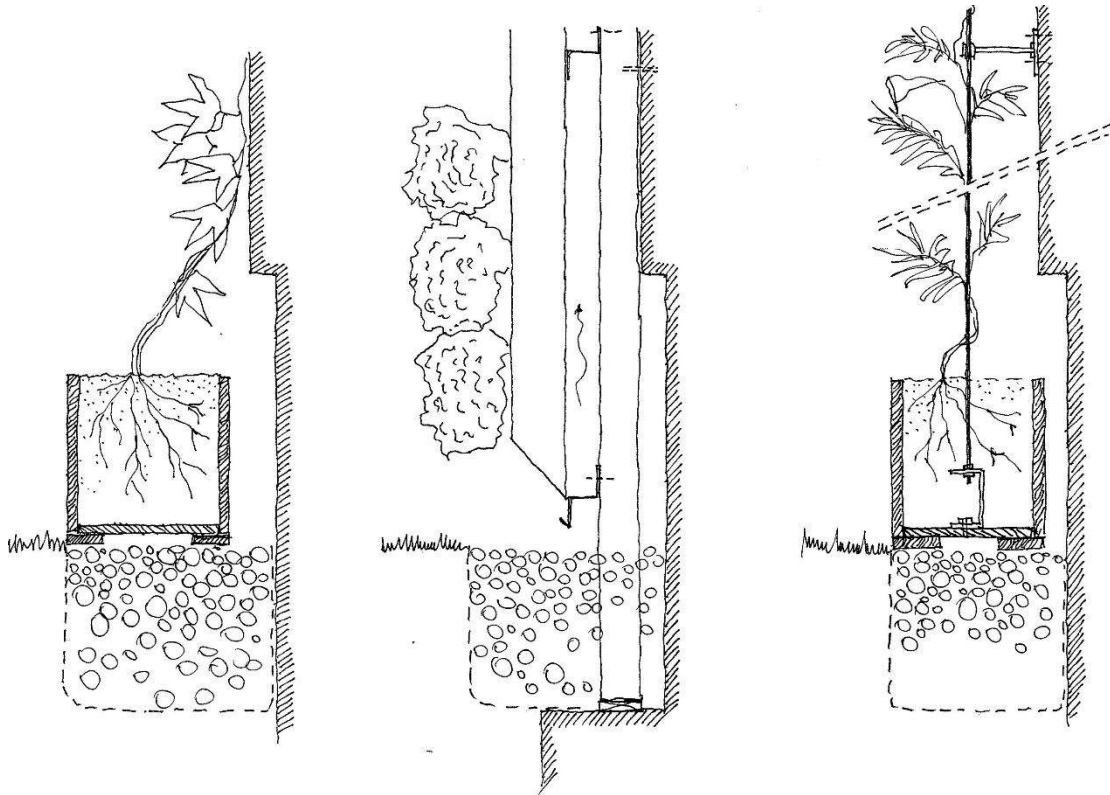


## ZÖLDHOMLOKZATI RENDSZEREK SZERKEZETI MEGOLDÁSAINAK ELEMZÉSE



Készítették: Holczer Eszter  
Kazi Zsolt

*holczer.eszter92@gmail.com*  
*zsoltikazi10@gmail.com*

Témavezetők: Tamási Alexandra  
Baráth Géza  
Dr. Juhász Péter

*atamasi@epsz.bme.hu*  
*barath@egt.bme.hu*  
*külsős témavezető*

BME Építészmérnöki Kar  
Épületszerkeztani Tanszék  
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

1. Bevezetés
  - 1.1. A téma bemutatása, aktualitása, fontossága
  - 1.2. A zöldhomlokzati rendszerek fejlődéstörténete
  - 1.3. Csoportosítás a külföldi szakirodalom szerint
  - 1.4. Fogalommagyarázat és fogalomhasználat (magyar terminológia)
  - 1.5. Közös munka a komplexitás jegyében
  - 1.6. A dolgozat feladatának megfogalmazása
  
2. Elméleti előkészítés
  - 2.1. A kutatás lehatárolása
  - 2.2. Módszertani kérdések
  - 2.3. Tudományos környezet, a szakirodalom vizsgálata
  
3. Adatbázis
  - 3.1. A vizsgált zöldfelületek adattáblázata (hazai zöldfal/homlokzat állomány)
  - 3.2. A táblázat elemzése
  - 3.3. Következtetések
  
4. Szerkezeti rendszerek
  - 4.1. Zöldhomlokzatok és zöldfalak elvi felépítése
  - 4.2. Kontakt „rendszer”
  - 4.3. Futtatott rendszer
  - 4.4. Zsebes rendszer
  - 4.5. Moduláris rendszer
  - 4.6. Alternatív megoldások
  
5. Zöldhomlokzati rendszer kivitelezésekor szerzett tapasztalatok
  - 5.1. Együttműködés piaci szereplőkkel
  - 5.2. Az építés tapasztalatai
  
6. Következtetések, javaslatok
  - 6.1. A zöldfalak tervezésében szerepet játszó tényezők felsorolása, fontossági sorrendje
  - 6.2. Tudományos kutatási javaslatok
  - 6.3. Összegzés

*IRODALOMJEGYZÉK*  
*FÜGGELÉK*

## 1. Bevezetés

### 1.1. A téma bemutatása, aktualitása, fontossága

A zöldhomlokzatok elterjedőben lévő, ígéretes, zöld, környezettudatos homlokzatburkolati rendszerek, melyek új lehetőségeket kínálnak az építészek számára az általuk tervezett épületek és építmények formálásához, valamint esztétikai minőségének növeléséhez. Számos előnyük közül kiemelendők a (szennyezett) városi levegő minőségének javítása, a háttérszerkezet hőterhelésének jelentős mértékű csökkentése, ebből fakadóan pedig a beltéri légkezelés energiaigényének csökkentése; valamint az épület belső terei komfortjának növelése, végezetül pedig a magas esztétikai minőség.

### 1.2. A zöldhomlokzati rendszerek fejlődéstörténete

1938. Stanley Hart White – az első szabadalmi rendszer (zöldfal-megoldás, amely már technológiai háttérrel rendelkezik)<sup>1</sup>

1988. Patrick Blanc (francia botanikus) – talaj nélküli megoldás (hidrokultúrás rendszer) bevezetése és zöldfal-rendszer szabadalmaztatása<sup>2</sup> („zsebes” rendszer)

1990 után – további szabadalmi rendszerek megjelenése, a zsebes rendszer továbbfejlesztése (textil anyag helyett új anyagok kipróbálása)

2000 után – az első fejlett moduláris rendszerek szabadalmaztatása<sup>3</sup>

### 1.3. Csoportosítás a külföldi szakirodalom szerint

A németországi Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., zöldhomlokzati irányelveket tartalmazó kiadványa szerint:<sup>4</sup>

#### *a. Talajkapcsolattal rendelkező zöldesítés (bodengebundene Begrünung)*

A növény ültetőközege a talaj. Jelentheti segédszerkezet nélkül, kontakt módon a falra való futtatást, továbbá a külön segédszerkezetre való futtatást.

#### *b. Fal kapcsolattal rendelkező zöldesítés (fassadegebundene Fassadenbegrünung):*

Falra szerelt, ültetőközeges rendszer, a növényzetnek nincs kapcsolata a talajjal.

---

<sup>1</sup> Stanley Hart White, Vegetation bearing architectonic structure and system, United States Patent Office, US2113523, 1938

<sup>2</sup> Patrick Blanc, Device for growing plants without soil on a vertical surface, FR2634971, 1988

<sup>3</sup> Mark Laurence, Richard Alexander Sabin, Plant wall and modules for growing plants, US2011/0107667, 2010

<sup>4</sup> Pfoser, N., Jenner, N., Henrich, J., Heusinger, J., Weber, S., *Gebäude Begrünung Energie – Potenziale und Wechselwirkungen*. FLL-Schriftenreihe „Forschungsvoraben“, FV 2014/01 ISBN: 978-3-940122-46-9

Az angol szakirodalom szerint (cikkek nyomán):

a. „Zöld homlokzat” (*green facade*)

Kontakt módon a falra futtatott vagy segédszerkezetet alkalmazó rendszerek.

b. „Élő fal” (*living wall*)

Falra szerelt megoldások, technológiai, épületszerkezeti (rögzítés) és épületgépészeti (öntözőrendszer) megoldásokat igényel.

#### 1.4. Fogalommagyarázat és fogalomhasználat (magyar terminológia)

Városi „hősziget”: Zsúfolt nagyvárosokban tapasztalható jelenség, ahol a magas beépítettség következtében a belvárosi környezetben magasabb a hőmérséklet. A zöldfelületek növelésével a hőmérséklet csökkenthető.<sup>5</sup>

*Kialakulásának okai az alábbiak:*

- a beton és az aszfalt jobban elnyeli a napsugárzást, mint ahogy visszaveri azt,
- hiányzik a talaj, a növényzet, a felszíni víz, ezért a természetes párolgás nem valósul meg
- a függőleges falfelületek gátolják a szelet,
- az emberi tevékenységből származó hőtermelés,
- jelentős a szennyezőanyag-kibocsátás.

*A hősziget jelenség intenzitása a városi területek méretével és népességével arányosan nő.*

*A városokban a növények, vízfelszín hiánya és a mesterséges felszínek létesítése azt idézi elő, hogy nedvesség hiányában a napenergia teljesen az épített környezet felmelegítésére fordítódik. Ez a hőenergia az éjszaka folyamán kisugárzódik, így a lehűlés ekkor sem valósul meg. A város felett, mintegy állandó hőburok létezik a városi hősziget. Ezért van mindig a belvárosban pár fokkal melegebb, mint a kijebbi eső területeken.*

Párolgási hőelvonás (evapo-transpiration): párolgotatás útján történő hőmérsékletcsökkentés

Zöldfal: **belső térben** kialakított függőleges növényfelület

Zöldhomlokzat: **külső térben** kialakított függőleges növényfelület

Zöldhomlokzati és zöldfal rendszerek: olyan zöldfalak és zöldhomlokzatok, melyek kialakításához (tervezéséhez, kivitelezéséhez) technológiai és szerkezeti háttértudás szükséges

Városi kanyon: sűrűn beépített városi környezetben kialakuló jelenség, amikor a magas beépítettség miatt a levegő nehezen cserélődik, minimális a légmozgás, az ezáltal megnövekedett hőmérséklet (városi hősziget) nem csökken, a szennyezett levegő nem távozik el.

---

<sup>5</sup> Akinaru Iino, Akira Hoyano, Development of a method to predict the heat island potential using remote sensing and GIS data, 1996, DOI: 10.1016/0378-7788(95)00945-0



1. kép

Az alábbi műholdképen a Rhode Island-beli Providence (USA) városa látható. A felvételt 2002. július 31-én készítette a NASA. A sűrűn beépített településen átlagosan 12 fokkal magasabb a hőmérséklet, mint a környező erdős területeken. Minél magasabb a felszíni hőmérséklet, annál sárgább a színezés. A város ez alapján jól elkülöníthető környezetétől.<sup>6</sup>

**Biodiverzitás:** biológiai-ökológia sokféleség, ami a különböző drasztikusabb éghajlati változások és a mesterséges emberi tevékenység miatt egyre jobban veszélybe kerül; megőrzése korunk egyik lényeges feladata, amit számos szabályozással és a különböző, környezetre ártalmas emberi tevékenység (pl.: erdőirtás; túlzott vadászat; ipari tevékenység vagy beépítés) korlátozásával, csökkentésével igyekeznek érvényre juttatni

### 1.5. Közös munka a komplexitás jegyében

Miután felismertük az egyre szélesebb körben terjedő, robbanásszerűen fejlődő függőleges zöldfelületekkel történő építési megoldások fontosságát és sokféleségét, megvilágosult előttünk, hogy a "zöld építés" témán belül rengeteg területet kutatható.

Dolgozatunkban a zöldfalak és zöldhomlokzatok szerkezeti megoldásaival foglalkozunk. Kutatásunk során többször felmerült egy-egy újabb kutatási terület vizsgálatának igénye.

A téma aktualitását az is bizonyítja, hogy egy hallgatótársunk szintén a zöldépítés témakörben készített TDK-dolgozatot.

### 1.6. A dolgozat feladatának megfogalmazása

A célunk, hogy megismerjük a függőleges zöld rendszerek különböző szerkezeti megoldásait, részleteit, a kialakításukhoz szükséges szerkezeti feltételeket és megvizsgáljuk 3 eltérő rendszer építésének körülményeit, szendvicspanel elé rögzítve. Illetve, ezeken a telepített rendszereken a későbbiekben méréseket folytassunk, vizsgálva a zöld rendszerek épületre, szerkezetre (homlokzati panel) és a közvetlen környezetre vonatkoztatott fizikai (hőmérséklet, hang, nedvesség, pára, porteher, légállapot, árnyékolás, szél), kémiai (korrózió, biológiai hatások, panel fakulása) hatásokat és ezekből az adatokból általánosításokat és szabályszerűségeket vonhassunk le. Ehhez elengedhetetlen a különböző zöld rendszerek típusainak a megismerése. Ezt az 1. táblázat tartalmazza; az egyes rendszerek részletes bemutatására a 4. fejezetben kerül sor.

<sup>6</sup> forrás: <http://www.idojaras.hu/tudod-e-hogyan-alakul-ki-varosi-hosziget>, letöltve: 2015.10.02.

## 2. Elméleti előkészítés

### 2.1. A kutatás lehatárolása

A dolgozat a zöldhomlokzati és zöldfalas rendszerek épületszerkezeti megoldásaival, kialakítási lehetőségeivel foglalkozik. Kutatásunk során ugyan rengeteg külföldi példát találtunk, dolgozatunkban a Magyarországon megvalósult példákkal foglalkoztunk.

### 2.2. Módszertani kérdések

Első lépés: adatgyűjtés.

- szakirodalom vizsgálata (cikkek kiértékelése)

Második lépés: magyarországi piac feltérképezése.

- adatok összegyűjtése (milyen Magyarországon működő zöldfalak, zöldhomlokzatok léteznek)
- vizsgálati kategóriák megfogalmazása (zöldfal-zöldhomlokzat, szerkezeti rendszer, helyszín, kivitelezés dátuma, felület nagysága)
- adatbázis készítése a zöldfalakból, zöldhomlokzatokból (*Megj.* A falra futtatott kontakt megoldások nem szerepelnek benne, mivel a dolgozat vizsgálati tárgy a technológiai háttérrel, megoldással rendelkező falak, homlokzatok.)

Harmadik lépés: rendszerek elemzése.

