

# A ZÖLD ÉPÍTÉSZELET TÁJÉPÍTÉSZELETI VONATKOZÁSAI, ESZKÖZRENDSZERE

**Dr. Gerzson László, Oláh András Béla**

**Abstract:** As it is well known nowadays the buildings are responsible for more than 40% of the global energy consumption. This fact must inspire those architects, planners, designers and other experts to decrease this huge value radically (in orders of magnitude), while keep the comfort value of these buildings on the present level.

The usage of real green living building elements plays an important role next to the purely technological, artificial solution in this subject. These green elements are typically the green roofs and green facades and walls, which have the vegetation as their organic compounds.

One of the greatest problems of present days in this subject is that the „green idea” became not only current, but also fashionable, which eventuated a lot of solutions, which use the vegetation on the buildings, but they neither use the vegetation covering as a tool for decreasing the building energy consumption nor for increasing the comfort value of the buildings on an energy efficient way. Basically these solutions use the vegetation only as decoration and to be able to maintain these green surfaces they increase the energy and water consumption of these buildings.

From this point of view it is basically important to separate these kind of building elements into two groups, intensive and extensive green surfaces. When a building surface is used up as a carrier of a green surface, it must be kept always in mind that the economical and energy cost must be always smaller than the energetic (economic) and ecological benefit of the establishing of such a green area. Many landmark type examples can not be acceptable from the aspect of sustainability. That is why there must be always found the most appropriate solution, the most appropriate vegetation type, and the most appropriate technical solution. The aesthetic, PR and advertising value of such, previously mentioned, landmark-like buildings are usually higher than their ecological value. This is unaffordable, especially because it sets a limit to the widely usage of true green solutions.

To be able to make common the ecological plant usage methods in the architecture there must be made clear a lot of ecological, biological, economic and technical details by the examination of existing solutions and making new model experiments.

Amint az köztudott, napjainkban a globális energiafogyasztás több mint 40%-áért az épületek felelősek. Ezen energiamennyiség megtermelése és felhasználása egyaránt jelentős környezeti problémákat okoz, melyek miatt az épületek ilyen fokú energiafelhasználása hosszú távon nem tartható fenn.

A környezeti terhelés többszörösen is megjelenik, egyrészt az energia megtermelésének a helyén (erőművek) a jelentős mennyiségű káros anyag kibocsátásával, mely végső soron a globális szennyezéshez növeléséhez járul hozzá, másrészt pedig helyileg, az épületek közvetlen környezetében is jelentkezik hulladékhóként, ami az épületek környezetének radikális átalakulását (főleg városi környezetben), valamint jelentős hőszennyezést eredményez. Fontos továbbá megemlíteni azt az Európában jellemző helyzetet, hogy magának az épületnek a környezetében is jelentkezik légköri szennyezés, köszönhetően leginkább a földgáz épületben történő felhasználásának, valamint egyéb, hagyományos illetve fosszilis tüzelőanyagok használatának. Vagyis nem csupán a hőszennyezés, hanem jellemzően a levegőszennyezés is jelentkezhet helyi terhelésként (a közlekedés okozta szennyezés nélkül is).

A probléma megoldása csak az lehet, ha ezt az energiafogyasztást radikálisan (nagyságrendileg) csökkentjük, és ehhez minden elérhető eszközt felhasználunk, mind építészeti, mind mérnöki, mind pedig tájépítészeti megoldásokat egyszerre alkalmazva.

Építészeti megoldások között kell említeni az új típusú anyagok használatát az épületszerkezetekben, melyek közül a legfontosabbak talán az újfajta hőszigetelő anyagok és a nyílászárók legújabb generációja, melyek segítségével az épületek hővesztesége, és így hűtési és fűtési energiaigénye minimalizálható. Rendkívül fontos, hogy ne csupán a hőszigetelő képesség javításáról, hanem az épület hőtároló képességének radikális növeléséről is gondoskodjunk az ilyen irányú fejlesztéseknél.

A hőáramlás és hővezetés mellett a sugárzási energiaveszteségeket és nyereségeket is figyelembe kell venni, melyek minimalizálása ill. maximalizálása már elsősorban tájépítészeti és épületgépészeti eszközökkel lehetséges. Az építészet egyik legjelentősebb feladata mindezekben túl azon történeti, vernakuláris jellegű építészeti eljárásoknak a részletesebb vizsgálata és átültetése a mai gyakorlatba, melyek egyszer már jól beváltak (az ipari forradalom előtt még minden épület fenntarthatónak volt tekinthető).

