

# ZÖLDTETŐK ÉS ZÖLD- HOMLOKZATOK

PÁL JÁNOS

Lélegzet Alapítvány – Levegő Munkacsoport



Levegő Munkacsoport



# ZÖLDTETŐK ÉS ZÖLDHOMLOKZATOK

Pál János

## A zöldtető és zöldhomlokzat építésének története

### *A zöldtetők kialakításának története*

A zöldtető-építészet hagyományai az ókorig nyúlnak vissza, legismertebb példája a babiloni függőkert. A világ hét csodája között számon tartott építményt az asszír uralkodó II. Nabúkudurri-uszur (i.e. 605–562) építtette honvágytól szenvedő felesége, Amitisz kedvére. A király arra számított, hogy a hegyek közt felnőtt Amitisz újra otthon érzi magát a mesterséges hegyet utánzó kertekben. A kőből épített vázat náddal fedték, amit vízszigetelési céllal kátránnyal fedtek. A görög filozófus, történész és geográfus Sztrabo az i.e. első században így emlékezett a kertekre: "A kert egymásra épülő árkádos teraszokból áll és szögletes pillérekön nyugszik. Építőanyaguk szárított téglá és aszfalt. A legfelső emelet lépcsőzetesen lejt, oldalában vízkiemelők működnek. A vizet az Eufráteszből emelik ki az erre a feladatra kijelölt emberek." A függőkert később elpusztult, feltételezett romjait R. Koldewey, német archeológus és építész találta meg 1899-ben (1).

A római patríciusok is gyakran díszítették tetőiket növényekkel. A virágokat, bokrokat, kúszónövényeket, sőt a gyümölcsfákat is nagy edényekbe ültették, így a tetőrészek értékes kerteté váltak. Világhírű volt Augustus császár Mauzóleuma is Rómában. A márvány emlékmű részeként teraszokat alakítottak ki, melyen ciprusok nőttek. Az ókori tetőkert-építészet fejlettségét mutatja, hogy egyes tetőkön halastavak is voltak.

A következő évszázadokban a zöldtetők kialakításának lehetőségei feledésbe merültek. A reneszánsz korban azonban az antik kultúra értékeinek felismerésével a tetőkertek alkalmazása is újraéledt. Itália városaiban (például: Firenze, Róma, Velence) sorra épültek a tetőkerttel díszített villák. Ezalatt a botanikai és a kertészeti ismeretek bővültek, egyre könnyebbé vált távoli, egzotikus növényfajok beszerzése. Tetőkertet létesítettek többek között a Villa Careggi (1400 körül) és a veronai Duke Maffei palotán is (1530 körül) (2).

A mi szélességi körünkön azonban a zöldtető kialakításának gyökerei Izland földdel fedett házaihoz nyúlnak vissza. Az építési anyagokban szegény szigeten a házakat többszáz évig földdel fedték. Ez az építkezési mód kedvező hatásai miatt gyorsan elterjedt egész Skandináviában (3).

A hagyományos gyepvel fedett tetőkre jellemző a nagyon hatékony hőtároló és szigetelő-képesség. Ez a tőzeggel, homokkal és gyepvel fedett tető télen kiegészítő fűtés nélkül is lakhatóvá teszi a házakat, a főzés és az emberek által kibocsátott hő megőrzésével.

A tető több rétegből áll, az ágakból és gallyakból kialakított alsó rétegre tőzeges talaj került, melyet élő fűvel fedtek. A majdnem talajszintig lenyúló tető kis fesztávú volt, mivel Izland faanyagban igen szegény, az építkezéshez felhasználható ágak általában rövidek voltak. Viszonylag rövid idő alatt állandó vegetáció-borítás alakítható ki a tetőn. Ez a kialakítás önmagában nem vízálló, de a tető lejtése biztosítja, hogy az eső és az olvadékvíz elég gyorsan lefolyjon és így el lehessen kerülni a víz beszivárgását az épületbe. A házak a hővesztés csökkentése érdekében gyakran a felszínbe süllyesztettek. A hagyományos skandináv gyepvel fedett tető lejtése 22 és 34 fok közötti, a nyírfakéregből készült alapra 20 cm vastag föld kerül. A nyírfakéreg jól ellenáll a korhadásnak magas tannintartalma és a fakátrányos kezelés miatt. A tető támasztó szerkezete uszadékfából készül, mely nem gátolja

a nyírfakéreg légzését. A levegő magas nedvességtartalma és a jelentős csapadék ellenére a szerkezet élettartama eléri a 60 évet. Bár ezt a tetőtípust lakóházaknál is alkalmazzák, elsősorban a mezőgazdasági épületek esetén elterjedt. Skandináviában még napjainkban is építenek ilyen típusú tetőket, de a talajt cement- vagy bitumenrétegre fektetik.