- milyen szerkezetekre van piaci kereslet, és azok működnek-e  
*Technológiai világ: a kontrollált szerkezeteké a jövő. A kontrollált jelentése ebben az esetben magában hordozza a rendszer tervezhetőségét (pl. azonnali zöldfelület), az automatizált öntözés- és vezérléstechnikát, a monitoring rendszert (hőmérséklet, pára, talajnedvesség, CO<sub>2</sub> megkötése, O<sub>2</sub> termelése), szabályozástechnikát.*
- esettanulmányok a meglévő rendszerekből gyakorlati tapasztalat útján
- rendszerek tanulságainak vizuális eredményközlése (diagramok, grafikonok útján)

Negyedik lépés: kivitelezési tapasztalat.

- gyakorlat: egy zöldhomlokzati rendszer felépítése, szerelése

Ötödik lépés: tanulságok megfogalmazása.

- Miért életképesek a meglévő rendszerek?

### 2.3. Tudományos környezet, a szakirodalom vizsgálata

#### 1. cikk: Borostyánfal szerepe egy manchesteri épület hideg elleni szigetelésében<sup>7</sup>

Ebben a cikkben a borostyán hatását vizsgálták egy téglafal külső felületének hőmérséklet-változásának vizsgálatára. Mivel a nyári árnyékolásra már rengeteg tanulmány létezik, ezért téli időszakban (február 15.-március 20.) végeztek méréseket egy manchesteri, tömör téglafal (215 mm) külső és belső oldalán. Az északi tájolású falnak az alsó szakaszát futtatták be 150 mm vastagságban, a felső részét csupaszon hagyták. A fal belső oldalán található irodahelyiséget egy állandóan 20°C-os hőmérsékleten tartották.

Azt figyelték meg, hogy míg a fal belső felületén nincs számottevő különbség a borostyánnal fedett és a csupasz falszakasz hőmérsékletváltozása között (0,2 és 0,4°C között változott), a fal külső felületén kisebb mértékű hőmérséklet-ingadozás történt.

A vizsgálat alatt – a két legmelegebb napot kivéve – a borostyánnal fedett fal kevesebb energiát veszített, mint a felette elhelyezkedő, csupasz fal.

Ennek az az oka, hogy a borostyán nem engedi át a rövidhullámú sugarakat, hanem nagy levélfelületével felfogja azokat.

A vizsgálatokból azt a következtetést vonták le, hogy egy jól hőszigetelt modern épület esetén a fűtést tekintve nem érhetőek el jelentős megtakarítások a vizsgált időszakban. A további következtetések érdekében a vizsgálatot ésszerű lenne időben (egész évre) és térben (minden tájolás) is kiterjeszteni.

#### 2. cikk: Egy LEED által minősített épület vizsgálata<sup>8</sup>

*LEED: Az Energia és Környezeti Tervezésben (LEED®) vezető szerepet betöltő US Green Building Council (US Zöld Épületek Tanácsa) és Canadian Green Building Council minősítési rendszerei váltak a zöld épületek alapkövévé. A minősítési rendszert ma már számos jogrendszer használja a zöld épületek közbeszerzésének alapjául és néhány esetben a magánszektor szabályozási követelményeinek alapjául. A LEED-ben a magasabb minősítések egyet jelentenek a nagyobb környezeti előnyökkel.*

- DesignBuilder és EnergyPlus szoftverek segítségével készítettek épületfizikai szimulációkat egy zöldhomlokzaton. Az analízis demonstrálta, hogy az épület elé helyezett növényzet nem feltétlen költséghatékony sem télen, sem hidegebb éghajlatú területeken.

- Készítettek a zöldfalak háttérstruktúráiból egy csoportosítást, amely szerint léteznek futó/függő (green facade) és technológiai (living wall) rendszerek: rácsra futó, moduláris, filcréteges.

- Vizsgálták a zöldtetők és zöldfalak hatását vastagon hőszigetelt épületekre, LEED minősítési rendszerben.

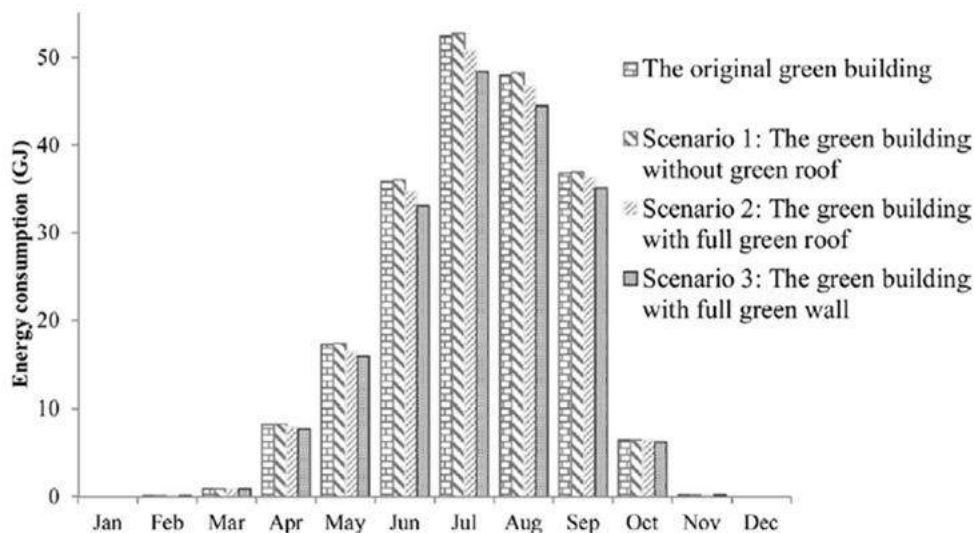
---

<sup>7</sup> C. Bolton, M.A. Rahman, D. Armson, A. R. Ennos: Effectiveness of an ivy covering at insulating a building against cold in Manchester, 2014, DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.05.020

<sup>8</sup> H. Feng, K. Hewage: Energy saving performance of green vegetation on LEED certified buildings, 2014, DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.10.039

- Egy borostyánnal félig befuttatott tető vizsgálata során megfigyelték a hóáram és a szoláris reflexió csökkenését a borostyánnal fedett részen (városi hősziget): a csupasz tetőn 80°C-ot, a zöldtetőn 27°C-ot mértek. A borostyán a víz párologtatása következtében hőt vont el a környezetétől, így hűtő hatást gyakorolt a tetőre.
- A szerkezet élettartamának növelése érdekében a cél a szerkezet hőingadozásának csökkentése. A zöldtetők késleltetik a hőátadást, így kisebb lesz a hőingadozás mértéke.
- Megfigyelték azt is, hogy nagyobb talajvastagság esetén és kisebb talajsűrűség mellett a szerkezet hőtechnikai tulajdonságai javulnak.
- Akira Hoyano kísérlete alapján megállapította, hogy élő fal esetén az energiaátadás 0,24 kW/m<sup>2</sup>-rel csökken.
- Az épülethez elé helyezett zöld felületek szélhatás ellen “gátat” képeznek.
- Eddig csak szimulációs vizsgálatok vannak a témában, viszont a szimulációs programoknak vannak problémái: a párolgási hőt és a talajtulajdonságok változását nem veszik figyelembe.
- A zöldtető pénzügyi vonatkozásai: kimutatták, hogy 50 éves időtartam alatt: a fenntartási költségek magasabbak a megtakarításnál, tehát pénzügyileg nem éri meg zöldtetőt építeni, viszont nem számoltak a zöldfelületek hosszútávú hatásaival: a városi mikroklímára gyakorolt hatásával, a globális felmelegedés növekvő mértékének megállításával.
- Nyáron zöldtető és zöldfal alkalmazásával 3,2-7,3 %-kal csökken a hűtésre szánt energiafogyasztás, viszont télen a fűtésre befektetett energia nem tudott számottevően csökkenni.

Fontos megjegyzés: zöldhomlokzati modellt a szimulációknál nem alkalmaznak, gyakran zöldtető modelljével helyettesítik a zöldfalakat.



1. grafikon

Egy LEED által minősített épület hűtési energiafelhasználása különböző esetekben



### 3. cikk: A növényválasztás hatása a zöldfal hűtési tulajdonságaira<sup>9</sup>

A zöldfalak lehetőséget adnak az épületek hőtermelésének, továbbá a különböző gépesített légkondicionálókkal szemben támasztott követelmények csökkentésére, és segítenek a városi hősziget enyhítésében.

Ez a cikk a fali cserjék és kúszónövények felhasználásával vizsgálta a zöldhomlokzatokat, hogy milyen mértékben csökkentik a hőmérsékletet közvetlenül a téglafalak mellett, illetve a téglafal felületén.

Olyan időszakokban, amikor magas a szoláris besugárzás a szabadban, az élő *Prunus laurocerasus*<sup>10</sup> növények a falak mellett jelentősen csökkentették a levegő hőmérsékletét és a felszíni hőmérsékletet a nem beültetett falakkal összehasonlítva. A legnagyobb hőmérséklet-különbségek késő délután kerültek rögzítésre, ahol a levegő a növényvel borított falak mellett 3 Celsius fokkal volt hűvösebb, mint a csupasz falak mellett. A növény jelentős „falhűtést” is biztosított ellenőrzött környezeti tanulmányokban, de a felületi hűtőtéljesítménye a többi fajjal összehasonlítva közepes volt (6,3 Celsius fok); míg a *Hedera*<sup>11</sup> 7 Celsius fokos hűtést nyújtott. A levélfelületi arány alapján is értékelték a növényeket, amely szerint más fajok (fukszia, jázmin, *Lonicera* variációi) nagyobb hűtési potenciált mutattak.

A növényeket (és a levél felületet) érdemes úgy megválasztani, hogy maximális legyen a hűtés a zöld falak alkalmazása során.

### 4. cikk: Növényvel burkolt homlokzatok hőtechnikai vizsgálata<sup>12</sup>

Egy kísérleti megközelítést alkalmaztak arra, hogy értékelje a növényzet hatását egy függőleges zöld rendszer termikus teljesítményére, amely gye-alapú függőleges ültetési modulokból áll, egy közösségi lakóépület emelt homlokzati falán. Annak ellenére, hogy a vizsgált betonfal hőmérséklet-ingadozása a külső és a belső szakaszokat tekintve eltérő, a növénytakaró csökkentette a belső hőmérsékletet és késleltette a napenergia átadását, amely ennek következtében csökkentette a légkondicionálás energiafogyasztását, egy csupasz beton épülethez képest. Növénytakaró jelenléte a falfelület hőmérséklet-ingadozásának egy másik mintájához vezetett, amely befolyásolhatja a lakók kényelmét még napnyugta után is. A növények falra gyakorolt – és az élő növényekkel borított részek helyével, illetve a termőközeg nedvességtartalmával szorosan összefüggő – hűtő hatása következtében ki tudták mutatni az egészséges növénytakaró fenntartási költségeit. Egy szembetűnő változás a nedvesség-eloszlásban a termőközeg függőleges profilja mentén rávilágított egy ritka problémára a talajba ültetéssel kapcsolatban. Véletlenszerűen kiválasztott helyeken mérték a talajnedvességet, de néhány növénynél a termőtalajban lévő vízmennyiség értékét alábecsülték, ez a növények túlélését hátrányosan befolyásolta.

<sup>9</sup> Ross W F Cameron, Jane E. Taylor, Martin R. Emmett, What's 'cool' in the world of green fa?ades? How plant choice influences the cooling properties of green walls, 2014, DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.12.005

<sup>10</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Prunus\\_laurocerasus](https://en.wikipedia.org/wiki/Prunus_laurocerasus), 2015.10.21.

<sup>11</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Hedera>, 2015.10.21.

<sup>12</sup> C. Y. Cheng, Ken K S Cheung, L. M. Chu, Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls, 2010, DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.02.005

## 5. cikk

### Zöldhomlokzatok életciklus analízise (légtisztítás és energetikai hatékonyság)<sup>13</sup>

Ez az életciklus-analízis az élőfalak (living walls) kategória 3 csoportját vizsgálja (segédszerkezetre futtatott, moduláris és filcnemezes rendszer). Ezek fenntarthatósági kérdéseivel foglalkozik, két mérhető előnyét tárgyalja: az energia-megtakarítást és a levegőtisztítást.

Az LCA (lifecycle analysis) fő szakaszai a nyersanyag-beszerzés, az anyagfeldolgozás, a termék-előállítás, a használat/újrahasználat/fenntartás és a hulladékgazdálkodás. A vizsgálathoz SimaPro modellezést és EnergyPlus épületfizikai modellező programot használtak.

A segédszerkezetre futtatott rendszert rozsdamentes acél tartóhuzalból és örökzöld futtatott növényből, a moduláris rendszert HDPE műanyagból és növénytartó talajból, míg a filcnemezes réteges rendszert a gyökérszónának szánt plusz réteg hozzáadásával és vízhatlan rétegből építették fel.

A vizsgálat lépései a következők voltak:

1. nyersanyag-kivonat készítése, táblázatosan
2. kivitelezési szakasz: szállítás és ennek a károsanyag-kibocsátása: SimaPro szoftverrel
3. fenntartás/üzemeltetés: főleg kertészeti jellegű, amelyben a kémiai emisszió és az energiafogyasztás hatásai elhanyagolható mértékűek
4. "kezelés": újrahasznosítás/újra felhasználás/személtétel: itt a legrosszabb esetet vizsgálták: a személtételbe kerülést

A rendszerek és az azoknál használt anyagok élettartamát megbecsülték:

- futtatott rendszer: 50 évig élő növényzet, moduláris rendszer: 10 év, filcnemezes rendszer: 3,5 évig élő növényzet
- acél: 50 év, műanyag: 50 év, PVC: 10 év, filcnemez: 7,5 év (sókrisztályosodás miatt), öntözőrendszer: 7,5 év (szintén sókrisztályosodás miatt)

A legkárosabb anyagnak a PVC (kémiai emisszió miatt) és az acél (szervetlen belégzési anyagok kibocsátása miatt) bizonyult. A zöldhomlokzati rendszerek károsanyag-kibocsátása közel 900-féle a teljes élettartam alatt. Ám a zöldfal által elérhető energia-megtakarítást is bele kell számolni a zöld rendszerek környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatába. Erre egy korábbi kísérlet értékeit vették referenciának.

Ezek alapján kimutatták, hogy a filcnemezes rendszernek 23 év kellene, hogy ellensúlyozza a károsanyag-kibocsátást, de az élettartama csak 10 évre tehető, míg a másik 2 vizsgált esetben 50 éves az élettartam, így azok képesek helyrebillenteni az egyensúlyt.

A filcnemezes rendszer a legkevésbé környezetbarát, ami a légszennyezést illeti. A rozsdamentes acél esetén van a legtöbb károsanyag-kibocsátás, így talán nem a legjobb választás, még akkor sem, ha az élettartam több mint 50 év. A moduláris rendszernek (és a

---

<sup>13</sup> H. Feng, K. Hewage, Lifecycle assessment of living walls: Air purification and energy performance, 2014, DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.01.041

filces rendszernek is) kedvezőbbek a hatásai hőtechnikai szempontból, nagyobb megtakarítások érhetőek el a segítségükkel, mint futtatott rendszerrel.

