

Zöldépítés Alapok és természetes felületek

Green Construction Basics and natural surfaces

I. rész

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 approach 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 helyezésével.

A cikkben röviden ismertetem a növényzetek telepítésnek lehetőségeit, az ökológia 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, melyek 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 (CO_2 elnyelés, 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	Esőkertek	Természetközeli szennyvíztisztítás
Mikroklíma	A levegő páratartalmának, hőmérsékletének szabályozása.	x	x	x	x	x
	Por, szennyező anyagok megkötése.	x	x	x	x	
Fotoszintézis	CO ₂ elnyelés, O ₂ termelés	x	x		x	
Épületfizika (Hőtechnika)	Téli időszakban csökkenti az ép.szerkezetek hővesztését, nyári időszakban csökkenti a túlzott felmelegedést.	x	x			
	Védik az időjárás hatásaitól,	x	x			
Akusztika	Zajártalmak csökkentése.	x	x			
Vízgazdálkodás	Csatornahálózat terhelésének csökkentése.	x			x	
	Víztisztítás, öntözővíz biztosítása.				x	x
	A talaj vízháztartásának biztosítása, szabályozása.				x	
Biodiverzitás		x	x	x	x	x
Rekreáció	Pszichológiai hatások (kellemes közérzet, esztétikai élmény, csökken a civilizációs ártalmak veszélye).	x	x	x	x	

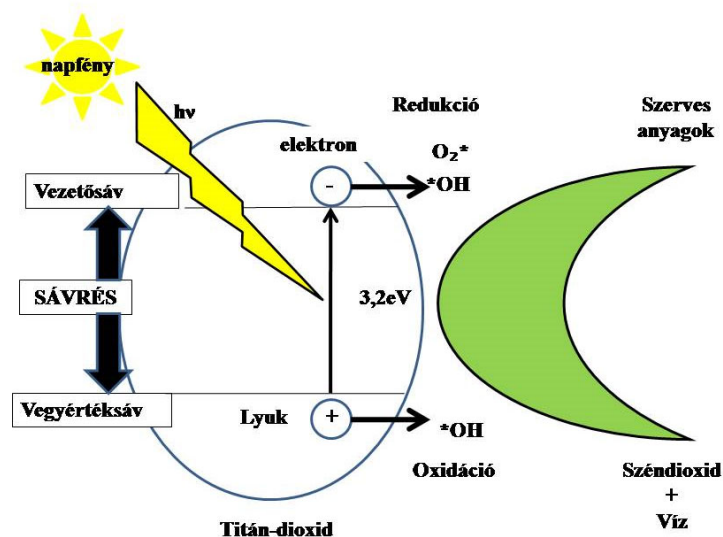
Az egyes alkalmazások funkcionalitása

1. ALAPOK

Fotokatalízis, fotoszintézis

Maga a katalízis a vegyiparban általános 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 sávresz 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 „semlegessé” válnak, azaz a közvetlen szennyező hatás megszűnik.

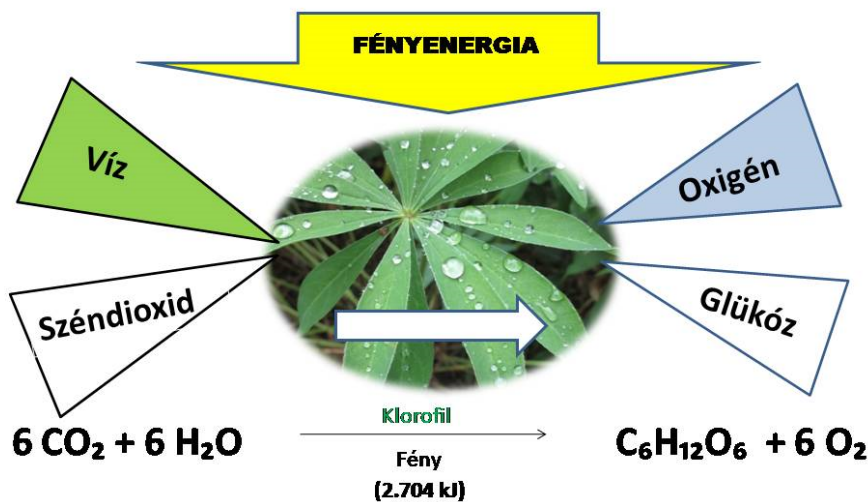


2. ábra

A TiO₂ 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) folyamatokból (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 oxigénfelhasználása 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 m² 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 aeroszolókat is adszorbeálják. Néhány – általában 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 megkötöti.