Száz évvel ezelőtt ugyanezekkel a módszerrel építették házaikat Kanada és az USA északi részének telepesei is. A német faszénégetők is kúp alakú gyeppel fedett tetőtípust használták a kunyhóik védelmére.

A szerves kötőanyaggal készített tető elterjedt a századforduló és a 20-as évek Németországában. A tűzvédelmet a megerősített kátrányos filccel fedett tetőszerkezet kavicsal és agyaggal való lefedésével biztosították. A tetők a szél által szállított magvak miatt önmaguktól kizöldültek, és vad rétekekhez váltak hasonlóvá. Az eredeti 2000 tetőből 50 vészelt túl a háborúkat.

A XVII és XVIII századokban a zöldtetők kialakításának lehetőségei feledésbe merültek, csak Marpeger (1656–1730) ismerte fel ezek fontosságát. Ezt követően az építészek, és a háztulajdonosok az 1850-es években kezdtek újra foglalkozni a zöldtető-építési lehetőségekkel. Carl Rabitz tájékoztatta a lakosságot a különböző tetőtípusok előnyeiről és hátrányairól. A lapostető alkalmazását javasolta a sokféle használati lehetőség miatt. Ezzel párhuzamosan saját találmányát a cementet is népszerűsítette, mint ideális fedőanyagot. Az általa javasolt tető kissé költségesebb volt a nemezborításnál, de olcsóbbnak tartotta a cserép- és palatetőknél. Az 1867-es Párizsi világkiállításra egy gipszmakettet is készített saját tetőkertes villájáról, így az ötlet több embert is elért. Rabitz tisztában volt a kedvező szigetelő- és klímabefolyásoló hatással is. Tanácsokat adott a megfelelő szigetelőanyagra, talajvastagságra, öntözésre, szélvédelemre, és más felszerelésekre is.

II. Lajos császár müncheni palotájának díszterme felett 70 méter hosszú üvegház állt, melyben a trópusi táj hihetetlen változatossága jelent meg. Ebbe az indiai varázskertbe egy mór stílusú erkélyen keresztül lehetett belépni. A háttérrel festett tájképek adták, a pálmák, bambuszok, orchideák és más különféle trópusi növények között paradicsommadarak, fülemülék és papagájok éltek. A tetőkert közepén kis tó volt vízililiomokkal, vízeséssel és egy íves híddal. Kissé távolabb egy dombon uralkodói sátor állt a sziklás táj előterében. A technikai nehézségek és magas költségek miatt az üvegházat csak 20 évig működtették.

A XX. században új irányzat jelent meg az építészetben, ami kedvezett a zöldtetők kialakításának. Néhány modern építész alapkoncepciójába integrálta a zöldtetők kialakítását. A Perret testvérek 1903-ban Párizsban felépítették híres tetőkertes lakóházukat, három évvel később Tony Garnier készítette el nyílt lépcsős tereket tartalmazó városterveit a Cite Industrielle pályázatára. 1914-ben Frank Lloyd Wright elkészítette a nagy éttermének terveit Chicagóban, ugyanebben az évben Walter Gropius tervei alapján felépült Cologne irodaházának tetején egy tetőkert-étterem.

A híres francia építész, Le Corbusier-t (1887–1965) tartják az első következetes zöldtető-tervezőnek. Az új építészettel szemben támasztott alapkövetelményeket öt pontban fogalmazta meg 1923-ban. A második pontban a tetőkertek lehetőségeit említi meg: „A tetőkert a ház legkedvezőbb helyszínévé válik, a város szempontjából pedig azt jelenti, hogy visszanyerjük az építkezéssel elvesztett területet.”

A megelőző időszakban a lapostetőket nem használták, de a modern építészet össze merte kapcsolni a tetőt a lakott házrészekkel. Le Corbusier szerint „logikátlan az egész város feletti tetőket kihasználatlanul hagyni és csak a csillagok és tetőcserepek párbeszédének fenntartani”.

Annak ellenére, hogy néhány várostervező a század első felében felismerte a lehetőségét és fontosságát a tetőterek használatának, ez a szemlélet nem terjedt el igazán. Ennek a korszaknak a legszebb példái:

A Casino Patio Bernben, ami egy nagy zöldtető kialakítási program eredményeként készült el 1936-ban. Napjainkban húsz 170 cm-es törzsátmérőjű gesztenyefa él rajta. A vastag, tápanyagokban gazdag talajréteg miatt szükségtelen a kert trágyázása és öntözése.