A technológiai fejlődésnek köszönhetően manapság az egyik legjelentősebb energiafogyasztónak az épületen belül az épületgépészeti eszközök minősülnek, kezdve a hőmérséklet szabályozásától (légkondicionálás, fűtés), az épületen belüli anyag- és személyszállításon át (lift, mozgólépcső, mozgójárda) egészen a világításig és a mindennapi használati eszközökig. Mindezek rendkívül tág körét ölelik fel a különböző

ipari termékeknek, és míg eddig ezek tervezésénél a kezdetekben a fő szempont az volt, hogy minél hatékonyabban oldják meg a feladatukat, most már az is legalább olyan fontos lett, hogy mindezt a lehető legfenntarthatóbban, a legkisebb fajlagos energiafogyasztással tegyék. A különböző mérnöki, gépészeti berendezések ilyen típusú fejlesztése jelenti tehát a probléma megoldásának egyik sarokkövét. A legjelentősebb a már említett fűtési, hűtési energiaszükséglet csökkentése, melynél a már említett építészeti épületszerkezeti újításokon túl az épületgépészeti eszközök következő generációjának elterjesztése (hőcserélő, hőszivattyú) és a régiek visszaszorítása (légkondicionáló berendezések) szintén alapvető követelmény. A teljesség igénye nélkül meg lehet említeni még az épületen belüli szállítás energiaigényének csökkentését (új típusú liftek, vagy alacsony szintszám), a világítás energiaigényének radikális csökkentését (új típusú világítás, alternatív energiaforrású világítótestek használata) valamint az épületen alternatív energiatermelő berendezések (napelem, szélturbina) elhelyezését.

Végül, de nem utolsósorban meg kell említeni a tájépítészeti eszközök használatának lehetőségét, melyek rendkívül jelentős szerepet játszhatnak az energiatakarékos épületek kialakításában, kifejezetten pedig a fűtési-hűtési energiaigény csökkentésében. Tájépítészeti eszközként elsősorban az épületeken elhelyezett növényzetet kell értenünk, jellemzően a zöldtetőket és a zöld falakat.

Szólni kell még az áttekintő tervezés szükségességéről, annál is inkább, mivel napjainkban megjelentek és elterjedőben vannak olyan divatos, ún. öko építészeti trendek és megoldások, melyeket a közvélemény (és az építészek bizonyos körei) zöldnek és fenntarthatónak tartanak., Egy kicsit jobban megvizsgálva ezen megoldásokat azonban azt tapasztaljuk, hogy nem hogy nem fenntarthatóbb a rendszer, hanem éppen ellenkezőleg, bizonyos látványelemekért, megjelenésért cserébe az épület összes energia fogyasztása még meg is nő, ily módon épp a fenntarthatóság ellen hat az ilyen megoldások alkalmazása.

A teljesség igénye nélkül két ilyen újszerű megoldást emelünk itt most ki, az első a sötét szín alkalmazása az épületeken: tudvalevő hogy a sötét színek (fekete) igen nagy mértékben elnyelik a beeső napsugárzást és azt teljes mértékben hővé alakítják. Innen származik az ötlet, hogy az épületek sötét színezése segítségével a fűtési időszakban a beeső napsugárzás nagyobb arányú elnyelésével az épület energiamérlege javítható, így a fűtési energiaigény csökkenthető. Alaposabban megvizsgálva ezen megoldást több rendkívül komoly probléma is felmerül az alkalmazásával kapcsolatban. Az első természetesen az, hogy mindez nyári időszakban is melegedéssel jár, ami viszont éppen elkerülendő lenne, azonban ezt meg lehet oldani kiegészítő megoldásokkal (lombhullató növényzettel történő árnyékolás). Az igazi

probléma éppen az alapjelenségben keresendő, tudniillik, a fekete szín jobban elnyeli a fényt. Mindennek egy meglehetősen összetett fizikai magyarázata van<sup>1</sup>, melynek egyúttal következménye az is, hogy a fekete színű test a beeső sugárzást jobban elnyeli ugyan, de a besugárzás hiányában (pl. éjjel, vagy borult égbolt esetén) épp a fekete színű test kisugárzása a legnagyobb, ami jellemzően hővesztéséget eredményez. Tekintetbe véve, hogy téli időszakban az éjszakák jóval hosszabbak, mint a nappalok, valamint Magyarországon a felhős napok számának aránya is sokkal nagyobb téli időszakban, így cserébe egy meglehetősen rövid időszakig tartó energianyereségért, egy sokkal hosszabb ideig tartó jelentős energiavesztéssel kell számolni ezen megoldás alkalmazásánál, ami összességében az épület energiamérlegének romlásához és az összes energiafogyasztás növekedéséhez vezet.

