

# Zöldépítés Alapok és természetes felületek – I.

## Green Construction Basics and natural surfaces – I.

### Bazele realizării construcțiilor verzi – I.

LECZOVICS Péter

Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Budapest  
Institute of Construction Management, Szent Istvan University, Budapest, Hungary  
Leczovics.Peter@ybl.szie.hu

#### ABSTRACT

*Presently there are numerous approaches to solve the ecological problems of urbanization. The different tendencies mainly agree in one aspect: the beneficial effects and importance of green surfaces.*

*The presentation summarizes the green surface installation possibilities, and gives a short review of its ecological advantages, as well as the importance of its awareness.*

**Keywords:** green roof, facades

#### ÖSSZEFOGLALÓ

*Korunk számtalan megközelítésben igyekszik megoldani az urbanizáció ökológiai problémáit. A különböző mozgalmak, irányzatok azonban egyben megegyeznek: a növényzetek előnyös hatásainak – nemcsak városi környezetben – előtérbe helyezése.*

*A cikkben röviden ismertetem a növényzetek telepítésnek lehetőségeit, az ökológiai előnyeit, valamint a szemléletváltás fontosságát.*

**Kulcsszavak:** zöldtető, homlokzatok, fotoszintézis

Az emberiség mindig is szoros kapcsolatban állt a természettel, bár ez a kapcsolat nem mindig volt harmonikus. Sokáig csak a természet meghódítása, „leigázása” játszott szerepet. Kétségtelen tény, hogy mindig volt egy-egy kivétel, de ezek az esetek elsősorban esztétikai, pszichológiai értékeket képviseltek.

A célirányos tendencia a múlt század 30-as éveitől kezdődően alakult ki. Innentől számítható a különböző tudományágak, a gyakorlati megvalósítások tudatos együttműködése (1.sz. ábra), és céljuk már nem a természet meghódítása, hanem a természetes környezet kibővítése, reaktiválása, a hagyományos beépítések monotonitásának feloldása, a kialakult környezetvédelem szempontjainak előtérbe helyezése.

Számos új tudományág jött létre, így például a már említett környezetvédelem, természetközeli, környezetbarát építési módok, új fogalmakat ismerhettünk meg, mint pl.: fenntarthatóság, öko-city, smart-city, környezet-, energiatudatos építés, öko-lábnym, és létrejöttek, megalakultak a zöldmozgalmak, amelyek tevékenysége az utóbbi évtizedekben fokozottan előtérbe került.

Mindezek alapja a természet – ezen belül a növényzet – és az ember kapcsolata. A széleskörű kapcsolati rendszerből jelen cikkben az alábbi témaköröket emelem ki:

- zöldhomlokzatok,
- zöldtetők,

de ide tartozik a természetközeli szennyvíztisztítás, a kerti tavak és tófürdők, valamint az esőkertek.



1. ábra  
A zöldépítéshez kapcsolódó témakörök

Az alkalmazások közös tulajdonsága a természet/növényzet számos – az emberiség számára előnyös – élettevékenységének tudatos alkalmazása. Az előnyök az alábbiak:

- mikroklíma javítása (szabályozzák a levegő páratartalmát, hőmérsékletét), ezáltal csökkennek a városi hőszigetek,
- a klimatizáló hatás befolyásolja a légmozgást,
- a növények alapvető élettevékenysége a fotoszintézis ( $\text{CO}_2$  elnyelés,  $\text{O}_2$  termelés),
- por és szennyezőanyagok, gázok kiszűrése, megkötése,
- téli időszakban csökkenti az épületszerkezetek hőveszteségét,
- nyári időszakban csökkenti a túlzott felmelegedést (hőcsillapítás),
- védik az épületszerkezetet az időjárás hatásaitól,
- akusztikai védelem,
- csatornahálózat terhelésének csökkentése,
- víztisztítás, öntözővíz biztosítása,
- a talaj vízháztartásának biztosítása, szabályozása,
- pszichológiai hatások (kellemes közérzet, esztétikai élmény, csökken a civilizációs ártalmak veszélye),
- biodiverzitás fenntartása.