Szintén a 30-as években készült a korábbi Derry & Toms áruház tetőkertje a londoni Kingsington High Streeten. A közel 6000 m<sup>2</sup>-es területen angol- és spanyolkert is található. A szükséges vizet 120 méter mély kutakból nyerik. A kert ma is egy álomszerű táj 35 méterrel London központjának bevásárló utcája felett.

Azonban a magasabb építési költségek és a szerkezeti károktól való félelem a zöldtetők szélesebb elterjedése ellen hatottak.

Az 1950-es és 1970-es évek között lassú fejlődés indult. A háborút követő időszakban egyéni zöldtető-kialakítás indult Németországban. Az 1970-es évekig a zöldtetőket elsősorban föld alatti létesítmények (pl. mélygarázsok, aluljárók) felett alkalmazták, ezek a területek általában új lakónegyedekhez kapcsolódtak. A gyökerek által a szigetelőrétegben okozott károk széleskörű felújítási munkákat tettek szükségessé, mivel abban az időszakban még nem álltak rendelkezésre a zöldtetőkre kifejlesztett szigetelési megoldások. Gyakran a telepített növények igényeit is figyelmen kívül hagyták.

Az 1980-as évekig a zöldtetők alkalmazásának elterjedését gátolta, hogy a lapostetőket kisebb terhelésre tervezték, a létesítéskor jelentkező költségnövekedés, valamint a hiányos információ a tetőszerkezettel, az alkalmazható növényekkel és azok igényeivel kapcsolatban.

Az 1980-as években a fenti problémák ellenére a zöldtető alkalmazása fokozatosan elfogadottá vált. Megindult egy fejlesztési hullám is, vizsgálták a klímabefolyásoló hatáson kívül az öntözés, vízelvezetés lehetőségeit is. Elsősorban a kereskedelmi épületek terjedése miatt egyre nőtt a nagyobb beültethető lapostetők aránya is.

Az FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.), a német Tájépítési, Környezetfejlesztési és Kutatási Társaság 1982-ben megjelentette a zöldtetőkkel kapcsolatos összefoglaló publikációját, mely kizárólag az intenzív kialakításokkal foglalkozott. 1984-ben egy új vizsgálat eredményeit is közzétették a szigetelőanyagok gyökereknek való ellenállásával kapcsolatban. Később az extenzív zöldtető kialakítás kérdéseit is megvizsgálták, az FLL leginkább zöldtetőkre és homlokzatokra telepítendő vegetációval foglalkozott.

Az 1980-as években elkezdődött az energiatakarékosság és környezetbarát konstrukciók vizsgálata a zöldtető-kialakítás szempontjából. Több program is indult a lapostetők beültetésére, ennek talán legérdekesebb példája a fákkal kialakított Hundertwasser ház Bécsben, melynek megítélése eleinte ellentmondásos volt, ma már híres pozitív példa.

Az FLL 1997-ben kifejlesztett egy értékelési módszert mely figyelembe veszi a zöldtető-kialakítás rendszerét. Ez döntési és fejlesztési segítséget nyújt a tervezés egyes fázisaihoz a hatóságoknak, a tulajdonosoknak és az építészeknek (2).

### *A zöldhomlokzatok kialakításának története*

Lugasokat már i.e. 4000 körül is készítettek az ókori Egyiptomban és Babilóniában. Eleinte csak bortermő szőlőt (*Vitis vinifera*), majd néhány ezer évvel később Görögországban borostyánt (*Hedera helix*) és rózsaféléket (*Rosa sp.*) is telepítették. Csak az i.sz. I. századból vannak írásos adataink (íj. Plinius) „felöltöztetett házfalokról”, ettől kezdve többé-kevésbé folyamatosak a futónövények alkalmazására utaló jelek.

A következő századokban a futónövények választéka jelentősen bővült, részben a nemesítés részben a más kontinensekről behurcolt fajok által. Észak-Amerikából került Európába a XVII. és a XVIII. század folyamán az ötlevélkéjű vadszőlő (*Parthenocissus*

*quinquefolia*) és a trombitafolyondár (*Campsis sp.*). Az 1800-as években Ázsiából hozták be a lilaakácot (*Wisteria sinensis*) és a tatáriszalagot (*Fallopia aubertii*).