A másik ilyen típusú megoldás/építészeti trend a minél nagyobb méretű üvegfelületek alkalmazása. (1. ábra). Az alapvető elgondolás itt is az, hogy a beeső napsugárzást a lehető legnagyobb mértékben hasznosítsák, az üvegházakban alkalmazott módon. Sajnos azonban ez a fűtő hatás legnagyobb mértékben nyáron, illetve az átmeneti időszak napos óráiban jelentkezik, míg a téli illetve az éjszakai időszakokban gyors lehűlés tapasztalható, mely elsősorban az üveg igen szegényes hőtechnikai tulajdonságaival magyarázható.



1. ábra. Maximalizált üvegalkalmazás családi ház homlokzatán

---

<sup>1</sup> M. Planck (1914). *The theory of heat radiation*, second edition, translated by M. Masius, Blakiston's Son & Co, Philadelphia, pages 22, 26, 42, 43.

Mindkét fenti megoldás lényege, hogy a napenergia felhasználásával jelentős energia megtakarítást lehessen elérni az épület klimatizálásánál, azonban a hatás épp ellenkező, hiszen az alkalmazott anyagok és megoldások teljes körű hatását nem, csupán egy bizonyos tulajdonságot vettek figyelembe, ennek eredményeként nyári időszakban jellemzően az épület fokozott felmelegedését, míg téli időszakban az épület fokozott lehülését érték el, amely az összes energiafogyasztás növekedéséhez és a fenntarthatóság csökkenéséhez vezet.

A fenti problémák leginkább oda vezethetők vissza, hogy egy épületgépészeti fejlesztést építészeti eszközzel kívánnak elérni, holott már létezik olyan épületgépészeti megoldás (napkollektor) mely a napenergiát képes felhasználni az épület hatékony klimatizálására. A fentiek talán legfontosabb tanulsága, hogy az épületgépészeti eszközöket a lakóterektől továbbra is el kell választani, hiszen a napkollektor pontosan ugyanúgy a sötét színt használja fel a napenergia hatékony megkötésére, azonban amikor nincs kedvező időszak annak használatára (pl. éjszaka) akkor a napkollektor egyszerűen kikapcsolható és nem okoz nem kívánt hőhatásokat a lakóterekben.

Továbbá rendkívül fontos (lenne) hogy egy adott megoldás bevezetésénél figyelembe vegyünk annak összes (kívánt és nem kívánt) hatását egyaránt. Jellemző Magyarországi trend napjainkban az épületek utólagos hőszigetelése. Sajnos túl sok esetben fordul elő, hogy ebben az esetben nem veszik figyelembe a falszerkezetnek a párazáró tulajdonságait, melynek eredménye, hogy az utólagos hőszigetelést követően nem sokkal a lakás elkezd penészedni, gombásodni, mely nem csupán az élhetőséget rontja le igen nagymértékben, hanem hosszabb távon komoly épületszerkezeti problémákhoz is vezethet. Az alternatív épületgépészeti eszközöknek, jellemzően a hőcserélőknek, megvan az a tulajdonságuk, hogy nem csupán a levegő hőmérsékletét tartják állandó értéken jóval kevesebb energiát használva, mint egy légkondicionáló berendezés, hanem egyúttal a levegő frissítéséről is gondoskodnak, valamint az előbb említett páralecsapódási problémák is elkerülhetőek az alkalmazásukkal.

A továbbiakban a tájépítészeti eszközök alkalmazási lehetőségeit részletezzük. Mint korábban említettük, itt a zöldtetők és a zöld falak kialakítási lehetőségeit és azok előnyeit illetve hátrányait tárgyaljuk. Mind a zöldtetők, mind pedig a zöld falak esetében érdemes két kategóriába sorolni ezeket az ültetvényeket, az egyik az intenzív zöldfelületek, a másik pedig az extenzív zöldtetők, illetve zöldfalak.

A magyar szabályozás meglehetősen összetett definíciót ad mindkettőre, amely némely esetben nem is bizonyul helyesnek és egyes zöldtetők akár egyik kategóriába sem férnek bele. A lényeges különbség a kettő között, hogy az intenzív zöldfelület esetében biztosított az öntözés

(beépített öntözőrendszerrel) addig az extenzív zöldfelületek öntözés nélkül is képesek az eredeti funkcióikat megtartva hosszú távon fennmaradni.

Mindkét megoldásnak rendkívül sok előnye van. Ezek közül ki kell emelni az épület szempontjából a fokozott hőszigetelő képességet, az épület tartószerkezetére gyakorolt védő hatást (melynek következtében az épület várható élettartama jelentősen megnőhet), valamint a csapadékvíz visszatartó hatást. Ökológiai szempontból az előnyök még jelentősebbek, hiszen a zöldfelület növelésén túl lehetőséget, életteret biztosít helyi ökoszisztémák fennmaradására, kialakulására. Várostervezési szempontból pedig az ilyen biológiailag aktív felületek a nyilvánvaló esztétikai értékeken túl a fokozott párologtatás és a napsugárzás kémiai úton történő megkötése (fotoszintézis), igen jelentős helyi hűtő hatást eredményez, amely végső soron a városi hősziget-hatás csökkenéséhez és a szabad terek komfortérzetének, használati értékének növekedéséhez vezet.