A telepített növényzet szinte minden esetben számos előnnyel jár, függetlenül attól, hogy az egyes beépítéseknél az előnyök nem mindegyike dominál. A különböző típusú beépítéseknél egyes ökológiai előnyök előtérbe kerülnek, míg némelyik előny – funkciójából eredően – háttérbe szorul. Így például a növényzettel telepített tetők esetében szinte minden – a korábbiakban felsorolt – előnnyel számolhatunk, míg például a kerti tavak, tófürdők esetében a domináns szerep az élettér bővítése, pszichológiai hatások, valamint a mikroklíma javítása.

A különböző beépítések, alkalmazások fontosabb jellemzőit az 1. táblázatban foglaltam össze. A táblázatból is látható, hogy az növényzetek telepítésekor – zöldtetők, homlokzatok, valamint az esőkertek esetében – a legfontosabb a fotoszintézis, a mikroklíma, valamint az épületfizikai megközelítések, elemzések.

## 1. táblázat

	Funkció	Zöld-tető	Zöld-falak, homlokzatok	Kerti tavak, tófürdők	Eső-kertek	Természet-közeli szennyvíz-tisztítás
<b>Mikroklíma</b>	A levegő páratartalmának, hőmérsékletének szabályozása.	x	x	x	x	x
	Por, szennyező anyagok megkötése.	x	x	x	x	
<b>Fotoszintézis</b>	CO <sub>2</sub> elnyelés, O <sub>2</sub> termelés	x	x		x	
<b>Épületfizika (Hőtechnika)</b>	Téli időszakban csökkenti az ép.szerkezetek hőveszteségét, nyári időszakban csökkenti a túlzott felmelegedést.	x	x			
	Véd az időjárás hatásaitól.	x	x			
<b>Akusztika</b>	Zajártalmak csökkentése.	x	x			
<b>Vízgazdálkodás</b>	Csatornahálózat terhelésének csökkentése.	x			x	
	Víz tisztítás, öntözővíz biztosítása.				x	x
	A talaj vízháztartásának biztosítása, szabályozása.				x	
<b>Biodiverzitás</b>		x	x	x	x	x
<b>Rekreáció</b>	Pszichológiai hatások (kellemes közérzet, esztétikai élmény, csökken a civilizációs ártalmak veszélye).	x	x	x	x	

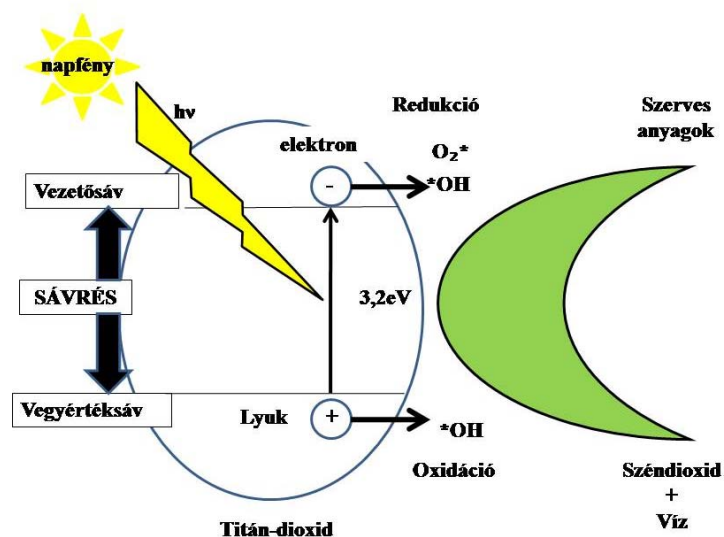
*Az egyes alkalmazások funkcionalitása*

## 1. ALAPOK

### Fotokatalízis, fotoszintézis

Maga a katalízis a vegyiparban általánosan ismert folyamat, a lényege, hogy a kémiai reakcióban a katalizátor játszik fontos szerepet. A katalizátor egy olyan anyag, az adott kémiai reakciót úgy gyorsítja fel (aktivátorok), illetve lassítja le (inhibitorok), hogy ő maga a reakció során nem változik meg maradandóan. Jelenlétükben a reakciók alacsonyabb aktiválási energiájú részfolyamatokon keresztül játszódhatnak le (a reakciósebesség növekszik). Sokféle anyag (szervetlen, szerves, elemek, enzimek, stb.) lehet katalizátor, de jelen témakörhöz köthetően a fény is szerepet játszik. A fény hatására lejátszódó reakciókat, folyamatokat fotokatalitikus folyamatoknak nevezzük.