A XIX. század végéig a homlokzatok futónövényekkel történő befuttatása különlegességnek számított, amit csak a tehetősebb rétegek engedhettek meg maguknak. Így elsősorban a villák, kúriák és más reprezentatív épületek falait futtatták be.

A XX. század elejétől már a bérházak falain is megjelentek a növények, gyakran alkalmazták az un. kordonfákat. Ekkor ismerték fel az építészek is a futónövények nyújtotta díszítési lehetőségeket, elterjedt a háromkaréjú (japán) vadszőlő (*Parthenocissus tricuspidata*) alkalmazása.

A világháborúk jelentősen visszavetették a zöldhomlokzatok terjedését. Az 1980-as évektől érzékelhető ismét jelentősebb terjedés, ennek oka elsősorban az épületfizikai és az ökológiai előnyökben keresendő. A szakértelem hiánya (pl. a választott szerkezeti megoldások és növényfajok összehangolatlansága) miatt azonban sokan csalódtak a zöldhomlokzatokban (9).

## A zöldtetők és a zöldhomlokzatok típusai

A zöldtetőket funkciójuk, kezelésük és a talajréteg vastagsága alapján két csoportba lehet sorolni.

### *Extenzív zöldtetők*

Az extenzív zöldtető viszonylag könnyű szerkezetű, a talajréteg minimális vastagsága 6–8 cm. Nem csak lapos, hanem akár 33%-os lejtésű tetőn is kialakítható. Általában nincs szükség a tetőszerkezet megerősítése. Az átlagos súlya egy vízzel teljesen telített extenzív zöldtetőnek négyzetméterenként 7–8 kg, ami összemérhető a hagyományos lapostetők kavicsborításának súlyával. A szélsőséges környezeti feltételek miatt csak szárazságtűrő, kis méretű, önfenntartó állományt kialakítani képes növényfajokat lehet ide telepíteni. Az ilyen tetők nem igényelnek rendszeres gondozást, öntözést, ezért fenntartási költségük minimális. Ezeket a tetőket nem emberi tartózkodásra és rekreációra szánják, kialakításukat leggyakrabban a kedvező vizuális hatás indokolja (3).

### *Intenzív zöldtetők*

Az intenzív zöldtetők részletesen megtervezettek, a talajréteg vastagsága legalább 15–20 cm. Kialakítására csak a lapos vagy igen kis (3% alatti) lejtésű tetők alkalmasak. A vastagabb talajréteg és a kiegészítő berendezések miatt itt már megerősített tetőszerkezetet kell kialakítani. A vastagabb talajréteg miatt, ide többféle növény telepíthető, melyek vízigényét öntözéssel elégítik ki. Ezekben a kertekben általában szükség van a rendszeres ápolásra, tápanyag-utánpótlásra. Az ösvényekkel, nagyobb bokrokkal, fákkal és esetleg kisebb patakokkal, tavakkal díszített kerteket emberi tartózkodásra, pihenésre szánják (3).

A zöldtetőket elhelyezkedésük, alakjuk alapján is csoportosíthatjuk (4):

- lépcsős tetőkert: az épülettömbök lépcsőzetesen követik egymást, növényeik kapcsolatban maradnak,

- felfutó tetőkert: az épület illeszkedik a terephez, így a környező növényzet felfuthat a tetőre,
- magasház tetőkertje: nagy magasságban kialakított, általában panorámás kert, melynek növényzete és talajkeveréke a szélsőséges viszonyok miatt különleges ápolást igényel,
- átrium tetőkert: a körülzárt, elkülönülő belső tér védett klímája egyedi feltételeket teremt a növényzetnek, az ilyen zöldtetőkön a kevés fény okozhat problémát.

### *Zöldhomlokzatok*

A zöldhomlokzatok esetén a telepített növény kapaszkodási formája és támrendszerigénye alapján két gyakrabban alkalmazott típust különböztethetünk meg (9):

- a közvetlenül az épület falán járulékos gyökereikkel (pl. borostyán) vagy tapadókorongos ágkacsukkal (pl. vadszőlő) megkapaszkodni képes növényfajok alkalmazásakor nincs szükség támrendszerre,
- azon növényeknél melyek csak támasztéokra képesek felfutni, kiegészítő szerkezeti megoldások szükségesek.

A homlokzatokat nem csak alulról hanem a tető felől is be lehet futtatni. Ennél a ritkábban alkalmazott típusnál a lecsüngő futónövényeket a tetőkertbe telepítik. Ez a megoldás külön támrendszert nem igényel.