Rámutattak arra, hogy a kémiai anyagok kibocsátása és az energiafogyasztás leginkább a szállításból következik, amely előretervezéssel csökkenthető. A zöldhomlokzati rendszerek fenntarthatósága a szerkezetartó anyagok újrafelhasználásával javítható.

A zöldfalakat előszeretettel alkalmazzák melegebb éghajlatú területeken jelentős hűtési energiacsökkentő hatása miatt (jó árnyékoló funkcióval bír). A hűvösebb helyeken a moduláris rendszerek jelentik a jobb megoldást, mivel nagyobb mértékű fűtési energia spórolható meg (hőtároló tömegként jobban tud működni).

A zöld rendszerek tervezése során figyelembe kell venni a különböző korlátozásokat (egyéb, itt most elhanyagolt tényezők): éghajlati és domborzati viszonyok, növényválasztás (különböző növények másképp és más mennyiségben kötik meg a károsanyagokat), szennyezettség mennyisége - az analízis csak a mediterrán és a mérsékelt övi viszonyokat vizsgálta.

A kutatásból azt a következtetést vontuk le, hogy a vizsgálatokat ki kell terjeszteni más meghatározó paraméterek beépítésével.

#### 6. cikk: Függőleges zöld rendszerek hőmérsékleti elemzése<sup>14</sup>

Szingapúrban, ahol egyre jobban előtérbe kerülnek a 0 energiaigényű épületek készítették egy, a függőleges zöld rendszerekre vonatkozó vizsgálatot, hogy kiértékeljék azok épületekre vonatkozó hőmérsékleti hatásait, és egyben ellenőrizzék a közvetlen környezetre gyakorolt hatásukat, illetve az épületek belső komfortjának javítására szolgáló előnyös tulajdonságaikat.

A kutatási projekt a Centre for Urban Greenery and Ecology (CUGE), a National Parks Board (NParks), a szingapúri Építésügyi Hatóság és a Szingapúri Nemzeti Egyetem együttműködésével Hortparkban, Szingapúrban valósult meg. Bár számos



2. kép

tanulmány és publikáció jelent meg, különböző kísérletekre alapozva, de ezek többsége a vertikális zöld rendszerek helyett inkább a tetőkerteket helyezi előtérbe, pedig a városi környezetben jelentős függőleges felületek állnak rendelkezésre, amelyekre zöldhomlokzatok telepíthetők.

<sup>14</sup> N. H. Wong, A. Kwang Tan, Y. Chen, K. Sekar, P. Y. Tan, D. Chan, K. Chiang, N. C. Wong, Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, 2010, DOI: 10.1016/j.buildenv.2009.08.005

A hortparki kísérletben 8 különböző függőleges zöld rendszert (későbbiekben 1-8 rendszerek) és egy kontrollfalat telepítettek, és az egyes rendszereken mért adatokat összehasonlították a növény nélküli kontrollfal adataival. A különböző rendszereket igen széles spektrumban válogatták össze, a legegyszerűbb megoldásoktól kezdve egészen a komplex szerkezeti rendszerekig, amiket egységesen egy-egy 4 m széles és 8 m magas 30 cm vastagságú betonfalra telepítettek. Fontos megemlíteni, hogy a vizsgálat ideje alatt figyelték és feljegyezték azokat a külső tényezőket is, amik befolyásolhatták az eredményeket és az összegzést ezek figyelembe vételével készítették el.

Az egyes zöld rendszerek vizsgálata kiterjedt a betonfal növények által árnyékolt felületi hőmérsékletének vizsgálatára, a szerkezet napi hőingásának figyelésére, az ültetőközeg felületi hőmérsékletére, valamint vizsgálták a lombzat leveleinek felületi hőmérsékletét, a közvetlen környezetre gyakorolt hatásoknál pedig a levegő páratartalmát, és hőmérsékletcsökkenését. A kutatás során kiválasztottak 3 napot, amikor a hőmérsékleti profilokat mérték: február 24., április 28. és június 21. Különböző időjárási viszonyokban, a rendszerek egymástól teljesen eltérő eredményekkel szolgáltak. Az 2-es szerkezeti rendszer különlegessége hogy függőleges ültetőközeg nélkül készült, így a növényeket acélháló segédszerkezetre futtatták fel. Emellett a 7-es rendszert az áprilisi időszakban meg kellett változtatni, mivel a vizsgált moha-tetőcserép rendszer valószínűleg a magas hőmérséklet és a páratartalom minősége miatt nem volt képes alkalmazkodni, helyére 7a jelöléssel geotextil membránba ültetett növényekkel, zsebes rendszert telepítettek.

A vizsgálat eredményeinek kiértékelése után érdekes következtetéseket vontak le. A felületi hőmérsékletek csökkentésében a 3-as és 4-es rendszer bizonyult a legjobb hűtési hatékonyságúnak, melyeknél a maximális csökkentés meghaladta a 10°C-ot. Ezeket követték a 1-es, 5-ös és 8-as rendszer, ahol ez az érték 8 és 10°C között volt. A legkisebb hatékonyságú a 2-es futtatott megoldás volt, ami 4,36°C-ot teljesített. Ezek a hőmérsékleti csökkentések több komponensből tevődtek össze:

- a növények lombzatának árnyékoló hatása illetve a levelek és a hátréteg közötti nedvesség párolgásból adódó hőelnyelés (evapo-transpiration) jelentős hőmérsékletcsökkenést biztosított, és a mérésekből kiderült, hogy ahol a lombzat sűrűsége kisebb volt ott magasabb felületi hőmérsékletet mértek
- az ültetőközeg árnyékoló és burkoló hatása kettős eredményeket mutatott, mivel ez a védelem a nappali órákban csökkentette a falfelület túlzott felmelegedését, viszont az esti és éjszakai időszakban akadályozta a közeg és a fal közötti légrés teljes kiszellőzését
- az eredmények továbbá azt is mutatják, hogy a hőmérsékletcsökkentés mértékét a levelek színe is befolyásolta, mivel az fontos szerepet játszott a napsugárzás elnyelésében
- Az utólagosan telepített zsebes rendszer 3 és 6 °C közötti hőmérsékletcsökkentést mutatott

A napi hőingás terén általánosságban megállapították, hogy a zöld rendszerek jobban teljesítettek, mint a hagyományos szerkezetek. Több esetben megfigyelhető volt, hogy bár a hőingás mértékében csak minimális csökkenés mutatkozott, viszont a hőmérsékleti tartomány, amiben lezajlott az ingadozás jelentősen alacsonyabb lett. A legrosszabb esetben is a napi hőingás 10°C-ra csökkent.

A környező hőmérséklet változása is megfigyelhető volt: a különböző rendszerek hatása eltérő volt, de minden esetben mérhető; a legjobb eredményt a 4-es rendszer érte el, amely 3,33°C-kal csökkentette a közvetlen környezetének a hőmérsékletét. Egyes rendszerek hatása a felülettől még 60 cm-re is érzékelhető volt.

Végkövetkeztetésként megállapították, hogy a függőleges zöld rendszerek városi alkalmazása jelentős pozitív változásokat eredményezhet. Az épületek belső hőmérsékletének és a szerkezetek napi hőingásának csökkentésében jelentős eredményekkel szolgálnak. A változás mértéke erősen függ a rendszer típusától, ahol az ültetőközeggel készülő rendszerek érnek el jobb teljesítményt. Emellett a növények fajtája is befolyásolja az adott rendszer hatását, figyelembe véve itt a lombzat nagyságát, a levélfelület méretét, a színét, lombsűrűségét és a növény alkalmazkodóképességét is. Az éjszakai és nappali hőmérsékletcsökkentés eltérő lehet, de a vizsgált rendszerek bizonyítják a számottevő hatást, akár több mint 11°C-os hőmérsékletcsökkentéssel. A közvetlen környezetre gyakorolt hatásuk sem elhanyagolható: a városi hőszigetek csökkentésében fontos szerepet játszanak, és nagy mennyiségben gátolják a városi kanyonok kialakulását, illetve tisztítják a szennyezett levegőt, továbbá hatással vannak a légkondicionáló berendezések energiafelhasználásra is, egyrészt mert alacsonyabb hőmérsékletet kell hűteniük, másrészt a városi levegőre gyakorolt hatásuk miatt hűvösebb levegőt szívnak a légbeömlők és azt egyszerűbb tovább hűteni, csökkentve ezzel az épületek és a város energiaterhelését. A hőmérsékletingadozás csökkentésével valamint a homlokzatok fedésével jelentősen meghosszabbítják az épülethomlokzatok élettartamát, visszaszorítva a napsugárzás káros hatásából és az egyéb környezeti hatásokból adódó sérüléseket, elhasználódásokat, megspórolva ezzel a homlokzati elemek cseréjének a költségét.

Összességében a függőleges zöld rendszerek és a zöldtetők együttes alkalmazása hozna kiemelkedő változást a városi környezetben, de mivel a városokban sokkal több a függőleges kihasználatlan felület, mint a vízszintes, így ígéretes a függőleges rendszerekkel foglalkozni.

<b>Rendszer</b>	<b>Típus</b>	<b>Növényzet mérete</b>
<b>1.</b>	Élő fal, keverék ültetőközeggel	Kicsitől a közepesig
<b>2.</b>	Zöldhomlokzat	Kúszónövények
<b>3.</b>	Élő falfelület, vegyes ültetőközeggel	Kicsi
<b>4.</b>	Élő falfelület, szerves ültetőközeggel	Kicsi
<b>5.</b>	Élőfal, zöldtetőknél alkalmazott ültetőközeggel	Kicsi
<b>6.</b>	Élőfal, talaj ültetőközeggel	Kicsi
<b>7.</b>	Élő falfelület, szerves ültetőközeggel	Kicsi, egyedi cserékben nő
<b>7.a</b>	Élő falfelület, talaj ültetőközeggel (zsebes)	Kicsitől a közepesig
<b>8.</b>	Élőfal talaj ültetőközeggel	Kicsitől a közepes/nagyig



*3. kép*

*A hortpark-i kísérlet a 8 rendszerfallal*

### 3. Adatbázis

#### 3.1. A vizsgált zöldfelületek adattáblázata (hazai zöldfal/homlokzat állomány)

épület	típus	rendszer	cím	kivitelezés	felület (m <sup>2</sup> )	
1	iker zöldfalak	zöldfal	zsebes	magáncím	2015	10
2	zöldfal	zöldfal	zsebes	Győr	2015	6
3	Sushi bár	zöldfal	zsebes	Budapest	2015	1,5
4	ÚJBUDA Polgármesteri Hivatal	zöldhomlokzat	zsebes	1113 Budapest, Bocskai út 39-41.	2012	20,25
5	bemutatóterem	zöldfal	zsebes	1112 Budapest, Dobogó út 4-6.	2010	32,5
6	bemutatóterem	zöldhomlokzat	zsebes	1112 Budapest, Dobogó út 4-6.	2010	25
7	Arnold GYM	zöldfal	zsebes	1037 Budapest, Szépvölgyi út 15.	2014-2015	18
8	Győri Audi	zöldfal	zsebes	9027 Győr, Tóth László utca	2013	18
9	Gyulai Várfüdő	zöldfal	zsebes	5700 Gyula, Várkert utca 2.	2012	9
10	Prestige Hotel	zöldfal	zsebes	1051 Budapest, Vigyázó Ferenc u. 5.	2015	10
11	Procter and Gamble Kft.	zöldfal	zsebes	1134 Budapest, Váci út 35.	2015	8
12	Lexmark	alternatív zöldfal	alternatív	1095 Budapest, Lechner Ödön fasor	2015	3
13	CBRE	zöldfal	zsebes	1055 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 78.	2015	-
14	Eiffel Palace	zöldfal	zsebes	1055 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 78.	2014	53
15	Keler	zöldfal	zsebes	1074 Budapest, Rákóczi út 70-72.	2014	12
16	Fehérvár Travel	zöldfal	zsebes	Székesfehérvár	2014	
17	Lexmark	zöldfal	zsebes	1096 Budapest, Lechner Ödön fasor	2013	15
18	Pátria Takarek	zöldfal	zsebes	2230 Gyömrő, Petőfi Sándor u. 22.	2013	24
19	Pest Hotel	zöldhomlokzat	futtatott	Budapest	2013	
20	Green House Lobby Irodaház	zöldfal	zsebes	1134 Budapest, Kassák Lajos utca 19-25.	2012	24,1
21	Avis	zöldfal	zsebes	1134 Budapest, Kassák Lajos u. 19-25.	2012	~12
22	Váci Corner Irodaház	zöldfal	zsebes	1138 Budapest, Váci út	2014	30
23	Óvoda	zöldhomlokzat	moduláris	2000 Szentendre, Bimbó út	2015	6
24	Sorsok Háza múzeumkert	zöldhomlokzat	moduláris	1087 Budapest, Józsefvárosi pályaudvar	2014	175
25	ALLEE Bevásárlóközpont	alternatív zöldfal	alternatív	1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 6-10.	2013	~100
26	MOL töltőállomás	zöldhomlokzat	moduláris	2016 Leányfalu, Móricz Zsigmond u. 163.	2012	43
27	Gazdasági Versenyhivatal	zöldfal	moduláris	1054 Budapest, Alkotmány u. 5.	2012	6