Bár nem tartozik szorosan a zöldépítéshez, de a betontechnológiában a „legismertebb” fotokatalitikus folyamat az öntisztuló felületek alkalmazása. Lényege a titándioxid egyik módosulatának hatásán alapszik. A módosulat a fény hatására gerjesztődik, és a kialakuló sávrés aktív, reakcióképes (2. ábra). A reakcióképesség, valamint a környezeti hatások következtében a korábban a felületen megtelepedő szennyeződések, valamint a felülettel érintkező levegő szennyeződései a lejátszódó kémiai reakciók eredményeképpen a környezet szempontjából „semlegesé” válnak, azaz a közvetlen szennyező hatás megszűnik.

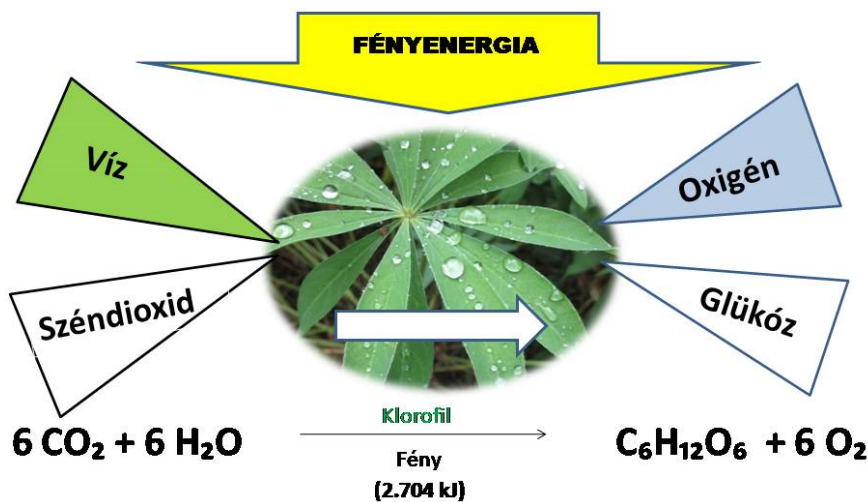


2. ábra

*A TiO<sub>2</sub> fotokatalitikus folyamatának hatásmechanizmusa*

A természetben ismert fotokatalitikus jelenség a fotoszintézis, amely az emberi lét egyik alappillére.

A **fotoszintézis** olyan biológiai folyamat, melyben az élőlények a napfény energiáját felhasználva szervetlen anyagból szerves anyagot hoznak létre. A fotoszintézis olyan metabolizmus, amely lebontó (katabolikus) folyamat a fényreakció (a fényenergia kémiai energiává alakul) és felépítő (anabolikus) folyamatból (a széndioxid megkötése) tevődik össze. A bonyolult kémiai reakciók végén az eredmény 6 cukormolekula és 6 oxigénmolekula (3. ábra). A cukormolekula a növény testépítésére, gyarapodására szolgál, míg a felszabaduló oxigén a légkört dúsítja. A folyamat fontos eleme a transpiráció, vagyis a levegő páratartalmának növelése.



3. ábra

*A fotoszintézis mechanizmusa*

Dr. Radó Dezső, a Budapesti Városvédő Egyesület alelnöke egyik tanulmányában írta a múlt század végén:

*„Levegőnk állapotát figyelembe véve, a legfontosabb hatásnak a szén-dioxid feldolgozását kell tekinteni. 1 hektár 70–80 éves erdő fennállása alatt 900 tonna szenet von ki a levegőből. Egyetlen fa életműködése alatt 20 millió köbméter levegőt képes kémiaiilag megtisztítani a szén-dioxidtól. Egy idős fa évi oxigénproduktuma közel 200 kg, vagyis több mint egy ember évi felhasználása. Egy autó évi oxigén-felhasználása 5000 kg, azaz ezt már 30 fa tudná pótolni.”[1]*

Egy korábbi mérés szerint német kutatók egy százéves bükkfa élettevékenységét vizsgálva megállapították, hogy a mérések, számítások szerint a 160 m<sup>2</sup> koronavetületű fa évente 200 kg oxigént termel a vegetációs időszak folyamán [2]. Egy ember átlagosan 175 kg oxigént fogyaszt évente, azaz a bükk egy felnőtt ember éves oxigén szükségletét messzemenően biztosítja. Ez az értékarány viszonylag jónak mondható, azonban ha hozzávesszük az ipari és háztartási tevékenységből eredő oxigén felhasználást, akkor már korántsem egyértelmű a megítélés.