## A zöldtetők és zöldhomlokzatok szerkezeti megoldásai

### *A zöldtetők szerkezeti megoldásai*

A zöldtető több rétegből áll (lásd az 1. ábrát), ezek közül a legalsó a teherhordó szerkezet, amit a felépítményi rétegek, a beültetendő növényzet és szükség esetén a hasznos terhek figyelembevételével kell méretezni. Pontszerű terhek (például nagyobb fák) esetén különös gondossággal kell eljárni.

A lejtést adó réteg kialakítható minimum 5 cm vastag változó vastagságú betonrétegből, illetve változó vastagsággal lesabott hőszigetelésből. A betonréteg jelentős többletterhet jelent, ez könnyűbetonok alkalmazásával, vagy a beton kikönnyítésével (műanyag hőszigetelő táblákkal) mérsékelhető. A tetőfelületek lejtésének mértéke a lehajlások figyelembevételével általános felületen legalább 2%, vápában (összefolyó) legalább 1% kell hogy legyen.

A tetőszigetelés rétegeit a hagyományos tetőkhöz hasonlóan kell tervezni és kivitelezni. A hőszigetelés többféle anyagból is kialakítható. Egyenes rétegrend esetén jól alkalmazható a polisztirolhab, a szilikátszálal hőszigetelő tábla és a habüveg is, de a fordított rétegrendű tetőknél (ahol a hagyományos módszertől eltérően a hőszigetelő réteg a vízszigetelés fölé kerül) a szigetelés csak extrudált polisztirolhab-lemezekből készülhet.

A gyökérzet áthatolását akadályozó réteg lehet külön védőréteg is, de a vízszigetelő réteg is betöltheti ezt a szerepet. A növényzettel telepített tetők hosszú távú alkalmasságának legfontosabb feltétele a gyökérzet roncsoló hatása elleni védettség. A gyökerek egyrészt mechanikai igénybevételt jelentenek, másrészt a gyökérsavak által vegyileg is károsítják a beépített anyagokat. Azok a szigetelések tekinthetők gyökérállóknak, amelyeket a 4 éves FLL eljárással bevizsgáltak. Ilyen szigetelések általában a hegesztéssel felületfolytonosított

műanyag lemezek, vagy a modifikált bitumenes vastaglemezek esetén a fémfólia hordozórétegű külön védőrétegek.

A telepített tetők esetén fellépő mechanikai igénybevétel miatt védőréteg szükséges, amely műanyag fátyol vagy szövet lehet.

A vízvezető-víztároló réteg szerepe kettős: nagy mennyiségű csapadék esetén a fölösleges vizet elvezeti a gyökérzet befulladásának elkerülése érdekében, míg száraz időszakban a fejlődéshez szükséges vizet tárolja. A vízvezető és víztároló feladatokat külön rétegek is elláthatják, de összetett rendeltetésű drénrétegek is beépítésre kerülhetnek.

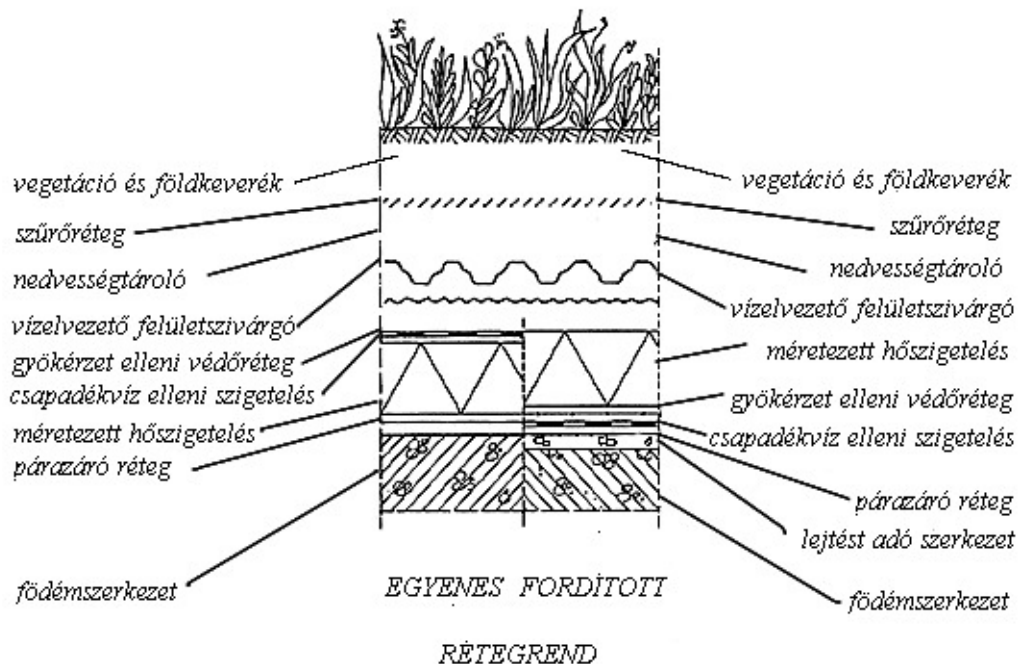
A szűrőréteg a vízvezető-víztároló rétegek hosszútávú kifogástalan működését biztosítja, védi azt a termőközeg apró szemcséinek bemosódásától és ezzel az eliszaposodástól. Ez a szűrőréteg általában korhadásmentes műanyag fátyol, amelyet gyakran drénréteggel társítanak.