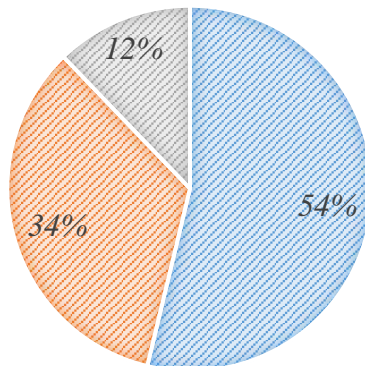
28	Semmelweiss Egyetem épülete	alternatív zöldfal	alternatív	1094 Budapest, Tüzoltó u. 37-43.	2008	nem meghatározható
29	OTP Hungaro Projekt	zöldfal	zsebes	1113 Budapest, Dévai utca 26-28. (V. em.)	2014	3
30	SIL Design	zöldfal	zsebes	1055 Budapest, Falk Miksa utca 3.	2014	6
31	Gold Center	zöldfal	zsebes	1117 Budapest, Budafoki út 113.	2014	5
32	First Buda Country Club	zöldfal	zsebes	1021 Budapest, Vadaskerti út 1-3.	2014	10
33	Skyscanner Iroda	zöldfal	zsebes	1052 Budapest, Astoria	2015	12
34	Krisztina Palace Irodaház	zöldfal	zsebes	1052 Budapest, Deák Ferenc u. 15.	2015	15
35	PTE Pálmaház, Botanikus kert	zöldfal	zsebes	7622 Pécs, Vasvári Pál u. 4.	2015	10
36	Google Iroda Budapest	alternatív zöldfal	alternatív	1023 Budapest, Árpád Fejedelem útja 26-28.	2014	3,5
37	Groupama Aréna FTC Stadion	zöldfal	zsebes	1091 Budapest, Üllői út 129.	2014	15
38	NI Hungary (Teakonyhai zöldfal)	mini zöldfalak	zsebes	4031 Debrecen, Határ út 1/a	2014	9
39	NI Hungary	alternatív zöldfal	alternatív	4031 Debrecen, Határ út 1/a	2014	4
40	NI Hungary	zöldfal	zsebes	4031 Debrecen, Határ út 1/a	2013	10
41	magánház	zöldfal	zsebes	nincs adat	2013	8
42	Westend, VaPiano étterem	zöldfal	zsebes	1062 Budapest, Váci út 1-3.	2013	6,3
43	Atrinova Irodaház	zöldfal	zsebes	1054 Budapest, Bajcsy Zsilinszky út 42-46.	2013	13
44	Nika étterem	zöldfal	zsebes	1053 Budapest, Kossuth Lajos utca 7-9.	2013	7
45	Gödör Klub	zöldfal	zsebes	1061 Budapest, Király utca 8-10.	2012	9
46	OTP fiók Bp.	zöldfal	zsebes	1061 Budapest, Andrássy út 6.	2012	37
47	Gödör Klub	zöldhomlokzat	zsebes	1061 Budapest, Király utca 8-10.	2012	11
48	aquaMart	zöldfal	zsebes	1138 Budapest, Madarász Viktor utca 47-49.	2012	16,57
49	Moha Café és Godot Galéria	zöldfal	zsebes	1114 Budapest, Bartók Béla út 11-13.	2010	10
50	Manier Divatszalon	zöldfal	zsebes	1052 Budapest, Hajós utca 12.	2009	25
51	Pálma étterem és söröző	zöldfal és zöldhomlokzat	moduláris	4000 Debrecen, Simonyi út 44.	2013	5
52	K3 Irodaház	zöldfal	zsebes	1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 48-52.	2010	6,5
53	Dovin Galéria	zöldfal	zsebes	1052 Budapest, Galamb utca 6.	2008	9,2
54	MOL zöld töltőállomás	zöldhomlokzat	zsebes	1125 Budapest, Istenhegyi út 47.	2011	11,5
55	MOL zöld töltőállomás	zöldhomlokzat	újrahasznosított műanyag rendszer	1126 Budapest, Istenhegyi út 47.	2011	45



### 3.2. A táblázat elemzése

#### TÍPUS SZERINT (M<sup>2</sup>)

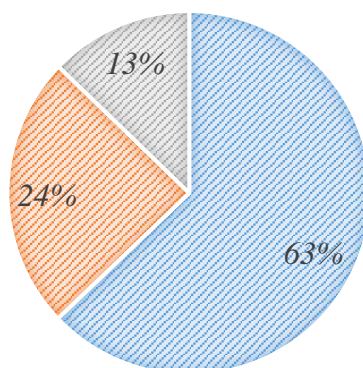
■ zöldfál ■ zöldhomlokzat ■ alternatív



2. grafikon

#### RENDSZER SZERINT (M<sup>2</sup>)

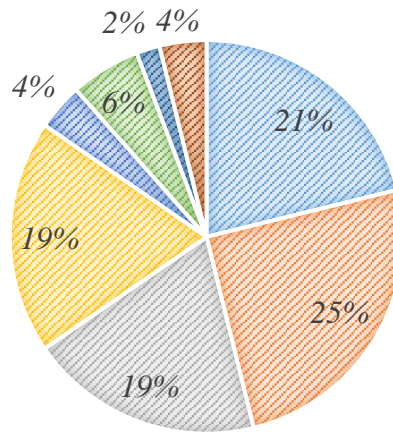
■ zsebes ■ moduláris ■ alternatív



3. grafikon

## ÉVJÁRAT SZERINT (DB)

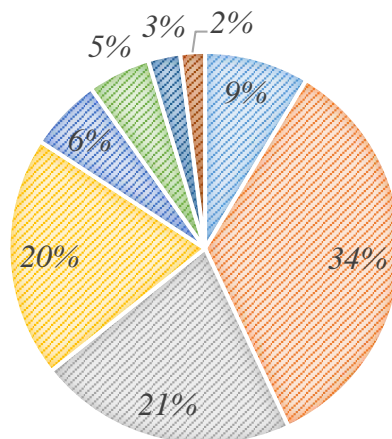
■ 2015 ■ 2014 ■ 2013 ■ 2012 ■ 2011 ■ 2010 ■ 2009 ■ 2008



4. grafikon

## ÉVJÁRAT SZERINT (KIVITELEZETT M<sup>2</sup>)

■ 2015 ■ 2014 ■ 2013 ■ 2012 ■ 2011 ■ 2010 ■ 2009 ■ 2008



5. grafikon

### 3.3. Következtetések

A vizsgált zöldfelületek összes nagysága közel 1000 m<sup>2</sup>. Ezen zöldfelületek által 1 év alatt megtermelt O<sub>2</sub>-mennyiség körülbelül 44 kg.

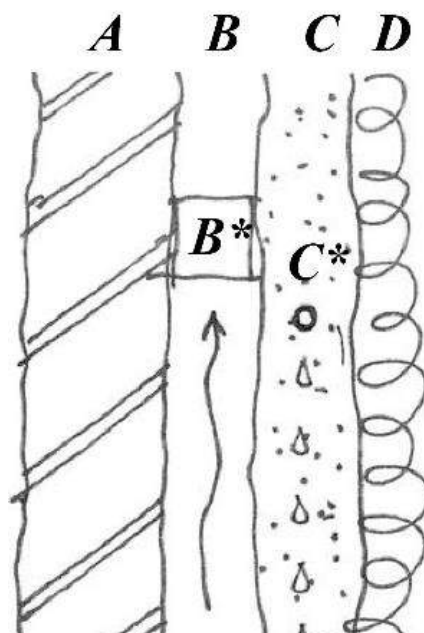
A legtöbb zöldfalat/homlokzatot 2014-ben építették. A 2015-ben épült darabok száma talán csak azért nem haladta meg a 2014-ben épülteket, mert az év egy része még előttünk áll.

A grafikonokon megfigyelhetjük, hogy a legtöbb rendszer zsebes megoldással készült. A moduláris rendszer egyre gyakoribb, de a zsebes rendszerhez képest egy később megvalósult fejlesztés eredménye. Ez az oka annak, hogy a moduláris rendszerben megvalósult zöldfelületek nagysága még csak 1/3-át teszi ki a zsebes megoldással készült zöldfelületeknek.

A kültérben épített zöld rendszerekből majdnem kétszer annyi van, mint a beltériekből. Ez egyrészt a fejlődéstörténetből (a kontakt megoldások mintaként szolgáltak a zöldfalak szerkezeti rendszereinek kialakulásához), másrészt a természetre gyakorolt jótékony hatásából (beltérben szinte csak esztétikai tulajdonságokkal bír – kültérben: oxigéntermelés, városi hősziget mértékének csökkentése, ebből adódó egyéb pozitív hatás) következik.

## 4. Szerkezeti rendszerek elemzése

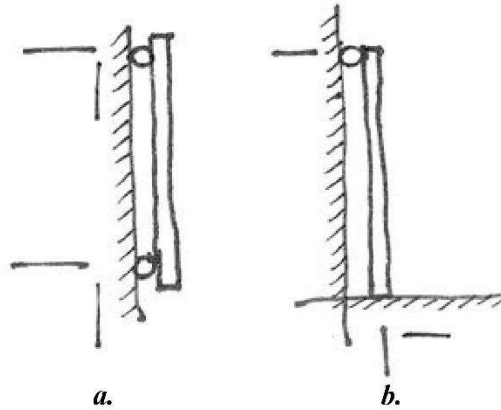
### 4.1. Zöldhomlokzatok és zöldfalak elvi felépítése:



1. ábra

A) HÁTTÉRSZERKEZET: statikai működés zöldfelület-terhelés szempontjából:

- a. a zöldfelület a falra terhel
- b. a zöldfelület a talajra terhel, de kidőlés ellen a falhoz van rögzítve



2. ábra

B) LÉGRÉS:

- a. átszellőztetett légrés (tűzvédelmi kérdések felmerülése)
- b. “megszakított” légrés

B\*) TARTÓSZERKEZET:

- a. vízszintesen elhelyezkedő
- b. függőlegesen elhelyezkedő

C) HÁTSZERKEZET (“NÖVÉNYTARTÓ” SZERKEZET):

- a. anyaga: textil, fa, acél, alumínium
- b. ültetőközeg → a növények gyökérzetének fontos a megfelelő hely és táptalaj biztosítása

C\*) INTEGRÁLT ÖNTÖZŐRENDSZER

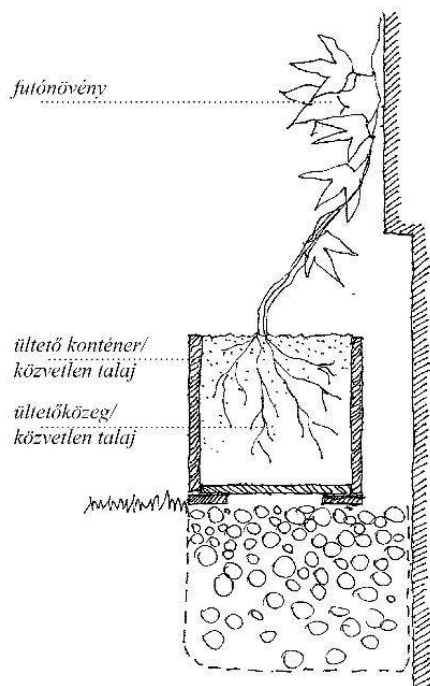
Az öntözést a talajkapcsolattal nem rendelkező falak esetében meg kell oldani, a vizet el kell juttatni a növény gyökérzónájához. A víz felelős továbbá a tápanyagok szállításáért.

D) NÖVÉNYFEDÉS: növényválasztás szempontjai, követelmények:

- a. éghajlat
- b. égtáj
- c. esztétika
- d. uralkodó szélirány
- e. talajminőség (esetenként)

## 4.2. Kontakt „rendszer”

### 1. Általános leírás



3. ábra

A kontakt „rendszer” a legegyszerűbb megoldás; a homlokzat növénytől való befuttatását jelenti, bármiféle segédszerkezet nélkül. Alapvetően nagy a hasonlóság a történelmi zöldhomlokzatokkal, melyeknél hagyták a növényeket felfutni a falakra és szabadon növekedni, így tulajdonképpen többé-kevésbé esztétikus képet kaptak, minimális időráfordítással. A kontakt megoldás is ezeken az alapokon nyugszik, azzal a különbséggel, hogy ma már odafigyelnek arra, hogy milyen tulajdonságúak a telepíteni kívánt növények és melyik a legmegfelelőbb az adott környezetben. Ezen túlmenően érdemes azt is figyelembe venni, hogy milyen típusú homlokzatra szeretnénk futtatni és milyen igényeket támasztunk a zöldhomlokzattal szemben (gondolva itt például a gondozásra fordított idő mennyiségére, ami ezeknél a növényeknél minimális, de fontos, ha kordában szeretnénk tartani

őket). A növények fejlődéséhez megfelelő minőségű és tápanyagtartalmú talajra is szükség van, ami ha nem vagy nem elegendő mennyiségben áll rendelkezésre, akkor biztosítani kell: talajcserével vagy ültető konténerben (felszín alatti vagy feletti).

### 2. Beltér/kültéri használat

Alapvetően kültérben alkalmazott megoldás, de extrém esetekben előfordulhat beltérben is, ekkor azonban a növekedéshez szükséges fénymennyiséget biztosítani kell. (pl.: üvegtetővel, vagy speciális lámpákkal)

### 3. Anyagigény/anyagfelhasználás

Ebben az esetben csak a növényt kell számolnunk, mint „anyag” vagy rosszabb minőségű talaj esetén előfordulhat a fent említett ültetőkonténer, ami a legegyszerűbb esetben akár egy fadoboz is lehet. De minden esetben ez a rendszer a legkisebb anyagigényű.

#### 4. Statikai tulajdonságok (szerkezeti „nehézségek”)

A növény lombjával kell számolni, néhány példa:<sup>15</sup>

Név	Területsúly [kN/m <sup>2</sup> ]	Megjegyzés
közönséges borostyán (Hedera helix)	0,26...0,5	Szönyegszerű növény; hajtásátmérője ritkán az 1 m-t is meghaladja; nem minden fajta fut; néha megtámasztásra van szükség
ötlevélkékű vadszőlő (Parthenocissus quinquefolia)	0,13...0,15	Szönyegszerű növény, függőlegesen legyező alakú növény, a kacsok csavarodhatnak is
háromkarékú vadszőlő (Parthenocissus tricuspidata)	0,06...0,15	Szönyegszerű növény, vízszintesen nagyon erősen terjed

#### 5. Fenntarthatóság

Ennél a típusnál általában viszonylag alacsony igényű növényekről beszélhetünk, így gyakran ezek élnek el a legtávolabbi különösebb segítség nélkül; bár az időjárási szélsőségek veszélyeztetik őket (pl.: elfagyás); az ellenálló-képesség függ a növény fajtájától és a környezeti adottságoktól is (pl.: melyik égtáj felé néz; talaj tápanyagtartalma)

#### 6. Fenntartás

Az ilyen fajtájú növények fenntartása nem bonyolult, de fontos vele foglalkozni; az elszáradó lehulló levelek eltávolításával kell számolnunk, valamint a lombzat alkalmankénti visszametszésével azokon a helyeken ahol nem szeretnénk, hogy takarjon (pl.: ablakoknál); illetve a kéményre való felfutást kötelezően gátolni kell.

#### 7. Költségek (2015)

- kisebb növények (60 cm) 1.000-1.300 Ft
- közepes növények (100 cm) 4.500-4.800 Ft
- nagyobb növények (200 cm) ~12.000 Ft  
(kirívó esetekben ezek a költségek eltérhetnek)

#### 8. Technológiai összetettség

Általánosságban egyre kevésbé használatos ez a megoldás, mivel számos technikai és fenntartási probléma merül fel. Vannak olyan, főként „ökoprojektek”, ahol az a cél, hogy egy meglévő vagy egy új épületet külsőleg teljesen, visszaadjunk” a természetnek, és ilyenkor előfordul ez a típus maga „rendszerterhelésével” (ami itt előny) de ez elenyésző rész, ha az általános mintákat nézzük. Alapesetben a rendszer előnye, hogy nem igényel segédstruktúrát egyben a hátrány is, mivel ezek a kapaszkodó növények, amelyek képesek bármiféle

<sup>15</sup> C. Finke, J. Osterhoff: Zöld homlokzatok, 2002, Cser Kiadó, Budapest, ISBN 963 9445 17 7

segédszerkezet nélkül felfutni a falra általában vastag gyökerekkel rendelkeznek, esetenként már fással. Ezek pedig károsíthatják a homlokzatot a mindenhova bekúszó száraikkal, ami idővel a homlokzat vizesedését is okozhatja.