## A LEVEGŐ TISZTÍTÁSA, A PORSZENNYEZÉS CSÖKKENTÉSE

A fotoszintézis mellett másik fontos ökológiai előny a környezeti levegő mechanikai szűrése. Akárcsak az előző funkció, ez a tulajdonság is szoros összefüggésben van a zöldfelület nagyságával. A növényeknek megvan az a speciális képességük, hogy ki tudják szűrni a levegő por és szennyező részecskéit. A levelek felületéhez tapadt részecskéket később az esővíz a talajra mossa. Emellett a levegőben gáz alakban jelenlévő káros anyagokat, és az aeroszoloikat is adszorbeálják. Néhány – általánosan előforduló – fafajta zöldfelületi jellemzőit a 2. táblázat ismerteti. Vizsgálatok kimutatták (Bartfelder, Köhler, 1986), hogy az erősen szennyezett levegőjű belső kerületekben a fák lombozata még a nehézfémeket is megköti.

2. táblázat

	Fafaj	1 levél felülete, cm <sup>2</sup>	Levélszám		1 m <sup>3</sup> -ben m <sup>2</sup> felület
			db/m <sup>2</sup>	db/m <sup>3</sup>	
Kislevelűek	Akác	6	1.666	7.000	4,2
	Fűz	12	835	4.200	5
	Lepényfa	4,5	2.200	9.000	4,1
Középlevelűek	Zöld juhar	36	278	1.100	3,8
	Fekete nyár	34	2.290	1.100	4
	Mezei juhar	48	208	1.040	5
	Bükk	39	256	950	3,7
Nagylevelűek	Platán	216	46	180	3,8
	Vadgesztenye	90	111	430	3,9
	Szivarfa	260	38	160	4,2

*Fafajták zöldfelületi jellemzői [3]*

A zöldfelületek szerepe kettős, mert egyfelől rajtuk nem keletkezik légszennyezés, másfelől a beépített felületeken előálló szennyezés ellen védelmet nyújtanak. Ezt a védelmi funkciót nem csupán a fák és cserjék töltik be, hanem a pázsitfűfélék is (3. táblázat), mert sűrű térállásuk miatt (30-40 ezer szál/m<sup>2</sup>) nagyobb asszimiláló felülettel rendelkeznek, mint azt gondolnánk.

3. táblázat

A növényzet típusa	Levélfelület 1m <sup>2</sup> tető- ill. falfelületen
gyep: 3 cm magas	6
5 cm magas	9
Mező: 60 cm magas fűvel	max.225
Extenzív tető: nyáron fűtető*	min. 100
szedum (varjúháj)	1
8 cm magasságig	2,4
10 cm magasságig	
Homlokzatra futtatott vadszőlő	
10 cm vastag	3
20 cm vastag	5
Homlokzatra futtatott borostyán	
20 cm vastag	11,8

Megj.: \*60 cm magas, kaszálatlan fű, csak kivételes esetekben fogadható el (esztétika, tűzrendészet, karbantartás)

*A levélfelületek értékei a Kassel-i egyetem vizsgálatai alapján[4]*

1 m<sup>2</sup> levélfelület több mint 1 kg szennyezőanyag kiszűrésére képes a vegetációs időszak alatt, ami különösen hatékony, ha a fák és a cserjék forgalmas útvonalak mentén helyezkednek el. 1 hektár erdő évente 70–100 tonna szennyezőanyagot közömbösíthet.

Egyes szakértők véleménye szerint a fák a keletkező pormennyiség 70%-át megkötik. Megállapították, hogy egy zárt fatelepítéssel 30-60 tonna közötti porszűrés érhető el hektáronként (a 30 tonna túlevelű erdőre, a 60 tonna lombos erdőre vonatkozik).