2. táblázat

	Fafaj	1 levél felülete, cm ²	Levélszám		1 m ³ -ben m ² felület
			db/m ²	db/m ³	
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 zöld felületi 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/m²) nagyobb asszimiláló felülettel rendelkeznek, mint azt gondolnánk.

3. táblázat

A növényzet típusa	Levélfelület 1m ² 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 m² 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%-t 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.

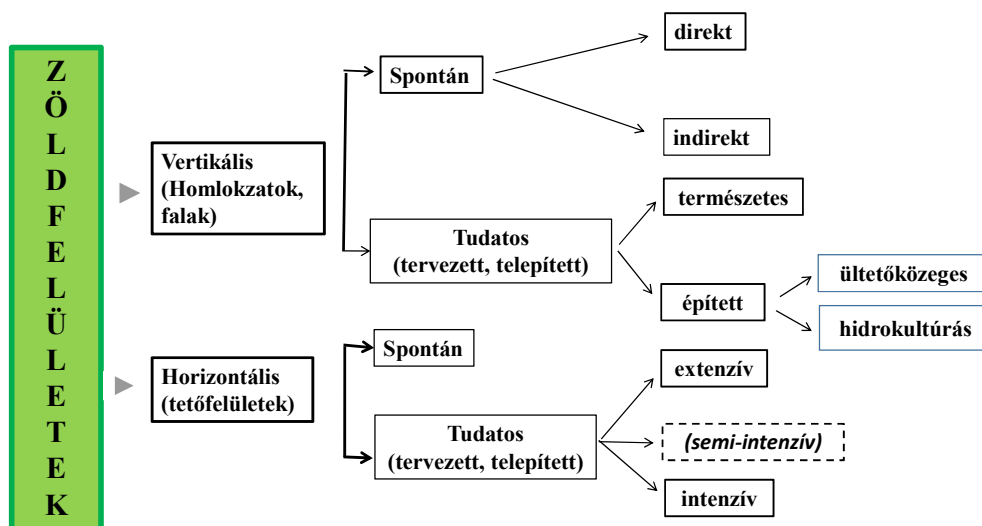
A következő vizsgálatot Radó Dezső végezte, egy 30 éves juharfán (*Acer campestre*), melynek kb.40.000 levele van 22 lombköbméter kiterjedéssel. A fa a vegetációs időben kb 100 kg port kötött meg, így egy levélre kb. 2,5g pormennyiség, 1 lombköbméterre pedig 4,5 kg por jut.

2. ZÖLDFELÜLETEK

Ma már „kissé elhasznált” a zöldfelületek esetében az ókor hét csodája közül Szemirámisz függő-
 erdjére hivatkozni, de ha belegondolunk, akkor a zöldépítésben – függetlenül a legendától – bizony előremu-
 tató 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, vala-
 mint – 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” kiala-
 kított zöldfelületek. Az igazi áttörést a XX. század közepe, második fele jelentette, ekkor ismerték fel a nö-
 vényzetek 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 al-
 kalmazott 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, hom-
 lokzatok), ferde (pl. árnyékolók, támfalak, magastetők), illetve vízszintes (tetőfelületek).



4. ábra
 Zöldfelületek felosztása

A függőleges felületek esetében megemlíthetjük a zöldhomlokzatokat, illetve a falakat. A zöldhom-
 lokzat 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 köze-
 ges, hidrokultúrás - a legkülönbözőbb növényekkel ültethető be, ezáltal sűrűségük, fedettségük jelentősen nő.

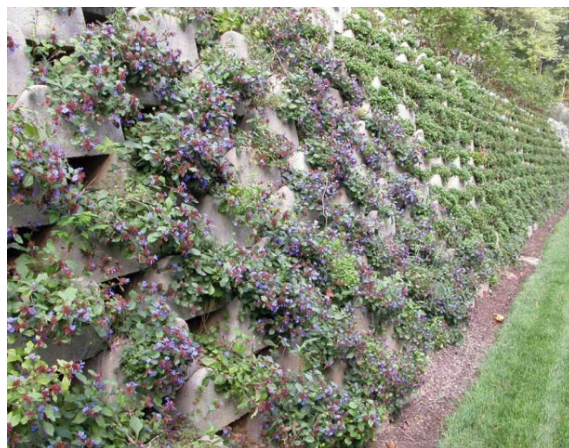
Az előszerelt jellegből adódóan megvalósításuk lényegesen kevesebb időt vesz igénybe. Jelentősége a beltéri kialakítások, megvalósítások esetében döntő. Ekkor funkciójuk elsősorban a belső tér relatív páratartalmának szabályozása, ezáltal az ott tartózkodók hőérzetének javítása, valamint pszichológiai, 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 figyelembe vételével (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 ú.n. 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