### 9. Növényalkalmazás

A megoldás egyszerűsége ellenére viszonylag kevés növényfajta képes segédszerkezet nélkül felkapaszkodni a falon. Ilyenek a gyökérrel kapaszkodók és a tapadókorongos kacsos növények.

Név	Kapaszkodási forma
Közönséges borostyán ( <i>Hedera helix</i> )	gyökérrel kapaszkodó
Japán kúszóhortenzia ( <i>Schizophragma hydrangeoides</i> )	gyökérrel kapaszkodó
Ötlevélkéjű vadszőlő ( <i>Parthenocissus quinquefolia</i> )	Tapadókorongos kacsos



4. kép

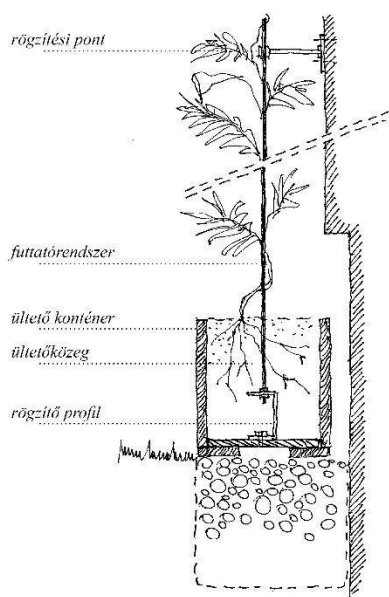


5. kép



### 4.3. Futtatott rendszer

#### 1. Általános leírás



4. ábra

Ennél a rendszernél még mindig a történeti előképnél maradunk csak a homlokzat védelme és a növények rendezettebb növekedése érdekében a kúszónövényeket hátszerkezetre futtatjuk. Ez széleskörű növényválasztékot enged, mivel számos növényfaj nem képes természetes módon a homlokzaton megkapaszkodni, viszont valamilyen futtatószerkezeten igen. Ezek lehetnek futtatóhálók, rácsok vagy huzalok is, különböző anyagból készülve, de a hangsúly azon van, hogy mindenképpen ellenálljon az őt érő hatásoknak, gondolva itt mindenekelőtt a nedvesség hatására, biológiai-biokémiai (növények és mikroorganizmusok) hatásokra és a megfelelő teherbírás sem elhanyagolható faktor.

#### 2. Beltéri/kültéri használat

Alapvetően kültéren használt, de extrém esetben lehet beltérben is, ekkor azonban a növekedéshez szükséges fénymennyiséget biztosítani kell. (pl.: üveg bevilágítókkal és/vagy kiegészítő speciális lámpákkal)

#### 3. Anyagigény/anyagfelhasználás

A leggyakrabban használt anyagok a rozsdamentes/horganyzott acél, de elérhetőek a műanyag illetve a faanyag elemek is.

A hátszerkezet anyagai közül leginkább az acél anyagúak a legkedvezőbbek életciklus és környezetvédelem szempontjából, mivel itt az érc bányászása és az ötvöző kohónak vannak hátrányos hatásai a természetre. Viszont a gyártástechnológia fejlődésével az utóbbi 50 évben mintegy 60%-kal csökkent az acél gyártásába fektetett energiamennyiség. Emellett az újrahasznosítás mértéke világszerte elérte a 96%-os határfokot, ami kíméli a természeti erőforrásokat. Melléktermékei, mint a kohó-és acélsalak sokrétűen felhasználhatóak, például útépitésben, földmunkáknál és ipari alapanyagként is. Az újrahasznosított termék hosszútávon használható, ellenáll a korróziónak és nem veszít a teherbírásából.<sup>16</sup>

A faanyagúak legnagyobb problémája, hogy csak közel állandó nedvességtartalom mellett maradnak ellenállóak és valamilyen faanyagvédőszer alkalmazása esetén bízhatunk a

<sup>16</sup> <http://www.worldsteel.org/Steel-facts/9.-Steel-is-at-the-core-of-a-green-economy..html> ; <http://www.ruukki.hu/Epites/Hosszu-elettartamu-es-ujrahasznosithato-acel>



rovarok és gombák távolmaradásában. A tönkremenetel után szerves anyag lévén elbomlik. A műanyag szerkezetek bár szerves anyagok és az élelciklusuk végén újrahasznosíthatók, de számolnunk kell a biokémiai hatásokkal, így egyes növények és mikroorganizmusok esetén károsodhat a szerkezet és el kezdhet elbomlani, ami jelentősen megrövidíti az élettartamot, nem beszélve az előállításnál keletkező káros anyagokkal.



6. kép

#### 4. Statikai tulajdonságok (szerkezeti „nehézségek”)

Név	Területsúly [kN/m <sup>2</sup> ]	Megjegyzés
trombitafolyondár (Campsis radicans)	0,13...0,15	Kezdetben lassan növekszik; hajtását mérve 40 cm-nél is több lehet, esetleg meg kell támasztani, tarackokat fejleszt
magyar lonc (Lonicera tellmanniana)	0,06...0,09	csavarodó
kínai lilaakác (Wisteria sinensis)	0,13...0,15	Szőnyegszerű növés; kezdetben lassan fejlődik; hajtásátmérő néha 50 cm
iszalagok (Clematis)	0,06...0,09	Szőnyegszerű növés; egyes fajok télen elpusztulnak
pipavirágú farkasalma (Aristolochia mactrophylla)	0,10...0,15	Szőnyegszerű növés; kezdetben lassan növekszik; max 8 m növekedési magasság

#### 5. Fenntarthatóság (hány évre tervezhető, a szerkezet élelciklusa)

A fent leírtak alapján acél hátszerkezetet használva évtizedekben gondolkozhatunk és nagyjából a telepített növények élettartama lesz a fő befolyásoló tényező az élettartamban.

6. *Fenntartás* (száraz levelek eltávolítása, öntözőrendszerhez víz, tápoldat, esetleges növénycsere, megvilágítás)

Ennél a rendszernél relatív alacsony fenntartási igényekkel kell számolnunk legalábbis, ha a bonyolultabb típusokhoz viszonyítunk. A növények öntözése történhet manuális módon vagy gépesítve is, ilyenkor figyelembe kell venni a vízfogyasztást is valamint az emberi öntözésnél a rendszerességet. Száraz levelek növénytől és környezeti hatásoktól függő mennyiségben keletkeznek, egy részük leesik, a többit pedig le kell metszeni. Előny, hogy a kontakt rendszerhez képest itt jóval szabályozottabb módon történik a növekedés, így a nyílások előtti szabad kilátást biztosítandó metszés is egyszerűbben megoldható. A kártevők és gyomok elleni védelem különböző módokon történhet, a leggyakoribb megoldás a permetezés tud lenni, valamint a megfelelő növényválasztás is a segítségünkre tud lenni.

### 7. *Költségek* (2015)

Szerkezeti:

- acélháló (5\*2 m-es tábla Ø 10-12) 15.000-20.000 Ft
- acélhuzal (Ø 10-12; 50 m) 5.000-10.000 Ft

(extrém esetekben ezek a költségek eltérhetnek)

Növények:

- kisebb növények (60 cm) 1.000-1.300 Ft
- közepes növények (100 cm) 4.500-4.800 Ft
- nagyobb növények (200 cm) ~12.000 Ft

(extrém esetekben ezek a költségek eltérhetnek)

### 8. *Technológiai összetettség*

Hátszerkezet alkalmazása esetén felmerül a rögzítés kérdése. Itt több megoldás létezik, amik megvalósítása függ a homlokzat terhelhetőségétől is. Közös tulajdonságuk hogy a segédszerkezet minden esetben eltartással kerül rögzítésre a homlokzattól. (megj.: természetesen megoldható lenne, hogy közvetlenül a homlokzatra rögzítsük a futtatórácst, de akkor előjönnének a kontakt rendszer esetében megfigyelt káros hatások, amiket érdemes elkerülni). Az egyik elterjedt megoldás, hogy közvetlenül az homlokzat elé de az épülettől független támszerkezetre történik a segédszerkezet rögzítése (pl.: oszlopok) és a homlokzatra csak pontszerűen kapcsolják hátra a szerkezetet, mintegy merevítésként, hogy stabilabb legyen növényfal. A másik ugyancsak elterjedt megoldás, hogyha terhelhető a homlokzat vagy nincs lehetőség támszerkezet telepítésére, akkor közvetlenül az épületfalra rögzítik a futtatórácst, de eltartással attól. Ilyenkor általában pontszerűen történik a csatlakoztatás. Ezekben az esetekben kétrétegű falszerkezet jön létre: a belső réteg maga az épületfal, a külső pedig a rácsszerkezet és a növényzet rétege. Ekkor kialakul egy légrés a két réteg között, amit vagy kiszellőztetnek, vagy nem. Ennek meg vannak az előnyei és hátrányai is: ha kiszellőztetik, az nyáron hűti az épületet és elvezeti a növényzet adódó és az épületből diffuzionáló párát, viszont ha tűzvédelmi szempontból nem kedvező az ott létrejövő kürtőhatás. (Persze lehetséges

tűzvédelmi szerkezetek, rétegek beiktatása).(megj.: a hátsó kiszellőztetés a szerkezetileg zártabb zsebes és moduláris rendszerénél jelentősebb kérdés lehet)

Emellett ennél a rendszerénél már figyelembe kell vennünk az esztétikai követelményeket is, ugyanis egyes növények a téli időszakban elszáradnak, és ilyenkor láthatóvá válik a hátszerkezet. Vannak esetek, amikor kimondottan olyan növényeket választunk pl.: néhány futórózsa faj (Rosa) amik soha nem takarják teljesen a futtatóhálót vagy huzalokat, de fontos, hogy minden esetben vegyük figyelembe az építészeti karaktert a tervezésnél.

### 9. Növényalkalmazás

Nagyon sok futónövény esetében szükséges segédszerkezet, tipikusan a csavarodó és levéllel/levélnyéssel kapaszkodó fajták esetében elengedhetetlen. Ilyenek például:

Név	Kapaszkodási forma
vadkomló (Humus lupulus)	csavarodó
lonc (Lonicera)	csavarodó/erős csavarodó
iszalagok (Clematis)	levélnyéssel kapaszkodó
farkasalma (Mactrophylla)	erső csavarodó

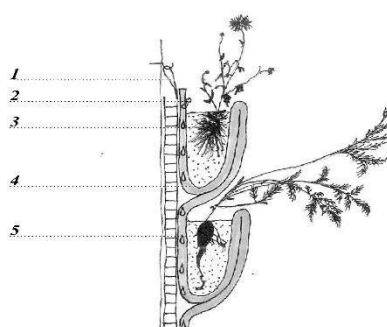


7. kép

## 4.4. Zsebes rendszer

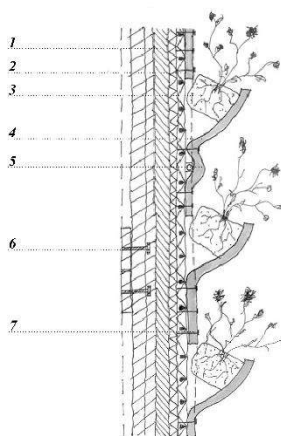
### 1. Általános leírás

Ez a rendszer már jelentősen összetettebb, mint az eddigiek. Alapvető különbség, hogy nincs szükség közvetlen talajkapcsolatra, hanem a növények ún. „zsebekben” ülnek, ahol minimális ültetőközeget elegendő a fejlődésükhöz. A homlokzatra rögzíteni kell valamilyen hordozószerkezetet (rács, lemez), ami már vagy magában vízzáró, vagy még további kiegészítő réteggel kell ezt biztosítani. Majd erre a szerkezetre rögzítenek több filcnemez vagy geotextil/szivatószőnyeg réteget és a legkülsőbb rétegen kialakított lyukakban („zsebekben”) helyezik el az előnevelt növényeket, amik idővel a rétegek közé gyökereznek.



5. ábra

1: tartóelem, 2: öntözőcső, 3: gyökérezóna, 4: geotextil, 5: fal felé vízzáró és víztartó hátrendszer



6. ábra

1: többrétegű falszerkezet, 2: fal felé vízzáró és víztartó hátrendszer, 3: gyökérezóna, 4: geotextil réteg, 5: öntözőcső, 6: rögzítés, 7: geotextil rögzítése



## 2. Beltéri/kültéri használat

Magyarországon általánosan beltérben alkalmazott megoldás, mivel ilyen klimatikus viszonyok mellett fokozott fagyveszélynek van kitéve. Melegebb éghajlatokon, (például Spanyolország, arab országok, Ausztrália, Malajzia) kültéren is gyakran előfordul.

## 3. Anyagigény/anyagfelhasználás

Itt számolnunk kell a növényeken túl a homlokzatra szerelt hátszerkezet anyagával, ami a legtöbb esetben acél/horganyzott acél, ezentúl a geotextil hordozóréteggel is. A geotextília egyfajta műszaki textília, amely műanyag és valamilyen szálanyag keverékéből jön létre. Alkalmazásuk egyre inkább előtérbe kerül napjainkban, a környezettudatosság jegyében. Az efféle anyagok, így a geotextil is amellet, hogy igen széles körben felhasználható, minimális felülettömege,



8. kép

újrahasznosíthatósága és helyesen megválasztva UV ellenállása is előnyt jelent az alkalmazásánál. Fontos tulajdonságuk, hogy jól ellenállnak bizonyos mechanikai hatásoknak (pl.: húzásnak) és a vegyi hatásokkal szembeni viselkedésük is kedvező. Filcnemez esetében bár alacsony költségekkel számolhatunk, de sajnos a mechanikai hatásokkal szembeni ellenállásuk gyenge és idővel a nedvesség és a biológiai terhelés miatt rothadni kezdenek.

## 4. Statikai tulajdonságok (szerkezeti „nehézségek”)

Ennél a szerkezetnél több tényezőt is figyelembe kell vennünk. Fontos, hogy itt közvetlenül a homlokzatra szereljük a függőleges zöld rendszert, így annak megfelelő teherbírással kell rendelkeznie. Méretezésnél a vízzel megtöltött geotextiliával kell számolnunk és növénytípustól függően a lombzat maximális tömegével. És nem elhanyagolható a szerkezetet érő szélteher sem, ami változó irányú és dinamikus hatásként károsíthatja a zöld rendszert. A homlokzat tömege négyzetméterenként 50-100 kg között mozoghat erősen függve a vízmennyiségtől és a telepített növénytípustól.

## 5. Fenntarthatóság

A szerkezet élettartama főként a geotextília típusától, és az adott környezeti hatásoktól függ. A szerkezeti rétegekre ható biológiai/biokémiai hatások itt is érvényesek.