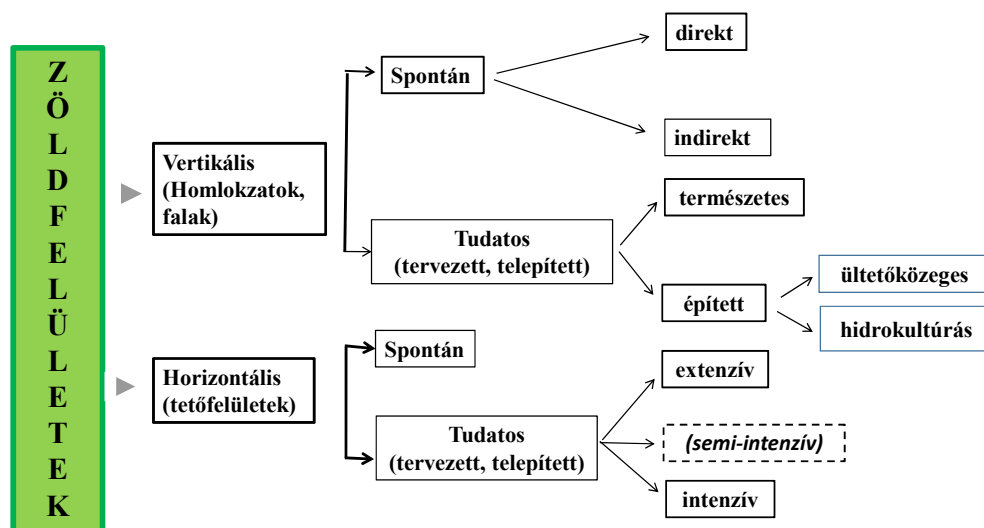
A következő vizsgálatot Radó Dezső végezte egy 30 éves juharfán (*Acer campestre*), melynek kb.40.000 levele van 22 lombköbméter kiterjedéssel. A fa a vegetációs időben kb. 100 kg port kötött meg, így egy levélre kb. 2,5g pormennyiség, 1 lombköbméterre pedig 4,5 kg por jut.

## 2. ZÖLDFELÜLETEK

Ma már „kissé elhasznált” a zöldfelületek esetében az ókor hét csodája közül Szemirámisz függőkertjére hivatkozni, de ha belegondolunk, akkor a zöldépítésben – függetlenül a legendától – bizony előremutató megoldásokat alkalmaztak. Így például a tetőkertek szigetelési rendszerének kialakításánál természetes bitument (aszfalt), valamint fémlemez (ólom) szigetelést alkalmaztak, és telepítették a tetőkertet. A függőleges felületekre pedig, a teraszok szélein a felületek eltakarására kúszónövényeket telepítettek, és így egységessé tették a látványt. Azt, hogy a kutatások szerint az egyes teraszok öntözését is megoldották, valamint – mai elnevezéssel – kertépítési műtárgyakat (pl.: szökőkutak, vízfolyások, patakok stb.) is elhelyeztek szintén a kevés, néha egymásnak ellentmondó leírások is megemlítik.

A későbbi korokban – szinte elfeledve az ókori eredményeket – csak elvétve épültek „tudatosan” kialakított zöldfelületek. Az igazi áttörést a XX. század közepe, második fele jelentette, ekkor ismerték fel a növényzetek jelentőségét az épített környezetben, függetlenül attól a tényről, hogy a ma úgynevezett népi építészetben szinte folyamatosan alkalmazták (pl.: függőleges felületek esetén a kúszó-, futónövények spontán telepítése, árnyékolók – lugasok – kialakítása, a növényzettel fedett tetők esetében az északi országokban alkalmazott fűtetős megoldások, illetve akár hazai viszonylatban a pincék építése).

A növényzettel telepített, ún. zöldfelületek egyszerűsített felosztását a 4. ábra mutatja be. Az alapvető felosztási szempontunk a zöldfelület elhelyezkedése az épületszerkezetben, így lehet függőleges (falak, homlokzatok), ferde (pl. árnyékolók, támfalak, magastetők), illetve vízszintes (tetőfelületek).