A termőközegnek hosszútávon biztosítania kell a természetes tápanyagkörforgástól különálló tetőnövényzet számára szükséges tápanyagot. A speciális földkeveréket a környezeti adottságok figyelembevételével állítják össze. Extenzív tetők esetén elsősorban ásványi anyagokból (zeolit, tufa- vagy palaőrlemény, újrafelhasznált égetett agyagtermékek stb.) áll, intenzív tetők esetén szükséges a nagyobb a szervesanyag-tartalom.

Növényzettel telepített ferde tetőkön a lecsúszás elleni védelemről is gondoskodni kell. 18°-os tetőhajlásszögig nincs szükség kiegészítő eszközre, 18–35° közötti lejtésnél szerkezeti védelemről (lecsúszást megakadályozó deszkák, rácsok stb.), 35°-os tetőhajlásszög felett pedig külön tervezést igénylő védelemről kell gondoskodni.

A falak és tetőfelépítmények melletti 50 cm széles sávot a biztonságosabb vízvezetés és a növényzet távoltartása érdekében, valamint tűzvédelmi szempontból kavicsréteggel vagy járólappal kell fedni (12).

1. ábra: A zöldtetők rétegrövidje (13)





## *A zöldhomlokzatok szerkezeti megoldásai*

A zöldszerkezetekhez hasonlóan a zöldhomlokzatok kialakítása általában kevesebb építészeti, technikai megoldást igényel.

A közvetlenül a falra futni képes növények alkalmazásakor támrendszer kialakítására nincs szükség. A futónövény telepítése előtt azonban meg kell győződni a fal megfelelő állapotáról, hiszen befuttatása után javítása lényegesen megnehezül. Forgalmasabb helyeken szükség lehet a fiatal növények ráccsal történő védelmére.

Ha a választott növény támasztékot igényel, akkor azt célszerű úgy kialakítani, hogy az az épülettel összhangban legyen, ugyanis a növényeknek szükségük van némi időre míg befutják és takarják azt. A támrendszer télen, a lombozat lehullása esetén szintén láthatóvá válik. Az esztétikai szempontokon túl igen fontos a növényekkel való összeférhetőség, a teherbíró-képesség, az élettartam, a karbantartási igény, a szerkezet kialakításának egyszerűsége, a támaszték saját tömege, a biztonság, és a kialakítással kapcsolatos fenntartási költségek.

A támrendszert a faltól legalább az adott növényfajra jellemző maximális hajtásátmérőnyire kell elhelyezni. A rácsköznek legalább kétszer akkora kell lennie, mint a hajtásvastagság.

A növények hajtásuk csavarodásával, vagy kacsokkal kapaszkodhatnak, esetleg csak rátámaszkodnak (például a rózsafélék) a támrendszerre. A különféle módon kapaszkodó növények támrendszer iránti igényei eltérnek. A támrendszer elemeinek átmérője a kacsokkal kapaszkodó fajoknál 2 cm-nél kisebb kell hogy legyen, ezáltal biztosítva a növények megfelelő kapaszkodását. A csavarodó szárú növényeknél általában az 5 cm-nél kisebb átmérők megfelelőek. A 15 cm-nél vastagabb oszlopokat még az erősen csavarodó fajok sem tudják körülnőni, ekkor segédstruktúrákat kell alkalmazni, esetleg a hajtásokat kell a támrendszerhez odakötözni. A csavarodó növények a körszelvényeket kedvelik. Az erősen csavarodó növények (például a lilaakác) a támrendszer elemeit elsősorban hajlításra terhelik. Az évelőknél kívánatos, hogy a támrendszer élettartama hosszabb legyen mint a növényé.