Fenntarthatósági szempontból értékelve ezek a zöldfelületi elemeket, a helyzet kissé árnyaltabb képet mutat. Míg a napenergia kémiai úton történő megkötése egyértelműen pozitív, hiszen a légköri CO<sub>2</sub> mennyiségét csökkenti és a párologtatás és a hősziget mérséklő hatás is vitathatatlan, addig azonban meg kell nézni, hogy egyes esetekben ezen hatás elérésének mi az ára, akár pénzügyileg, akár pedig egyéb fogyasztást tekintve. Ilyen szempontból vizsgálva a helyzetet, igen jelentős különbség mutatkozik az extenzív és az intenzív zöldtetők és zöldfalak között. Az intenzív zöldfelületek esetében jelentkezik egy igen jelentős további vízfogyasztás (jellemzően ivóvíz) továbbá ezt a vizet fel kell szállítani az épület tetejére, ami pedig jelentős további energia befektetést igényel. Ily módon az intenzív zöldtető alkalmazása jelentősen megnöveli az épület (vagy a település) ivóvíz és energiafogyasztását, ami fenntarthatósági szempontból nem megengedhető. Mindezzel szemben az extenzív zöldtetők szintén rendelkeznek az intenzív zöldtetőkéhez hasonló előnyökkel (leszámítva, hogy száraz időszakokban a párologtatás mértéke jóval kisebb és a biológiai aktivitásuk is szükségszerűen alacsonyabb), azonban mindez a fent említett hátrányok nélkül, tehát fenntarthatósági szempontból vizsgálva az épületen elhelyezett zöldfelületek alkalmazási lehetőségeit azt kell mondanunk, hogy az extenzív zöldfelületek teljes mértékben fenntarthatóak, ellentétben az intenzív zöldfelületekkel.

Rendkívül fontos kérdés, hogy hol, mi számít extenzív, illetve intenzív zöldtetőnek, vagy zöldfalnak. A kérdésre egyértelműen az adott hely klimatikus adottságainak ismeretében lehet csak válaszolni. Jól ismert például, hogy Izlandon és más skandináv országokban már ezer éve is alkalmaztak gyepesített tetőket. Mindez ott extenzív zöldtetőnek számít, mivel az állandóan rendkívül magas relatív páratartalom és a minden évszakban hulló nagymennyiségű csapadék miatt ezen tetőknek egyáltalán

nincs öntözővíz igényük. Hasonló példa a napjainkban felhőkarcolókra tervezett zöldtetők, zöldfalak Szingapúrban (2. ábra), ahol az egyenlítői óceáni klíma miatt szintén hasonlóak a csapadék és a levegő relatív páratartalmának értékei is, így azon a területen ezek is mind extenzív zöldfelületnek tekinthetők. Ezzel ellentétes példa a sivatagi országokban tervezett hasonló létesítmények, ott gyakorlatilag alig lehet találni olyan növényt amelyik nem igényel öntözést a fennmaradásához, különösen, akkor, ha egy épületen (zöldtetőként) helyezkedik el.



2. ábra. Zöld felhőkarcoló Szingapúrban (látványterv)

A magyarországi viszonyokat figyelembe véve, nálunk extenzív zöldtető csak speciális növényzettel (pl. Sedum fajok) valósítható meg egyenlőre. Minden más tető pedig intenzív zöldtetőnek minősül. A zöldtetők esetében a kivitelezési technológia mára gyakorlatilag teljesen kidolgozottnak tekinthető, ellentétben a zöld falakkal. A zöld falak esetében még napjainkban is számos jelentős újításnak lehetünk tanúi, azonban bizonyos kérdésekre még napjainkig sem született válasz. Ismerjük a hagyományos kúszónövényekkel borított zöld falakat, illetve ismerünk intenzív, azonnal elkészíthető zöld falakat, ám ezeknek jelentős fenntartási (víz, energia, tápanyag(!)) igényük van, továbbá kontinentális éghajlaton gyakorlatilag használhatatlanok, mivel a fagy súlyosan károsítja őket.

Megoldás lehet extenzív szerelt zöldfalak alkalmazása, melyek azonban egyenlőre még csak kutatási/kísérleti stádiumban léteznek.