## 6. Fenntartás

A zsebes rendszer fenntartása növénytípustól függően változik. Alapvetően itt is el kell távolítani a száraz leveleket, illetve esetleg növénycsere is előfordulhat, ami ennél a rendszernél nem a legegyszerűbb feladat. (megj.: utóbbi a 7. *Technológiai összetettség* pontban részletesebben is). Az öntözés történhet manuális módon, de a legtöbb esetben gépesített megoldást alkalmaznak, ami a kényelemen túl viszonylag egyenletesen és állandó periódusonként biztosítja a nedvesség-utánpótlást. Gondolni kell a gyomirtásra és a kártevők elleni védelemre is, ami megoldható különböző növényvédő szerekkel, de a megfelelő növényválasztás is segíthet (megj.: olyan növények telepítése, ami az adott környezetben előforduló rovarokat/vagy legalábbis a többségüket taszítja). Valamint, ügyelni kell, hogy a kisebb madarak ne költözzenek a textil membránba. (megj.: a biodiverzitás megőrzésének keretein belül létezik olyan rendszer ahol biztosítottak madárfészkek, de ez a moduláris rendszereknél jellemzőbb). Beltéri alkalmazás esetén biztosítani kell a növények számára szükséges megvilágítást (bevilágító ablakok; ha szükséges, kiegészítő megvilágítás speciális lámpákkal)

## 7. Költségek (2015)

Ebben az esetben a növények árán felül, a geotextília lesz másik a fő költség

Növények:

- kisebb növények (60 cm) 1.000-2.000 Ft  
(kirívó esetekben ezek a költségek eltérhetnek)

Szerkezet:

- geotextília (1 m<sup>2</sup>) akár 250-2.000 Ft  
(az ár a minőség és a típus függvénye, amit érdemes jól megválasztani; természetesen szélsőséges esetekben lehetnek eltérések az árakban)



9. kép

az Újbudai Önkormányzat zöldfala a XI. kerületben

## 8. Technológiai összetettség

Ennek a szerkezeti megoldásnak nagy előnye, hogy nem kell megvárni amíg a növények megnőnek és felfutnak, így már a telepítés után is látható eredmény lesz és rövid időn belül elkezdik gyökereikkel átszőni az egyes textil rétegeket és megerősödnek. A zsebek nagyságát a telepített növényfajta határozza meg. Lehetőség van különböző növények ültetésére is, amivel egyedi növényképet hozhatunk létre. A zsebek elhelyezésével és a növényfajta változtatásával azt is szabályozni lehet, hogy akár egyes részeken kevesebb vagy ritkább legyen a növényzet (pl.: ablakoknál) máshol pedig sűrűbb. Ezentúl a növények egy bizonyos méretet nem haladnak meg, így elkerülhető a kontakt vagy futtatott rendszerek esetében felmerülő elburjánzás. A rendszer hátránya, hogy a növények fogadására alkalmas filc vagy geotextil rétegek a környezeti hatások és a növények illetve védőszerkek által okozott biokémiai hatás által viszonylag gyorsan tönkremehetnek. A geotextil anyagú rétegek bár ellenállóbbak, viszont szakszerű rögzítésük még így sem könnyű feladat. Az elszáradó növények esetleges cseréje ugyancsak nehézséget tud okozni, mivel ezek a fogadórétegek egy-egy nagyobb felületről vannak kialakítva és kilyukasztatva a növények számára. A cserénél az adott részen meg kell bontani a felületet és óvatosan kiszedni a növényt mivel a gyökerei függetlenül az elszáradástól átszőhették a rétegeket és kapcsolódhatnak a szomszédos növények gyökereihez is. Az öntözés bár a legtöbb esetben automatikus gépi megoldással történik, de akadnak hátrányok a rendszerfelépítésből, mivel bár egyenletes vízáradásról van szó, viszont a filc vagy geotextil rétegek szívhatnak fel nedvességet, illetve ahol sűrűbb gyökérszóna alakult ki ott nehezebben tud átfolyni a víz, így összességében többlet vízzel és annak elvezetésével is számolnunk kell. Kültéri alkalmazás esetén telepíthetőek örökzöld és lombhullató fajok is, de ettől függetlenül fokozottan fagyveszélyes a rendszer, mivel túl vékony az ültetőközeg és így nem szigeteli kellő mértékben a gyökérszónát, ami ezáltal elfagyhat (megj.: léteznek fűtőrendszerek, de ebben a helyzetben nem praktikus az alkalmazásuk, mivel a filc és geotextil anyagok túlzott és közvetlen hőre érzékenyek lehetnek). Esztétikai szempontból meg kell említeni, hogy bizonyos időszakokban (pl.: frissen a telepítés után; elszáradó vagy ritkább lombzatnál; télen, ha nem örökzöld növények vannak) láthatóvá válik a filc vagy geotextil réteg, ami önmagában nem a legszebb látvány.



10. kép



11. kép

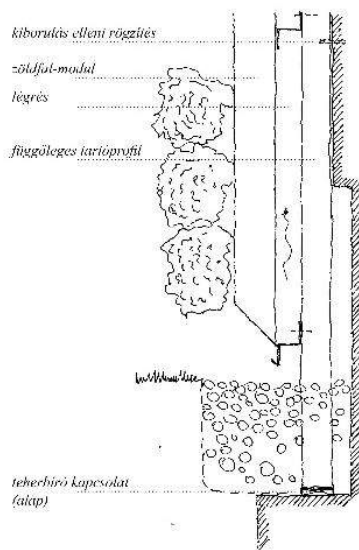
### *9. Növényalkalmazás*

A zsebes rendszerbe általánosságban kisebb növények ültethetőek be, viszont fontos tény, hogy előnevelhetőek és így gyorsabban érhetjük el a tervezett hatást. Emellett sokféle növény közül lehet válogatni, mivel itt nem kell figyelembe venni, hogy képes-e/elég erős-e a növény a felfutáshoz. Lehetnek lombhullató és örökzöld növények is, és nagy szabadsággal variálható a növénykiosztás illetve akár több fajta is beültethető egyszerre (megj.: figyelembe kell venni a növények egymásra gyakorolt hatását, mert vannak növények amik nem szeretik egymást)



## 4.5. Moduláris rendszer

### 1. Általános leírás



7. ábra

A moduláris rendszer rendelkezik az eddig bemutatott megoldásokhoz képest a legjobb tulajdonságokkal. A rendszer lényege, hogy a zsebes megoldáshoz hasonlóan közvetlen talajkapcsolat nélkül elkészíthető, azzal a nagy különbséggel, hogy itt előre elkészített általában rozsdamentes acél vagy ritkábban műanyag ültetőládákba telepítik az előnevelt növényeket. Az ültetőládákat ugyancsak valamilyen vázrendszerre rögzítik. Nagy előny, hogy azonnali fedést biztosít, egyenletes víz és tápanyagellátás lehetséges és nem fagyveszélyes, sőt egyes esetekben még fűthető is, ami kültéri alkalmazás esetén hidegebb éghajlaton nagy előnyt jelenthet.

### 2. Beltéri/kültéri használat

Beltérben és kültérben egyaránt alkalmazott, hosszútávú. A rendszerek széles spektruma található meg a piacon, különböző anyagú és felépítésű megoldásokkal.

### 3. Anyagigény/anyagfelhasználás

A modulok anyaga a legtöbb esetben rozsdamentes acél vagy műanyag, melyek előállításuk és használatuk előnyei a *Futtatott rendszer* esetében már említésre kerültek. Mindent egybevetve az acél anyagú modulok alkalmazása az általánosan elterjedt, kihasználva azok hosszú élettartamát, korrózióállóságát, a különböző vegyi anyagokkal szembeni ellenállását és nagy teherbírását. Emellett a növények ágyazataként többféle anyag előfordulhat; általában valamilyen szerves szemcsés anyagot alkalmaznak (pl.: duzzasztott üvegkavics, perlit, agyag granulátum vagy esetleg lávaőrlemény), mivel ezek jól ellenállnak a biológiai hatásoknak, egyenletesen vezetik el a vizet és tartósságuk mellett kellő teret biztosítanak a növények gyökereinek. Ilyen építési közetek előállításuk egyre szélesebb körben terjed számos előnyös tulajdonságuk és a gyártásuk illetve az anyag kis környezetre gyakorolt hatásuk miatt. A leggyakrabban használt perlit esetében felszíni kitermelés után őrleményt készítenek belőle, ami hevítés hatására megduzzad és a benne kötött állapotban lévő víz gőzként eltávozik. Végeredményként nagy térfogatú és porózitású, környezetbarát természetes közet jön létre, ami mindemellett jó hőtechnikai tulajdonságokkal rendelkezik.

#### *4. Statikai tulajdonságok (szerkezeti „nehézségek”)*

Ennél a rendszernél modulokat a homlokzaton elhelyezett rögzítőelemekre kapcsoljuk (ez lehet lemezszerű vagy sínszerű-hosszanti megtámasztás is, gyártónként eltérő technikákkal találkozhatunk). Az üres modulok tömege relatív elenyésző, viszont ágyazóanyaggal és az átültetett növényrel megtöltve már viszonylag nagy tömeget kell figyelembe vennünk. A felülettömeg rendszerenként és növényalkalmazás függvényében változhat, de átlagosan számolhatunk nagyjából 80-100 kg/m<sup>2</sup>-rel. A méretezésnél ügyelni kell, hogy előre gondoljunk a teljesen kifejlett növény(ek) lombozatára, valamint a felületet érő szélteher hatásaira.

#### *5. Fenntarthatóság (hány évre tervezhető, a szerkezet élettartama)*

Minden bizonnyal ennél a rendszernél számolhatunk a legmagasabb élettartammal, ugyanis anyagát tekintve ez mutatja a legjobb eredményeket. Az acél hosszútávon megállja a helyét, jól reagálva a különböző környezeti hatásokra és magas teherbírása nem változik, míg az szemcsés perlit ugyancsak jelentős ideig működik, mivel szerves anyag lévén jól ellenáll a biológiai és nedvességhatásoknak. A növények élettartama pedig fajtánként változó, de a rendszer biztosította, egyenletes nedvesség és tápanyag ellátás, illetve megfelelő hővédelem a többi rendszerhez képest akár évekkel meghosszabbíthatja a növények életét.

#### *6. Fenntartás*

Fenntartás szempontjából is a legkedvezőbb megoldás láthatjuk. A modulok elhelyezése és a növényválasztás itt is megkönnyíti a nem kívánt helyeken (pl.: ablak) növények távoltartását. A száraz levelek eltávolítása nem okoz különösebb nehézségeket és a rendszer további nagy előnye, hogy az esetlegesen elszáradó növények eltávolítása és cseréje egyszerűen megoldható: csak ki kell szedni az adott modult és kicserélni a kívánt növényt. Ebből a tulajdonságából illetve az azonnali fedésből adódik, hogy bizonyos helyeken az esztétikai sokszínűséget szem előtt tartva akár az egészséges növényeket is lecserélhetik időről időre, ezzel biztosítva a zöldhomlokzat vagy zöldfal változatosságát. Az öntözés automatikus öntözőrendszerrel történik, ahol rétegfelépítésből és anyagalkalmazásnak köszönhetően nem keletkezik többletvíz és egyenletes öntözés biztosítható. A kártevők elleni védelem és a gyomirtás itt is történhet permetezéssel, illetve a tápoldat kémiai értékeinek változtatásával. A moduláris rendszernél elérhetőek a rendszerbe telepített madárfészkek, ami a biodiverzitás fenntartásában és a városi környezet állatok számára is élhetőbbé tételében nagy szerepet játszik. Belső kialakításnál szükséges lehet külön megvilágításról gondoskodni, ezt itt bevilágítókkal és/vagy kiegészítő lámpákkal érik el.

#### *7. Költségek*

Bár a legkedvezőbb rendszerről beszélünk, de ezt meg is kell fizetni, mivel ennél a megoldásnál számolhatunk a legmagasabb költségekkel.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> <http://zoldmuves.termuves.hu/?q=vertikalis-kertek-modularis-zoldfalak>

Szerkezeti:

- modulok: anyagtól függően 50.000 Ft-tól
  - duzzasztott perlit (50 l) 2.000-5.000 Ft
- (extrém esetekben ezek a költségek eltérhetnek)

Növények:

- kisebb növények (60 cm) 1.000-2.000 Ft
  - nemesebb növények >2.000 Ft
- (extrém esetekben ezek a költségek eltérhetnek)
- Összességében 100.000-150.000 Ft/m<sup>2</sup>-es árral is számolhatunk  
(ez persze eltérhet ha a szélsőségeket nézzük)

### 8. Technológiai összetettség

A moduláris rendszer a legösszetettebb zöldhomlokzati megoldás. Rögzítése a fent említett módon általában a homlokzatra szerelt vázszerkezetre történik. Így légréssel is számolnunk kell, ami lehet átszellőztetett vagy nem átszellőztetett is (megj.: *Futtatott rendszer*nél megismert előnyökkel és hátrányokkal). Fontos megjegyezni, hogy ennél a megoldásnál, viszont sokkal jelentősebb hatása van a hátsó átszellőztetésnek, mert jóval zártabb rendszerről beszélünk, mint pl.: a Futtatott esetében. Így hőtechnikailag kedvező lehet a kétrétegű szerkezet alkalmazása, mivel a szerkezetekben keletkező pára elvezetése és a falszerkezet téli melegítése, nyári hűtése, így elősegíthető. Tűzvédelmi szempontból nézve, a felhasznált anyagok nem éghető kategóriába tartoznak, és a kürtőhatás kiküszöbölése érdekében beépíthetők tűzmegecszakító gátak, ahol a nyomáskiegyenlítés miatt átszellőztető hézagokat alkalmaznak. Az öntözőrendszer általában valamilyen vízcsepegtetési megoldás és a csöveknek előre kialakított helyük van a rendszerben. A már említett esetleges fűtés vezetékai is beszerelhetők a modulok mögé, viszont alapvetően erre nincs szükség, mivel a rendszer kellő vastagsága és a perlit vagy más szemcsés rész hőszigetelő képessége megóvjaa a növények gyökérzónáját és az öntözőrendszert is az elfagyástól. Bár a rendszer viszonylag egyszerű elveken működik, de ennek ellenére magas technológiai és szerkezeti tudást, tapasztalatot igényel a kialakítása.

### 9. Növényalkalmazás

A rendszer kifinomultsága lehetővé teszi az igen széleskörű növényalkalmazást, és léteznek rendszerek, amelyekbe fejlett növények is ültethetőek. Különböző növények telepítésénél itt is érdemes figyelembe venni, hogy melyek azok a növények, amik nem élnek meg egymás mellett. Valamint mivel a moduláris rendszer a szó szoros értelmében „akármilyen” éghajlaton és körülmények között felszerelhető, nagyon kell vigyázni a növényválasztással, hogy azoknak is megfelelőek legyenek a környezeti körülmények.

#### 4.6. Alternatív megoldások

Növényládába ültetett (11. kerület, Budapest, Allee Bevásárlóközpont)



12. kép

Újrahasznosított műanyagból készített rendszer (12. kerület, Budapest, MOL, Istenhegyi út)

A rendszer szőnyegszerű ültetőközeggől és panelekbe elhelyezett öntözőrendszerből áll. A növények a panelekbe benőtt gyökereik keresztül veszik fel a csepegő vizet.