4. ábra  
Zöldfelületek felosztása

A függőleges felületek esetében megemlíthetjük a zöldhomlokzatokat, illetve a falakat. A zöldhomlokzat olyan rendszer, amelyben a növényzet önmaga, vagy kiegészítő tartó szerkezetekkel, illetve konténeres, vagy modul kialakítással jön, illetve hozható létre. A zöldfalak általában kisebb szerkezeti egységekből, előre beültetett panelekből (modulokból) állnak, és ezeket az egységeket a falra vagy önálló szerkezetekre rögzítik. A modulok, panelek anyaga (pl.: kerámia, műanyag, textília, stb.) széleskörű, és



kialakításukkal – ültető közeges, hidrokultúrás – a legkülönbözőbb növényekkel ültethető be, ezáltal sűrűségük, fedettségük jelentősen nő. Az előszervert jellegből adódóan megvalósításuk lényegesen kevesebb időt vesz igénybe. Jelentősége a beltéri kialakítások, megvalósítások esetében döntő. Ekkor funkciójuk elsősorban a belső tér relatív páratartalmának szabályozása, ezáltal az ott tartózkodók hőérzetének javítása, valamint pszichológiai, esztétikai hatások kedvező biztosítása.

Ferde felületek esetében (vegetációs támfalak) a szerkezetet úgy alakítják ki, hogy a növényzet – elsősorban gyökérzete révén – a meredek lejtőket stabilizálja, azaz megakadályozza a talajcsúszást, míg a növényzet a fedettségtől függően az eróziót akadályozza meg. Kialakításuk szerint épülhet talajból, zúzott kőből – a természetes rézsűszög figyelembevételével (1. kép) –, illetve kisebb elemekből lépcsőzetes elhelyezéssel (2. kép), és ezek helyezik el az ültetőközeget, valamint a vegetációt. Magastetők esetében a legfontosabb szempont a lecsúszás elleni védelem stabil kialakítása.



1. kép

*Növényzettel telepített földmű [5]*



2. kép

*Előregyártott, kiselemes támfal kialakítás[6]*

A következő szempont, hogy emberi beavatkozással, vagy nélküle jön létre a zöldfelület. Nyilvánvaló módon, jelen cikk a tudatos kialakításokat tartja szem előtt, bár falak, homlokzatok esetében a spontán kialakítások bizonyos értelemben átfedik a tudatos, természetes kialakításokat (3. kép). Tetőfelületek esetében a különböző tájegységeken alkalmazott pincefedéseket a későbbiekben sem tárgyaljuk (4. kép).

Az előzőekben ismertettem az egyes alkalmazások funkcionalitását, és részletesen elemeztem a fotoszintézist, valamint a levegő tisztításának fontosságát. Ezen folyamatok is befolyásolják az ún. mikroklíma alakulását, de a növényzet számos egyéb biofizikai tulajdonsága, hatása is befolyásolja a helyi klíma létrejöttét, szabályozását. Maga a mikroklíma, mint fogalom, a felszínközeli mikrometeorológiai folyamatok rendszere, azaz a hatásokat a felszín és a légkör közvetlen kölcsönhatása váltja ki [7], jellemzően szélsőségesebb, mint a makroklíma.