A fentiek alapján talán belátható, hogy az épületek fenntartható hőgazdálkodásának igen kézenfekvő megoldása lehet a tájépítészeti módszerek alkalmazása. A „vissza a természethez” rousseau-i elvek korszerű újragondolása talán megoldás lehet az élhetőbb város ideáljának megvalósításához. Ez az út azonban – mivel a megvalósítás eszközei élő alkotóelemek – rendkívül nagy körültekintést igényel, hiszen a hibás lépések korrigálása sokszor lehetetlen, de mindenképpen időigényesebb, mint a rossz műszaki megoldások korrekciója. Ha fennmaradni képes zöldfelületeket létesítünk akár épített felületeken akár hagyományosan talajon, egy olyan mesterséges ökoszisztémát hozunk létre, amelynek természeti megfelelője sokszor évszázadok alatt alakult ki. Ezért, az általunk kialakított rendszerek átgondolt tervezést és állandó fenntartást igényelnek, melynek szükséges mértéke a megoldások helyességétől és a területhasználat intenzitásától függ.

A cél tehát adott, de hogy milyen eszközökkel és milyen áron valósítsuk meg, erre sokféle válasz lehetséges:

Extenzív zöldtetők:

A telepítési technológiák különbözőek lehetnek, melyek kritikai értékelése is sok érdekességet hordoz. A zöldtetők növényzetének telepítése természetesen történhet a kertekben megszokott módon, hagyományos módszerek szerint, és gyakran így is történik. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt az elvet, hogy – főleg a magasban – nagyon fontos a lehető legnagyobb növényborítottság minél gyorsabb elérése. Ez elsősorban az extenzív zöldtetők növényzeténél fontos, ahol a minimális szervesanyag-tartalmú, sekély ültetőközegben, öntözés nélkül a növények csak nagyon lassan képesek – ha egyáltalán – a teljes borítás közeli állapotot elérni. Az extenzív zöldtetők növényzetének telepítésére nálunk az alábbi megoldások a legelterjedtebbek:

1. Konténerben előnevelt növények telepítése. Ez a hagyományosnak mondható, kertekben is általánosan alkalmazott megoldás, bár elsőre jó, magától értetődően választandó megoldásnak tűnik, mégis vannak vele kapcsolatos fenntartások. A luxuskörülményekhez szokott, eddig tápanyagban gazdag talajban fejlődő növények nem igazán tudnak a környezetében lévő, kevesebb szerves- és tápanyagot tartalmazó közegben fejlődni, nem képesek azt gyökérzetükkel jól átszőni. Ennek az a következménye, hogy évekkal a telepítés után is jól láthatók az eredeti tövek, és a köztük lévő ültetőközegben a növény borítottság minimális. Nehezíti a telepítés szervezését, a konténeres növények nagyobb súlya. Hátránya még,



hogy meglehetősen költséges, így a négyzetméterenkénti 12-16 tő konténeres növény ára, az extenzív zöldtetők létesítése összes költségének jelentős hányada.

2. Sedum nyessedék kiszórás. Felhasználva a varjúháj fajok jó és gyors gyökerező képességét, a növények hajtásait 2-3 leveles, azaz legfeljebb 1cm hosszú hajtásokra darabolják (ahány levél, annyi kihajtásra képes rügy). Ezt a nyessedéket az ültetőközeg felső 1-2 centiméterébe keverve, majd lehengerezve tulajdonképpen egyenletesen elosztott, sűrű dugványozást végeztünk, amely dugványok megfelelő fenntartás mellett hamar begyökeresednek, kihajtanak és gyorsan, egyenletesen borítják a felszínt. Ezzel a módszerrel nagy felületeken lehet gyorsan, bizonyos elemeket akár gyepesítve, extenzív tetők növényzetét kialakítani.

3. Előnevelt Sedum szőnyeg terítése. Ez a módszer – akár a gyepesítésnél a hengerített gypszőnyeg alkalmazása – a legrövidebb idő alatt biztosítja a teljes felület 100%-os borítottságát. A mintegy 2,5cm vastagságú szőnyeg, alul víztartó filcből, fölötte laza műanyag szövetekből álló vázrészből, a szöveteket megtöltő szerves ültetőközegből (pl. salak), és az azt benövő növényzetből (Sedum fajok) áll. A növényzet magvetésből és sarjvetésből is nevelhető. Kialakításából adódóan stabil, szerkezet- és mérettartó, és mint ilyen, kiválóan alkalmas ferde felületek növényborításának megoldására. Könnyen és egyszerűen lerakható, tetszőleges méretre vágható. Kihelyezése előtt eligazítjuk az alá elhelyezni szánt ültetőközeget. Figyelembe kell azonban venni, hogy a szőnyeg önsúlya jelentős (35 kg/m<sup>2</sup>), a raklapon történő szállításához gépi erő szükséges. Fontos tudni, hogy a felgöngyölt Sedum paplan a növény pozsgás jellegéből adódó nagy víztartalma miatt könnyen befülled, majd rothadni kezd. Ezért fontos hogy az összegöngyölt paplanokat hűvös helyen és legfeljebb 24-48 óráig tárolhatjuk. Költséges, de a fenntarthatóság szempontjából igen jó megoldás, mert hamar a végleges állapot alakul ki teljes növényborítással.