A fémből készült támasztékok előnye a viszonylag nagy teherbíró-képesség, a hosszú élettartam. A fém mindenképpen legyen korrózióálló, hiszen így elkerülhetjük a homlokzaton rozsdacsíkok megjelenését. A fémek alkalmazásakor problémát okozhat azok jó hővezető-képessége, nyáron hőmérsékletük elérheti a 70°C-ot, emiatt leginkább a hajtások csúcsai károsodhatnak. A fémszerkezetek koratavasszal fagykárokat okozhatnak, a hőmérsékleti szélsőségek káros hatásai ellen jó védelmet nyújthat a támrendszer drótköteleinek geotextilvel vagy műanyaggal való borítása.

A támrendszert műanyagból is el lehet készíteni, ennek azonban lényegesen kisebb a teherbíró-képessége és az élettartama. Követelmény, hogy a fényel és az időjárással szemben ellenálló legyen.

Fa felhasználásakor figyelni kell a fajválasztásra, viszonylag tartós a tölgy, a fenyő és az akác. A fa tartóssága impregnálással és konstrukciós védelemmel is fokozható. A növények jól tűrik a támasztóelemek fakátránnyal, faolajjal vagy gyantával való kezelését. A konstrukciós favédelem módjai: a felületek legyalulása, a vízszintes felületek mellőzése, a talajjal és a fallal való érintkezés megakadályozása. Megfelelő kialakítással akár 30 éves élettartam is elérhető, ezt azonban nagymértékben befolyásolja az időjárás. Igen fontos a szerkezet rendszeres ellenőrzése.

A támasztékot leggyakrabban az épület falához rögzítik. A rögzítőelemek kialakításánál ügyelni kell arra, hogy azok korrózióállóak vízszigetelők és teherbírók legyenek. Különös gonddal kell eljárni a külső szigetelésű falak esetén.

Ha a növényeket valamilyen ok miatt nem tudjuk a ház fala mellé telepíteni, akkor célszerű dézsát alkalmazni. Ekkor a megfelelő térfogat mellett arra is ügyelni kell, hogy az alsó részen összegyűlő pangóvizet elvezessük (9).

## A zöldtetők és a zöldhomlokzatok növényei

### *A zöldtetők növényfajai*

Az extenzív zöldtető esetén a vegetációnak igen szélsőséges környezeti feltételeket kell kiállnia, ezért az ide telepíthető fajok listája erősen korlátozott. Az ilyen tetőkön a vékony talajréteg és a nagyfokú kiettség miatt talán a növények mérete, szárazság- és hőmérsékletingadozás-tűrése a legfontosabb. Előnyös, ha a növények gyökérzete a talajt jól átszövi és hajtásrendszere minél teljesebb borítást ad, ezáltal védve a vékony talajréteget a szél erodáló hatásától.

Az intenzívebb viszonyok (vastagabb talajréteg, öntözés, trágyázás) között a növényeknek az erősebb szél kedvezőtlen hatása mellett szinte csak a környező területeken is tapasztalható környezeti viszonyoknak kell ellenállniuk, így a növényfajok nagy részének megfelelő körülményeket biztosíthatunk.

A zöldtetők elhelyezése miatt – általában a városok épületeinek tetején található – a növényzetet általában fokozott napsugárzás és légszennyezés éri.

Az extenzív zöldtetőkre csak a szárazságot jól tűrő növényfajokat telepítenek. A hasonló feltételek (sekély talajréteg, exponált elhelyezkedés) miatt az alkalmazható fajok nagyobb része természetes körülmények között a sziklákon él. Az extenzív viszonyok miatt a leggyakrabban a varjúháj (*Sedum sp.*) fajokat alkalmazzák, ezekre a növények kitűnően alkalmazkodtak a száraz termőhelyi viszonyokhoz. Jellemző rájuk, hogy a vastag, pozsgás leveleiket viaszréteg borítja. Kedvező tulajdonságuk még gyors regenerálódási és terjedési képességük. Elsősorban leveleik változatos színével díszítenek. Hasonló szárazságtűréssel rendelkeznek a kövirózsa (*Sempervivum sp.*) fajok is, ezek terjedési üteme és színgazdagsága azonban lényegesen kisebb. Ezek a fajok nagyon igénytelenek, szinte néhány cm vastag sóderrétegen is megélnék.