13. kép



## Építőelemes rendszer

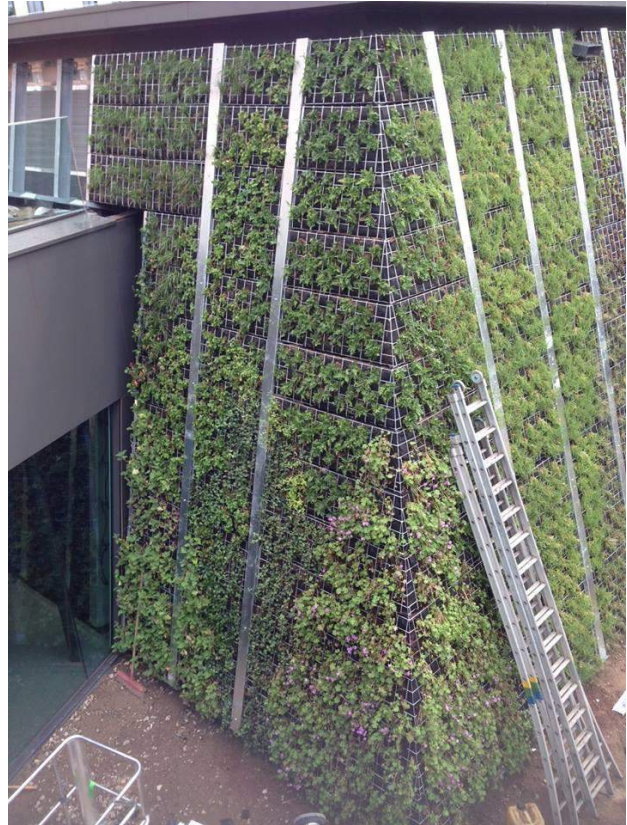
A rendszer hasonló elven működik, mint a gabion fal.



14. kép



15. kép



4. kép

## 5. Zöldhomlokzati rendszer kivitelezésekor szerzett tapasztalatok

### 5.1. Együttműködés piaci szereplőkkel

Megkerestük Magyarország zöldhomlokatok építésében legtapasztaltabb cégét, akik a legnagyobb egybefüggő magyar zöldhomlokzattal rendelkeznek. Ők segítettek jobban megismerni a különböző rendszereket, nem csak építészeti, de növénytani szempontból is, továbbá az eddig elképzelteteket gyakorlatban is megfigyelhettük.

Fontosnak tartjuk a piaci szereplők és a tudományos élet együttműködését.

### 5.2. Az építés tapasztalatai

A kutatási időszak alatt lehetőségünk nyílt az egyik piacvezető, magyarországi, zöldhomlokzatok tervezésével, kivitelezésével és fenntartásával foglalkozó céggel együttműködni. A szerkezeti megoldások és elveik megismerésén túl részt vettünk egy függőleges zöld rendszer teljes megépítésében is, aminek gyakorlati tapasztalatait dokumentáltuk.

Az építésnél alapvetően meghatározó volt, hogy milyen típusú rendszer kerül kivitelezésre, mivel az egyes megoldások különböző anyagokból és más más szerkezeti megoldásokkal készülnek, ami jelentősen befolyásolja az építés munkaigényét. Emellett eltérő munkafolyamatokat eredményez, amiből újabb fontos különbségek adódnak; például míg egy zsebes rendszer megkívánja a helyszíni kivitelezést, addig egy moduláris rendszer moduljai akár előre megépíthetőek és egymástól függetlenül is szállíthatók, majd a helyszínen már csak össze kell építeni.

A mi esetünkben egy 12 m<sup>2</sup>-es moduláris rendszert készítettünk el. A munkafolyamat első lépése a tervezés, vagyis a beültetendő növények kiválasztása és a modulok kiosztása, ami lényeges rész mivel a zöldhomlokzatok számos előnyük mellett képesek növelni a vizuális komfortot is.

**Rendszer:** Esetünkben rozsdamentes fém modulokkal dolgoztunk, amik 20 cm szélesek, 100 cm hosszúak és 10 cm mélyek voltak. Ezek a méretek adott esetben igazíthatóak a homlokzat méretéhez és a tervezett raszter is befolyásolhatja őket. Mérettől függően 5-7 növény ültetésére alkalmasak, mi az 5 növényessel dolgoztunk. Előlapként számos anyag és megoldás létezik, mi érdesített felületű, fekete ABS műanyaglemezzel dolgoztunk, amiken a beültetésre kerülő növények fajtájának függvényében kisebb illetve nagyobb kibúvó nyílásokat vágtunk.

**Építés:** Első lépésként előkészítettük a fém modulokat: a növény méretétől függően átlagosan 3-4 cm magasságig megszórtuk pormentes kertészeti perlittel, ami az ültetőközeget képezi. A növények átültetésénél figyelembe kellett venni a hőmérsékletet, ugyanis alacsony hőfok esetén károsodhatnak („megfázhatnak”) a növények. Bár a moduláris rendszerrel a modul kialakítás magában hordozza az öntözőcső helyét és így beépítés után azonnal megkezdhető a nedvességpótlás, tanácsos a növényültetés előtt egy kicsit beáztatni azokat, hogy míg a telepítés folyik, addig is elég legyen a termőföld nedvességtartalma. Miután végeztünk az előkészítő lépésekkel megkezdtük az átültetést. A növényeket termőfölddel együtt átemeltük a modulba és szépen eligazítottuk a perlitágyban, úgy hogy nagyjából 45°-os



szögben álljanak majd a beépítés síkjához képest. Ezután megszórtuk még egy kis perlittel, annyira hogy a modul 10 cm-es mélységét kitöltsék. Ezt követően elhelyeztük a műanyagelőlapot, úgy igazítva a kibúvó nyílást, hogy a növények gyökérszónája még véletlenül se sérüljön. Az előlapot 4 leszorító elem biztosítja, amiket csavarozással erősítettünk a modulokra. Az első növény beültetése után még 4 következett egy modulon belül. Az elkészítést tovább könnyítendő, a rendszer úgy van kitalálva, hogy az első növény előlapjának 2 alsó rögzítő eleme egyben a következő növény előlapjának a felső beakasztó elemeit képezi, így egy csatlakozás egyszerre két rögzítési pontot biztosít. Amikor az 5 növényt átültettük és burkoltuk az előlapokkal, akkor egy modul készen állt. Összesen 60 modult készítettünk; különböző növényekkel, de ugyanezen elvek és munkafázisok elvégzésével. A moduláris rendszerek fent említett előnyeit kihasználva előre készítettük el a modulokat és ezután szállítottuk a beépítés helyszínére, ahol fogadószerkezetként a függőleges síkon vízszintes fém síneket rögzítettünk kb. 1 méteres közökkel majd ezekre kerültek elhelyezésre a modulok. A modulok mozgatása viszonylag egyszerű feladat, mivel növényfajtától függően változik a tömegük, de átlagosan nagyjából 100 kg/m<sup>2</sup>-es értékkel számolhatunk. Így 1 modul körülbelül 18-20 kg volt, ami nem okozott különösebb megerőltetést az építésnél.

A tapasztalatokat összegezve a moduláris rendszer számos előnyein túl, fontos pozitívuma hogy egészen egyszerű kivitelezéssel és aránylag kis élő-munka igénnyel megoldható a telepítése, és az építés idejének hosszát jelentősen legfeljebb a tervezett felület nagysága befolyásolhatja. Az esetleg elszáradó növények eltávolítása és pótlása pedig ugyancsak gyorsan és egyszerűen elvégezhető, mivel a modulok egyesével leszerelhetőek és akár cserélhetőek is.



17. kép



18. kép



19. kép

## **6. Következtetések, javaslatok**

### **6.1. A zöldfalak tervezésében szerepet játszó tényezők felsorolása, fontossági sorrendje**

Kültéri vagy beltéri?

Milyen klímán található a homlokzat?

Milyen tájolású a fal?

Milyen megvilágítás éri a falat? (természetes és/vagy mesterséges fény)

### **6.2. Tudományos kutatási javaslatok**

- hőtechnikai méretezési kérdések (milyen mértékben csökkenti a hűtési energiafelhasználást egy zöldhomlokzat, milyen klimatikus viszonyok között)
- szimuláció (zöldhomlokzati modell létrehozása, mivel eddig jellemzően zöldtetővel modellezték)
- üzemeltetés (mennyire automatizálható egy ilyen zöldfal/homlokzati rendszernek a fenntartása)
- „smart greenwall”: hogyan lehet egy zöldfal/homlokzat „okos”?
- a beltéri növényfalak LED-es technológiával való megvilágításának kérdései
- zöldfalak szerepe 20-20-20 programban és az energiatakarékosságban

### **6.3. Összegzés**

A „zöldépítés” az utóbbi néhány évben rohamosan fejlődött. Az e területen végzett, egyre nagyobb számú kísérletezésnek köszönhetően egyre több információval rendelkezünk a rendszert és a környezetét, valamint a köztük lévő kapcsolatot illetően. A sok kutatásnak, kísérletezésnek köszönhetően a zöld rendszerek szerkezeti felépítése folyamatosan fejlődik, egyre profibb megoldásokat kapunk.

A különböző zöldfal/homlokzati rendszerek elemzése során arra a következtetésre jutottunk, hogy a moduláris rendszer biztosítja a leghatékonyabb és a környezet számára legbiztonságosabb megoldást az épületek élettartamának növelésére. Bár a tervezés során nagyobb befektetést igényel, sok évre, gyakorlatilag az épület élettartamára lehet vele tervezni, anyagtól függően.

Egyre fontosabb a városi élet minőségének javítása, amelyhez az épített környezetünk fejlesztésével járulhatunk leginkább hozzá. A függőleges zöld kertek élővilágra közvetlenül és közvetetten gyakorolt hatása jelentős előnyöket hordoz, a jövőben fenntartható környezetünk kialakítása a zöldesítésben rejlik.



## ***IRODALOMJEGYZÉK***

<sup>1</sup> Stanley Hart White, Vegetation bearing architectonic structure and system, United States Patent Office, US2113523, 1938

<sup>2</sup> Patrick Blanc, Device for growing plants without soil on a vertical surface, FR2634971, 1988

<sup>3</sup> Mark Laurence, Richard Alexander Sabin, Plant wall and modules for growing plants, US2011/0107667, 2010

<sup>4</sup> Pfoser, N., Jenner, N., Henrich, J., Heusinger, J., Weber, S., *Gebäude Begrünung Energie – Potenziale und Wechselwirkungen*. FLL-Schriftenreihe „Forschungsvoraben“, FV 2014/01 ISBN: 978-3-940122-46-9

<sup>5</sup> Akinaru Iino, Akira Hoyano, Development of a method to predict the heat island potential using remote sensing and GIS data, 1996, DOI: 10.1016/0378-7788(95)00945-0

<sup>7</sup> C. Bolton, M.A. Rahman, D. Armson, A. R. Ennos: Effectiveness of an ivy covering at insulating a building against cold in Manchester, 2014, DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.05.020

<sup>8</sup> H. Feng, K. Hewage: Energy saving performance of green vegetation on LEED certified buildings, 2014, DOI: 10.1016/j.enbuild.2013.10.039

<sup>9</sup> Ross W F Cameron, Jane E. Taylor, Martin R. Emmett, What's 'cool' in the world of green fa?ades? How plant choice influences the cooling properties of green walls, 2014, DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.12.005

<sup>12</sup> C. Y. Cheng, Ken K S Cheung, L. M. Chu, Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls, 2010, DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.02.005

<sup>13</sup> H. Feng, K. Hewage, Lifecycle assessment of living walls: Air purification and energy performance, 2014, DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.01.041

<sup>14</sup> N. H. Wong, A. Kwang Tan, Y. Chen, K. Sekar, P. Y. Tan, D. Chan, K. Chiang, N. C. Wong, Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, 2010, DOI: 10.1016/j.buildenv.2009.08.005

<sup>15</sup> C. Finke, J. Osterhoff: Zöld homlokzatok, 2002, Cser Kiadó, Budapest, ISBN 963 9445 17 7

<sup>16</sup> <http://www.worldsteel.org/Steel-facts/9.-Steel-is-at-the-core-of-a-green-economy..html> ; <http://www.ruukki.hu/Epites/Hosszu-elettartamu-es-ujrahasznosithato-acel>