3. kép

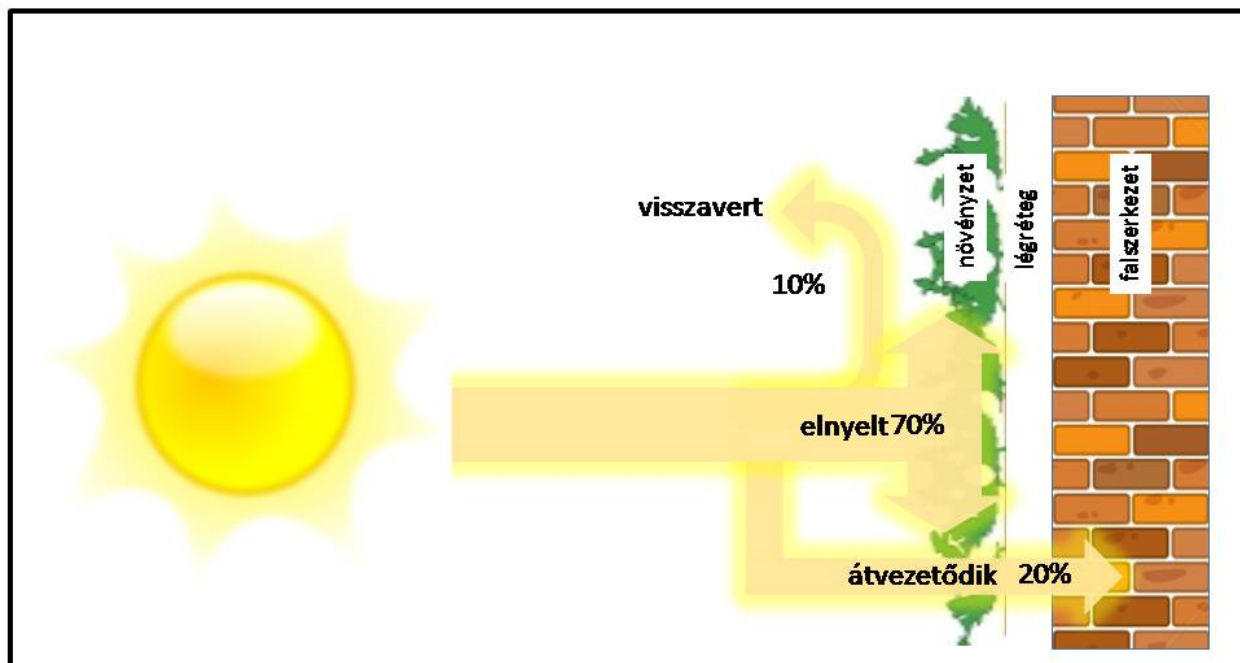
*Spontán függőleges zöldfelület*



4. kép

*Hagyományos pince kialakítás*

A zöldhomlokzatok növényeinek levélzete egyes felmérések szerint [8] általánosságban a beeső napsugárzás csupán 10%-át engedi át (5. ábra). Az elnyelt, sugárzott energiát a növények a fotoszintézishez, valamint a párologtatáshoz használják. Más irodalmi adatok [9] szerint a sugárzás 5-30%-át áteresztik, 5-30%-át visszaverik. Természetesen a megadott értékek az egyéb tényezők (pl. tájolás, beesési szög stb.) mellett az adott növényzet fedettségi szintjétől, valamint a levelek méretétől, felületi érdességétől, valamint a helyi adottságoktól függenek.



5. ábra  
A beeső napsugárzás megoszlása

A növényzet jelentős szerepet tölt be a klimatikus viszonyok alakításában is. Nyári melegben a növények transzspirációja (párologtatása) 5-6°C-kal is lehűtheti a környezetet. A kialakuló hőmérsékletkülönbség légmozgást hoz létre, amely magával viszi a port és egyéb szennyeződések. Kimutatták például, hogy az angol borostyán előnyös humánbiológiai tulajdonsággal is rendelkezik, azaz akár 94%-kal képes csökkenteni a levegőben lebegő penész mennyiségét [10], ezáltal pedig az allergia és a tüdőirritáció kialakulásának kockázatát is mérsékli.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Radó D.: Városok zöld szigetei, Budapest, ÉTK, 1983
- [2] Dr. Osztróluczky M. és mtsai: Növény a városban, tanulmány, 1997
- [3] Dr. Radó Dezső: A növényzet szerepe a környezetvédelemben, Zöld Érdek Alapítvány, Levegő munkacsoport, Budapest, 2001
- [4] Katzschner, L: Ergebnisse des VersuchszurAbflussmessungeinesGraasdachs, unveröffentlichterBericht, GesamthochschuleKassel, 1991
- [5] <http://www.viragokert.hu/kert>
- [6] [http://ezermester.hu/cikk-8034/Ultetokosaras\\_tamfalak](http://ezermester.hu/cikk-8034/Ultetokosaras_tamfalak)
- [7] Dr. Lakotár Katalin: Mikroklímatológia [eghajlattan.nyme.hu/Erdei\\_mikroklima\\_08.pdf](http://nyme.hu/Erdei_mikroklima_08.pdf)
- [8] Zöldszerkezetek, YMMF, „Az épített környezetért” Alapítvány, Budapest, 1995
- [9] Zöldhomlokzatok, Zöldinfrastrutúra füzetek 2., Budapest Főváros Városépítési Tervező kft, Budapest, 2016
- [10] <http://www.blikk.hu/szolgalatas/egeszseg/6-noveny-amely-jot-tesz-az-egeszsegunknek-a-haloban/rjrggzp>