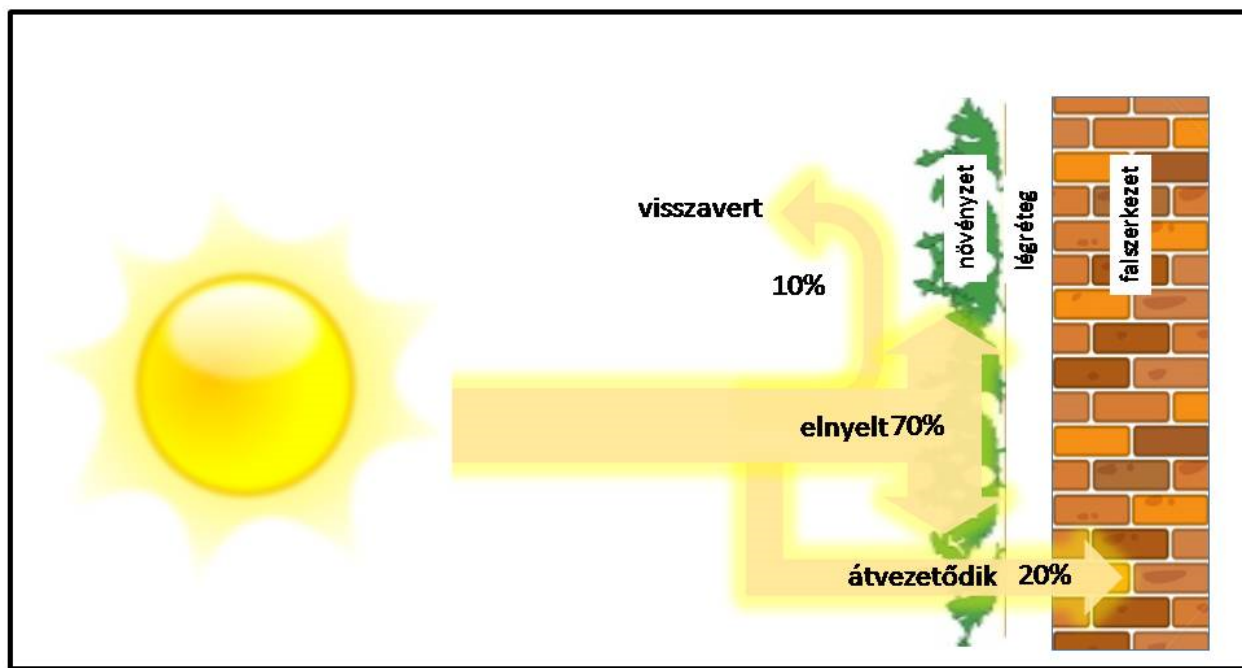
Spontán függőleges zöldfelület



4. kép

Hagyományos pince kialakítás

A zöldhomlokzatok növényeinek levélzete egyes felmérések szerint [8] általánosságban a beeső nap-sugárzás csupán 10%-t engedik át (5. ábra). Az elnyelt, sugárzott energiát a növények a fotoszintézishez, valamint a párologtatáshoz használják. Más irodalmi adatok [9] szerint a sugárzás 5-30%-t áttereszítik, 5-30%-t 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 szennyeződésekkel. 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. Osztrólczyk 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 Versuchszur Abflussmessungeines Graasdachs, unveröffentlichter Bericht, Gesamthochschule Kassel, 1991
- [5] <http://www.viragoskert.hu/kert>
- [6] http://ezermester.hu/cikk-8034/Ultetokosaras_tamfalak
- [7] Dr. Lakotár Katalin: Mikroklímatológiaeghajlattan.nyme.hu/Erdei_mikroklima_08.pdf
- [8] Zöldszerkezetek, YMMF, „Az épített környezetért” Alapítvány, Budapest, 1995
- [9] Zöldhomlokzatok, Zöldinfrastrutúra füzetek 2., Budapest Főváros Városerépítési Tervező kft, Budapest, 2016
- [10] <http://www.blikk.hu/szolgaltatas/egeszseg/6-noveny-amely-jot-tesz-az-egeszsegunknek-a-haloban/rjrggzp>