4. Tálcákban előnevelt növényzet kihelyezése. Mivel az azonnali teljes növényborítás elérése igen vonzó cél, erre más megoldást is kifejlesztettek növényekkel beültetett, előnevelt tálcák formájában. Ez egy modulokból álló, kisebb elemekből tetszőleges méretűre összerakható rendszer. Az egyes tálcákat egymás mellé helyezve a műszaki felépítményen, könnyen kialakítható a megfelelő borítású növényzet. Előnye a gyors és egyszerű telepítés mellett, hogy a növényzet károsodása esetén az egyes tálcák cseréjével ez könnyen orvosolható. Hátránya, hogy az ültetőközeg kisebb tömörödése esetén is már láthatóvá válik a tálcák pereme, ami a látványt erősen rontja és a hóárnyékoló hatás is csökken. Szükséges lenne ilyenkor 1-2 cm-es utólagos közegterítés, amit a növényzet könnyen benő és a borítás újra összefüggő lesz. Ezzel már az intenzív fenntartású tetők felé közelítünk. Ez a megoldás is költséges. Vita tárgya lehet az is, hogy az így kialakított

felületek mennyire nevezhetők zöldtetőknek, hiszen itt a kertészeti felépítmény és a műszaki alépítmény nem alkot összefüggő szerkezeti egységet.

Fontos kérdés az extenzív zöldtetőkön megfelelő ültetőközeg alkalmazása. A mai trend szerint minimális (gyakran 0%) szervesanyag tartalmú keverékekbe ültetik a Sedum fajokat azzal a megfontolással, miszerint azok úgy is hasonló feltételek között nőnek és elkerülhetjük a túlzott gyomosodást. Ez igaz, azonban minimális szervesanyag esetén, a növények biológiai aktivitása kicsi, azaz növekedésük lassú, szervesanyag produktumuk minimális. Ennek megfelelő feltételek mellett, természetes körülmények között sem alakulnak ki teljes borítású felületek, csak ún. nyílt szikla-, vagy homokpuszta gyepek. Több működő extenzív zöldtetőt megvizsgálva látható, hogy más tényezők is jelentősen befolyásolják a növényzet fejlődését. Sok esetben, a kötelezően létesítendő kavics védősávban jobban fejlődnek a növények, mint a tető egyéb részein, mert itt a szigetelésen összefolyó víz nagyobb mennyiségben áll rendelkezésre. (3. ábra)



3. ábra. Spontán megtelepedett palástfű (magashegységi évelő faj) az elválasztó kavicsrétegben, extenzív zöldtetőn.

Más esetben a részben árnyékolt sarkokban, lépcsőfokok vagy műszaki berendezések védelmében sokkal jobban fejlődnek a növények, mint a többi kertrészen, ami azt mutatja, hogy a növényzet fejlődésében a szűk

keresztmetszet nem biztos, hogy a közeg, hanem más környezeti tényező.<sup>2</sup> Ezért meggondolandó, hogy nem célravezetőbb-e ha az ültetőközeg nagyobb tápanyagtartalma és ezzel a növények fejlődése erőteljesebb, tudomásul véve, hogy ebben az esetben évente legalább egyszer a tetőt gyomtalanítani kell? A közeggel szemben támasztott legfontosabb követelmény a tartós szerkezet azonban, továbbra is elsődleges szempont kell, hogy maradjon. A megnövekedett szerves- és tápanyagtartalma vagy vastagabb ültetőközegben várhatóan jelentősebb lesz a gyomosodás, de évenkénti egy-két alkalommal végzett gyomlálással ez korrigálható. A spontán megjelenő növények jelentős része pedig kedvező hatású, segít a teljes borítás elérésében. A különböző extenzív zöldtetők komplett rendszerét kínáló cégek mintatetőinek összehasonlító bemutatójával – Németországban már létezik – az építetők könnyebben kiválaszthatnák a számukra legmegfelelőbb típust. (4. ábra)



4. ábra. Extenzív zöldtető rendszerek összehasonlító bemutatója Németországban.

Intenzív zöldtetők:

---

<sup>2</sup> Ez a Liebig () által megfogalmazott minimumtörvény szerinti törvényszerűség, azaz a növény fejlődése mindig a számára legkedvezőtlenebb mennyiségben jelenlévő környezeti feltételhez igazodik.