## A rendszerekhez tartozó weboldalak címjegyzéke

	<b>kép forrása</b>	<b>letöltve</b>
1	<a href="http://botanikart.hu/iker-zoldfalak/">http://botanikart.hu/iker-zoldfalak/</a>	2015.10.21
2	<a href="http://botanikart.hu/ujabb-zoldfal/">http://botanikart.hu/ujabb-zoldfal/</a>	2015.10.21
3	<a href="http://botanikart.hu/sushi-bar-zoldfala/">http://botanikart.hu/sushi-bar-zoldfala/</a>	2015.10.21
4	saját	2015.05.01
5	saját	2014.03.01
6	saját	2014.03.01
7	<a href="http://www.globalgarden.hu/referenciak/?album=1&amp;gallery=52">http://www.globalgarden.hu/referenciak/?album=1&amp;gallery=52</a>	2015.10.19
8	<a href="http://www.globalgarden.hu/referenciak/?album=1&amp;gallery=52">http://www.globalgarden.hu/referenciak/?album=1&amp;gallery=52</a>	2015.10.19
9	<a href="https://szentendre.cylex.hu/ceg-info/global-garden-kert%C3%A9szeti-kft----szentendre-17447.html">https://szentendre.cylex.hu/ceg-info/global-garden-kert%C3%A9szeti-kft----szentendre-17447.html</a>	2015.10.19
10	<a href="http://photo.sh/tags/zoldfal">http://photo.sh/tags/zoldfal</a>	2015.10.19
11	<a href="http://epiteszforum.hu/galeria/a-green-fortune-novenyfalai-a-green-house-irodahazban-es-szerte-a-vilagon/135987">http://epiteszforum.hu/galeria/a-green-fortune-novenyfalai-a-green-house-irodahazban-es-szerte-a-vilagon/135987</a>	2015.10.19
12	<a href="http://zeosz.hu/referenciak/green-fortune-kft/">http://zeosz.hu/referenciak/green-fortune-kft/</a>	2015.10.19
13		
14	saját	
15	<a href="http://zeosz.hu/referenciak/green-fortune-kft/">http://zeosz.hu/referenciak/green-fortune-kft/</a>	2015.10.19
16		
17	<a href="http://zeosz.hu/referenciak/green-fortune-kft/">http://zeosz.hu/referenciak/green-fortune-kft/</a>	2015.10.19
18	<a href="http://static.origos.hu/s/img/i/1410/20141030zoldfal-gyomro-patria-takarekszovetkezet2.jpg?w=666&amp;h=444">http://static.origos.hu/s/img/i/1410/20141030zoldfal-gyomro-patria-takarekszovetkezet2.jpg?w=666&amp;h=444</a>	2015.10.19
19		
20	<a href="http://www.greenfortune.com/images/img_775/hungary/img775-zoldfal-Green-Fortune-Green-House-Lobby-Budapest-Hungary.jpg">http://www.greenfortune.com/images/img_775/hungary/img775-zoldfal-Green-Fortune-Green-House-Lobby-Budapest-Hungary.jpg</a>	2015.10.19
21	<a href="http://media.irodacsoport.hu/imagethumb?resources/IRR_realestates/156721_avis-budget-group-bsc-ledd-gold-minosites/156721_avis-20140405-44sjpg-3024.JPG&amp;needwm=1&amp;wmpos=right:bottom&amp;width=630&amp;height=387&amp;cropratio=6:4&amp;image=resources/IRR_realestates/156721_avis-budget-group-bsc-ledd-gold-minosites/156721_avis-20140405-44sjpg-3024.JPG">http://media.irodacsoport.hu/imagethumb?resources/IRR_realestates/156721_avis-budget-group-bsc-ledd-gold-minosites/156721_avis-20140405-44sjpg-3024.JPG&amp;needwm=1&amp;wmpos=right:bottom&amp;width=630&amp;height=387&amp;cropratio=6:4&amp;image=resources/IRR_realestates/156721_avis-budget-group-bsc-ledd-gold-minosites/156721_avis-20140405-44sjpg-3024.JPG</a>	2015.10.19
22	<a href="http://www.szeretlekmagyarorszag.hu/felmertuk-milyen-a-magyarok-szerint-az-alomiroda/">http://www.szeretlekmagyarorszag.hu/felmertuk-milyen-a-magyarok-szerint-az-alomiroda/</a>	2015.10.19
23	saját	
24	saját	
25	saját	
26	saját	
27	<a href="http://www.greenwall.pro">www.greenwall.pro</a>	2015.10.19
28	saját	
29	<a href="http://grofie.com/portfolio">http://grofie.com/portfolio</a>	2015.10.19
30	<a href="http://grofie.com/portfolio">http://grofie.com/portfolio</a>	2015.10.19
31	<a href="http://grofie.com/portfolio">http://grofie.com/portfolio</a>	2015.10.19
32	<a href="http://grofie.com/portfolio">http://grofie.com/portfolio</a>	2015.10.19
33	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
34	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
35	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
36	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
37	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
38	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19

39	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
40	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
41	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
42	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
43	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
44	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
45	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
46	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
47	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
48	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
49	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
50	<a href="http://www.mohanyespafra.hu/">http://www.mohanyespafra.hu/</a>	2015.10.19
51	Zéosz	
52	<a href="http://verticalgardenbudapest.com/#hu/projektek/valogatott">http://verticalgardenbudapest.com/#hu/projektek/valogatott</a>	2015.10.19
53	<a href="http://verticalgardenbudapest.com/#hu/projektek/valogatott">http://verticalgardenbudapest.com/#hu/projektek/valogatott</a>	2015.10.19
54	saját	2015.08.01
55	saját	2015.08.01

1. Tábla

01



*cég* Botanikart  
*épület* iker zöldfalak  
*típus* zöldfal  
*rendszer* zsebes  
*cím* magáncím  
*kivitelezés éve* 2015  
*felület nagyság* 10 m<sup>2</sup>  
*megjegyzés*

02



*cég* Botanikart  
*épület* iroda  
*típus* zöldfal  
*rendszer* zsebes  
*cím* Győr  
*kivitelezés éve* 2015  
*felület nagyság* 6 m<sup>2</sup>  
*megjegyzés*

03



*cég* Botanikart  
*épület* Sushi bár  
*típus* zöldfal  
*rendszer* zsebes  
*cím* magáncím  
*kivitelezés éve* 2015  
*felület nagyság* 1,5 m<sup>2</sup>  
*megjegyzés*

04



*cég* Botanikart  
*épület* Újbuda Polgármesteri Hivatal  
*típus* zöldhomlokzat  
*rendszer* zsebes  
*cím* 1113 Budapest, Bocskai út 39-41.  
*kivitelezés éve* 2012  
*felület nagyság* 20,25 m<sup>2</sup>  
*megjegyzés*

05



*cég* Botanikart  
*épület* bemutatóterem  
*típus* zöldfal  
*rendszer* zsebes  
*cím* 1112 Budapest, Dobogó út 4-6.  
*kivitelezés éve* 2010  
*felület nagyság* 32,5 m<sup>2</sup>  
*megjegyzés* A cég bemutatótermében, félkörívesen elhelyezkedő zöldfal.

## 2. Tábla

06



<i>cég</i>	Botanikart
<i>épület</i>	bemutatóterem
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1112 Budapest, Dobogó út 4-6.
<i>kivitelezés éve</i>	2010
<i>felület nagyság</i>	25 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	A cég bemutatóterme előtt felépített fal.

07



<i>cég</i>	Globalgarden
<i>épület</i>	Arnold GYM
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1037 Budapest, Szépvölgyi út 15.
<i>kivitelezés éve</i>	2014-2015
<i>felület nagyság</i>	18 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

08



<i>cég</i>	Globalgarden
<i>épület</i>	Győri Audi
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	9027 Győr, Tóth László utca
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felület nagyság</i>	18 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

09



<i>cég</i>	Globalgarden
<i>épület</i>	Gyulai Várfüdő
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	5700 Gyula, Várkert utca 2.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felület nagyság</i>	9 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

10



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Prestige Hotel
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1051 Budapest, Vigyázó Ferenc u. 5.
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	10 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	



### 3. Tábla

11



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Procter and Gamble Kft.
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1134 Budapest, Váci út 35.
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	8 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	„Az Év Irodája” lett 2012-ben.

12



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Lexmark
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	alternatív
<i>cím</i>	1095 Budapest, Lechner Ödön fasor
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	3 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Ládákba ültetett növények.

13

hiányzó kép

<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	CBRE
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1055 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 78.
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	nincs adat
<i>megjegyzés</i>	

14



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Eiffel Palace
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1055 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 78.
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	53 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

15



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Keler
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1074 Budapest, Rákóczi út 70-72.
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	12 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

#### 4. Tábla

16

hiányzó kép

<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Fehérvár Travel
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	Székesfehérvár
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	nincs adat
<i>megjegyzés</i>	

17



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Lexmark
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1096 Budapest, Lechner Ödön fasor
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felület nagyság</i>	15 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

18



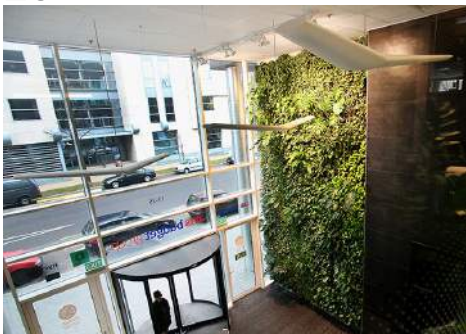
<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Pátria Takarek
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	2230 Gyömrő, Petőfi Sándor u. 22.
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felület nagyság</i>	24 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

19

hiányzó kép

<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Pest Hotel
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	futtatott
<i>cím</i>	Budapest
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felület nagyság</i>	nincs adat
<i>megjegyzés</i>	

20



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Green House Lobby Irodaház
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1134 Budapest, Kassák Lajos utca 19-25.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felület nagyság</i>	24,1 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	



## 5. Tábla

21



<i>cég</i>	Green Fortune
<i>épület</i>	Avis
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1134 Budapest, Kassák Lajos u. 19-25.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felület nagyság</i>	~12 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

22



<i>cég</i>	Green Office
<i>épület</i>	Váci Corner Irodaház
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1138 Budapest, Váci út
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	30 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

23



<i>cég</i>	Greenwall.Pro
<i>épület</i>	Óvoda
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	moduláris
<i>cím</i>	2000 Szentendre, Bimbó út
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	6 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

24



<i>cég</i>	Greenwall.Pro
<i>épület</i>	Sorsok Háza múzeumkert
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	moduláris
<i>cím</i>	1087 Budapest, Józsefvárosi pályaudvar
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	175 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	A legnagyobb magyarországi zöldhomlokzat.

25



<i>cég</i>	Greenwall.Pro
<i>épület</i>	ALLEE Bevásárlóközpont
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	alternatív
<i>cím</i>	1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 6-10.
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felület nagyság</i>	~100 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	„Felfüggesztett” zöldhomlokzat, ládába ültetett borostyánfal.

## 6. Tábla

26



<i>cég</i>	Greenwall.Pro
<i>épület</i>	MOL töltőállomás
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	moduláris
<i>cím</i>	2016 Leányfalu, Móricz Zsigmond u. 163.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felület nagyság</i>	43 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	2014-ben az év kültéri zöldhomlokzata.

27



<i>cég</i>	Greenwall.Pro
<i>épület</i>	Gazdasági Versenyhivatal
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	moduláris
<i>cím</i>	1054 Budapest, Alkotmány u. 5.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felület nagyság</i>	6 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

28



<i>cég</i>	Greenwall.Pro
<i>épület</i>	Semmelweis Egyetem épülete
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	alternatív (futtatott)
<i>cím</i>	1094 Budapest, Tűzoltó u. 37-43.
<i>kivitelezés éve</i>	2008
<i>felület nagyság</i>	nem meghatározható
<i>megjegyzés</i>	Az üvegezett tetőn keresztül bejutó fénynek köszönhetően a növények beltérben is képesek felfutni.

29



<i>cég</i>	Grofie Green Wall
<i>épület</i>	OTP Hungaro Projekt
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1113 Budapest, Dévai utca 26-28. (V. em.)
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	~3 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Gourmet Garden megoldás; önműködő „fal”, zöldoszlop

30



<i>cég</i>	Grofie Green Wall
<i>épület</i>	SIL Design
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1055 Budapest, Falk Miksa utca 3.
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	6 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	



## 7. Tábla

31



<i>cég</i>	Grofie Green Wall
<i>épület</i>	Gold Center
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1117 Budapest, Budafoki út 113.
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	5 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

32



<i>cég</i>	Grofie Green Wall
<i>épület</i>	First Buda Country Club
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1021 Budapest, Vadaskerti út 1-3.
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	10 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

33



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Skyscanner Iroda
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1054 Budapest, Astoria
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	15 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

34



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Krisztina Palace Irodaház
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1052 Budapest, Deák Ferenc u. 15.
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	15 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

35



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	PTE Pálmaház, Botanikus kert
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	7622 Pécs, Vasvári Pál u. 4.
<i>kivitelezés éve</i>	2015
<i>felület nagyság</i>	10 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

## 8. Tábla

36



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Google Iroda Budapest
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	alternatív
<i>cím</i>	1023 Budapest, Árpád Fejedelem útja 26-28.
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	3,5 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	ládákba ültetett növények

37



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Groupama Aréna FTC Stadion
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1091 Budapest, Üllői út 129.
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	15 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

38



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	NI Hungary (Teakonyhai zöldfal)
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	4031 Debrecen, Határ út 1/a
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	9 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Három kis zöldfal automata öntözőrendszerrel.

39



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	NI Hungary
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	alternatív
<i>cím</i>	4031 Debrecen, Határ út 1/a
<i>kivitelezés éve</i>	2014
<i>felület nagyság</i>	4 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Ládákba ültetett növények, öntözőrendszerrel.

40



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	NI Hungary
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	4031 Debrecen, Határ út 1/a
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felület nagyság</i>	10 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	



## 9. Tábla

41



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	magánház
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	magáncím
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felületnagyság</i>	8 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

42



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Westend, VaPiano étterem
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1062 Budapest, Váci út 1-3.
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felületnagyság</i>	6,3 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Álló vízkultúrás, „manuális öntözés”.

43



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Atrinova Irodaház
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1054 Budapest, Bajcsy Zsilinszky út 42-46.
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felületnagyság</i>	13 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Álló vízkultúrás, automata öntözőberendezéssel.

44



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Nika étterem
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1053 Budapest, Kossuth Lajos utca 7-9.
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felületnagyság</i>	7 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Hidropóniás (föld nélküli rendszer), automata öntözés.

45



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Gödör Klub
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1061 Budapest, Király utca 8-10.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felületnagyság</i>	9 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

## 10. Tábla

46



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	OTP fiók
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1061 Budapest, Andrássy út 6.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felület nagyság</i>	m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

47



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Gödör Klub
<i>típus</i>	zöld”homlokzat”
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1061 Budapest, Király utca 8-10.
<i>kivitelezés éve</i>	2014-2015
<i>felület nagyság</i>	11 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	Sörös rekeszekbe ültetett zsebes rendszer, egymásra épülő elemekből.

48



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	AquaMart bemutatóterem
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1138 Budapest, Madarász Viktor utca 47-49.
<i>kivitelezés éve</i>	2012
<i>felület nagyság</i>	16,57 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

49



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Moha Café és Godot Galéria
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1114 Budapest, Bartók Béla út 11-13.
<i>kivitelezés éve</i>	2010
<i>felület nagyság</i>	10 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

50



<i>cég</i>	Mohány és Páfra
<i>épület</i>	Manier Divatszalon
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1052 Budapest, Hajós utca 12.
<i>kivitelezés éve</i>	2009
<i>felület nagyság</i>	25 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	már nem létezik!



## 11. Tábla

51



<i>cég</i>	MOP Biotech Kft.
<i>épület</i>	Pálma étterem és söröző
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	moduláris
<i>cím</i>	4000 Debrecen, Simonyi út 44.
<i>kivitelezés éve</i>	2013
<i>felület nagyság</i>	5 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

52



<i>cég</i>	Vertical Garden Budapest
<i>épület</i>	K3 Irodaház
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 48-52.
<i>kivitelezés éve</i>	2010
<i>felület nagyság</i>	6,5 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

53



<i>cég</i>	Vertical Garden Budapest
<i>épület</i>	Dovin Galéria
<i>típus</i>	zöldfal
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1052 Budapest, Galamb utca 6.
<i>kivitelezés éve</i>	2008
<i>felület nagyság</i>	9,2 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	

54



<i>cég</i>	Vertical Garden Budapest
<i>épület</i>	MOL zöld töltőállomás
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	zsebes
<i>cím</i>	1125 Budapest, Istenhegyi út 47.
<i>kivitelezés éve</i>	2011
<i>felület nagyság</i>	11,5 m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	(felújítva 2015-ben)

55



<i>cég</i>	Vertical Garden Budapest
<i>épület</i>	MOL zöld töltőállomás
<i>típus</i>	zöldhomlokzat
<i>rendszer</i>	újrahasznosított műanyag (felületszerű rendszer)
<i>cím</i>	1126 Budapest, Istenhegyi út 47.
<i>kivitelezés éve</i>	2011
<i>felület nagyság</i>	45m <sup>2</sup>
<i>megjegyzés</i>	(felújítva 2015-ben)