Kétségtelen, hogy az intenzív zöldtetők a használhatóság és az esztétikum szempontjából sokkal nagyobb értéket képviselnek, mint az extenzívek, kérdés azonban, hogy milyen ökológiai áldozatok árán valósul meg mindez? E szempontból ketté kell választanunk a talajszinten és a magasban épült zöldtetőket. A mélygarázsokon és egyéb földémszerkezeteken létesült talajszinti intenzív zöldtetők létesítése minden tekintetben fontos, támogatandó. Fenntartása alig bonyolultabb és drágább, mint a hagyományos kerteké. Meglévő növeli a fenntartható hasznos zöldfelületeket, az élehető települési táj fontos elemei lehetnek. (5. ábra)



5. ábra. Intenzív zöldtető talajszinten, mélygarázs fölött, Pestszentlőrincen.

A több emelet magasságban lévő intenzív zöldtetők létesítése és fenntartása viszont már jelentős többletköltséggel és ezzel összefüggésben többletenergiával jár. Ezért tervezésüknél az energiafelhasználásuk minimalizálását és használati értékük maximalizálását kell szem előtt tartanunk. Fontos, hogy a létesítendő zöldtető minél könnyebben fenntartható legyen, a lehető legnagyobb nettó zöldfelülettel bírjon és használata ne a felesleges luxust, hanem az élő környezet közelségének igényét szolgálja. Fontos tény, hogy ha egy városrészben egy bizonyos mennyiségű zöldtető létesült, akkor ez hirtelen minőségi ugrást eredményezhet, az eladdig szürke lakónegyedek hirtelen zöldövezetté alakulnak és ez ugrásszerűen megnöveli a helyi ingatlanok értékét is. Erre kitűnő európai példa Linz városának ilyen irányú, tudatos zöldövezeti rekonstrukciós programja.

Akár extenzív, akár intenzív zöldtetőt létesítünk, élvezhetjük azok ökológiai és műszaki előnyeit az esztétikai hatás vitathatatlan értékein túl. Egy jól

megépített zöldtető jól hőszigetel, jó hőárnyékoló képességű, visszatartja a csapadékvizet, megköti a port, elnyeli a hangokat. Ebből következően csökken az épület működtetéséhez szükséges energiafelhasználás, nő a levegő páratartalma, csökken a szálló por mennyisége, kisebb a hősziget hatás, tehát élhetőbb a terület.

A zöldtetők láthatóság szempontjából is két részre oszthatók: látható és nem látható tetőkre. Minél több zöldtető létesül, annál inkább vonzó a szemnek, és ez azzal a hatással is jár, hogy sűrű beépítésű városokban a talajszintről gyakran nem is látható felsőbb világ alakul ki, amelynek a vonzó látványa tovább inspirálja az erre épülő közösségi életet. Ezt a különös és nagyszerű látványt köthetik össze egységes zöldfelületté a zöldfalak, zöldhomlokzatok. (6. ábra)



6. ábra. Épített felületek komplex növényi hasznosítása (helyszín??).

### Zöldfalak:

Az épületek homlokzatainak, a függőleges falaknak növényzettel való borítása tovább csökkenti az épületek fenntartásának energiaszükségletét. Ez sem új ötlet, hiszen a kúszónövények alkalmazása ősrégi gyakorlat. A korszerű építészeti anyagok és megoldások felhasználásával rendkívül jó hőárnyékolást, sugárzás- és esővédelmet érhetünk el, viszonylag egyszerű módszerekkel. Ezek a következők:

## Kúszó és csüngő növények alkalmazása:

A talajba ültetett és onnan felkúszó növények alkalmazása igen egyszerű és olcsó megoldás. Tudomásul kell venni azonban, hogy a növények több évi növekedése után érhető csak el a házfalak teljes borítása. Tény továbbá, hogy a legtöbb kúszónövény lombhullató, ezért a téli látványuk nem a legszebb. Ha egy idősebb növényt bármilyen jellegű károsítás éri, akkor igen gyakran óriási falfelületek zöld borítása semmisül meg. Gyakori vita tárgya, hogy a kúszónövények tönkre teszik-e vagy védik a falfelületet. Ezt megelőzhetjük olyan, a kapaszkodást szolgáló kiegészítő épületelemek (pengefal, rozsdamentes acél huzalrendszer, stb.) létesítésével, amely az épület falfelületétől függetlenül tartja a növényzetet. A felülről, pl. zöldtetőről lefelé nöövő növényekkel is meggyorsíthatjuk a falak takarását, ez azonban már állandó fenntartást igénylő energiaigényesebb megoldás. Meggyorsítja, de drágítja is a növényborítást a ládában előnevelt, kész növényfal alkalmazása is. (7. ábra)



7. ábra. Faiskolában előnevelt kúszónövények.

## Épített-szerelt zöldfalak:

Napjaink újszerű megoldása, amely sok esetben a végcél – a vertikális növényborítás gyors kialakítása – érdekében nincs tekintettel a növényzet fenntarthatóságának nehézségeire, az épületek önfenntartóságának szempontjaira, a megvalósítás és a hasznosság ésszerű arányára. A most felkapott és mindenütt idézett, Patrick Blanc nevével fémjelzett zöldfalak hazai alkalmazására igen kevés esély mutatkozik. Ezek a vertikális kertek ugyanis óriási fenntartási igényűek, egymás fölé helyezett kisebb ültetőegységek rendszeréből állnak, melynek állandó és igen intenzív fenntartást igényelnek. (8. ábra)



8. ábra. Épített-szerelt zöldfal, nem elég intenzív fenntartás eredményeként.

Energiagényét és ökológiai értékét tekintve semmiképpen sem tekinthető energiatakarékos megoldásnak. Az esetenként kétségkívül látványos növényzet elemeinek többsége pedig a mi kontinentális klímánkban nem alkalmazható. Az utóbbi időben egyre több példa igazolja, hogy ezek a szuperintenzív fenntartású zöldfelületek rendkívül sérülékenyek, hosszú távú fenntartásuk szinte lehetetlen. Általánosan igaz, hogy egy rendszer – különösen, ha élő elemek is részei – minél kevésbé önfenntartó, annál

sérülékenyebb. Az ilyen épületzöldítési megoldások társadalmi hasznossága igencsak kérdéses, semmiképpen sem tekinthető ökológikus megoldásnak. Elfogadható lehet néhány kiemelt helyszínen az ökológikus gondolkodást szimbolizáló „geg”, figyelemfelkeltő látványosságként. Nagy előrelépés lehetne olyan extenzív – félintenzív zöldfalak kialakítása, amelyek a csapadékvíz teljes hasznosításával, helyes növényalkalmazással, minimális fenntartási igénnyel képesek lehetnek hosszútávon fennmaradni. Ezek alapjai lehetnek a jövő ökológikus szemléletű városépítészetének.

Nem kell részleteznünk, hogy egy település élhetőségében mekkora szerepük van a zöldfelületeknek. A parkok növényzete, a fasorok és magánkertek a városok „légzőszervei”, ez mindenki által közismert. Az eddigi növényalkalmazási tervekben viszont talán kisebb hangsúlyt fektettünk az egyes növények árnyékoló hatásának kihasználására. Egy árnyas kerthelyiség vagy parkrészlet kedvező hatásait mindenki ismeri és boldogan élvezi, de a fáknek az épületek hőháztartásában betölthető szerepével, vagy a nagyobb burkolt térségek hősziget-effektusának kiküszöbölésével ritkábban számolunk. Pedig méréseink igazolták, hogy egy belvárosi lakótömb belső udvarán növe egyetlen bálványfa - mely kifejezetten laza lombkoronájú - legalább 5 C fokkal csökkenti az udvar hőmérsékletét, ezzel elviselhetőbb mikroklímát biztosítva az ott lakók számára. (9. ábra)





9. ábra. Belső udvarban nőtt bálványfák, kiváló árnyékoló hatással.

Ezért át kellene gondolni a mai növényalkalmazási gyakorlatot, a nagytermetű fák hőárnyékoló szerepét előtérbe kell helyezni. Újra kell gondolni a gyorsan növő, de törekeny ágrendszerű, rövid élettartamú fajok alkalmazását mintegy előfásítás jelleggel, és új jelentőséget kaphatnának a lassan növő, de hosszú életű klimax fajok (tölgy, bükk) a városi növényalkalmazásban. Az előfásítás rövid életű fafajainak alkalmazása természetesen folyamatos, megelőző faápolást feltételez.

Rövid áttekintésünkből is érzékelhető, hogy a zöld építészet eszközszerkezete igen szerteágazó, elemei széles körben alkalmazhatóak, ismertek. Megfelelő alkalmazásukhoz azonban elsősorban a tervezőkben és az építetőkben kell, hogy gyökeret verjen egy olyan környezettudatos szemlélet, amely az egyes megoldásokat nem önmagukban, hanem társadalmi hasznosságuk rendszerében képes értelmezni és szükség esetén felhasználni vagy elvetni. Ha egy rendszert nagy körültekintéssel és a törvényszerűségek mentén építünk fel és működtetünk, akkor a lehető legkisebb energiaráfordítással érhetjük el kitűzött céljainkat. Lehet, hogy a legcélravezetőbb, ha, mint ahogy a gyermekeit karosszékében hátradőlve figyelő atya csak a legszükségesebb esetekben avatkozik azok játékaiba, mi is csak a szükséges minimális beavatkozással irányítjuk az élő környezet történéseit figyelembe véve annak törvényszerűségeit, tudván, hogy „nekünk dolgozik”. Talán ez az igazán ökológikus szemlélet.