Szintén elsősorban leveleivel díszít a 25 cm-es nagyságot is elérő szürke kutyatej (*Euphorbia myrsinites*), jól telepíthetőek a kakukkfű fajok (*Thymus spp.*) és a talajtakaró növényként ismert molyhos madárhúr (*Cerastium tomentosum*) is.

A hideget jól tűrő kaktuszfajok (*Opuntia spp.*) is eredményesen telepíthetők, melyek nyár eleji virágzása tovább emelheti a zöldtető díszítő értékét. Extenzív zöldtető kialakítására – elsősorban külföldön – mohafajokat is alkalmaznak, melyek ugyan nedvességet kedvelő fajok, de a kiszáradást is átvészelik. A pázsitfűvek közül elsősorban a kékes színárnyalatú deres csenkesz (*Festuca glauca*) alkalmazása képzelhető el. Néhány virágával díszítő faj is eredményesen telepíthető, ilyen például a törpe nőszirm (*Iris pumila*).

Az intenzív zöldtetőn lényegesen több faj áll rendelkezésre, ide már szinte minden növényfaj telepíthető, megfelelő szerkezet (talajréteg-vastagság), és gondozás esetén (öntözés, tápanyagutánpótlás). Ezekre a kertekre jellemző a virágágyásokkal, bokor-, esetleg kisebb facsoportokkal díszített gyepek. A kisebb létesítési és fenntartási költségű, így viszonylag gyakori félintenzív zöldtetők (20–30 cm-es talajréteg, minimális öntözés) esetén már érdemes az alkalmazható növények csoportjáról beszélni.

A félintenzív zöldtetők beültetésére minden extenzív tetőre ajánlott faj alkalmas, azonban a szárazságot jól tűrő, alacsony vagy elfekvő hajtásrendszerű klasszikus dísz- és gyógynövényfajok is sikeresen telepíthetők.

A levendula (*Lavandula angustifolia*), a rozmaring (*Rosmarinus officinalis*), az orvosi zsálya (*Salvia officinalis*), a kerti izsóp (*Hyssopus officinalis*) és a szurokfű (*Origanum vulgare*) a gyógy- és fűszernövények közé tartoznak.

Az évelő, virágukkal díszítő lágyszárúak közül a fürtös fáklyaliliom (*Kniphofia uvaria*) és a néhány nőszirmfajta telepíthető (*Iris pallida* 'Variegata', *Iris* × *barbata*).

A cserjefajok közül jól alkalmazhatóak a madárbers (*Cotoneaster* sp.) elterülő taxonjai, az örökzöld orbáncfű (*Hypericum salycinum*) és a cserjés pimpó (*Potentilla fruticosa*) (5).

### *A zöldhomlokzatok növényfajai*

A zöldhomlokzatok kialakításakor elsősorban a futónövények közül választhatunk, a zöldtetőkkel ellentétben itt leggyakrabban csak egy-egy fajt telepítenek a befuttatandó területhez. Ennek elsősorban az az oka, hogy a fajok jellemzően igen nagy növekedési erélyűek és egy-egy tő is képes a befuttatandó falfelület beborítására, továbbá a növények nagy mérete miatt kevésbé érvényesülnének az vegyesfajú telepítés zöldtetőnél tapasztalt előnyei.

A zöldhomlokzatok kialakítására hazánkban leggyakrabban a támrendszert nem igénylő fajokat, például az őshonos borostyánt (*Hedera helix*) használják. Az örökzöld, árnyékkedvelő, így az érzékenyebb tarkalevelű fajták kivételével az északi falakhoz is kiválóan telepíthető növény elsősorban leveleivel díszít. A telepíthető növények közül az egyik legnagyobb négyzetméterenkénti zöldtömeget fejleszti. A borostyán akár 30 m magasra is felfuthat, de kedvezőtlenebb körülmények között is eléri a 10 métert. Előnye még, hogy igénytelen a talajjal és a klímával kapcsolatban is. Építési törmeléken is megél, városi körülmények között is hosszú életű (akár 150 év). Az erős metszést is jól viseli. Nem tűri a pangó nedvességet, a talajtömörödést és a fagy miatt fellépő kiszáradást.

Szintén elterjedten alkalmazzák az Észak-Amerikából származó ötlevélkájú és az ázsiai eredetű háromkaréjú vadszőlő fajokat (*Parthenocissus quinquefolia* és *P. tricuspidata*). A borostyánhoz hasonlóan a vadszőlőfajok hosszú életűek, 10 méter fölé nőhetnek, a metszést jól tűrik és leveleikkel díszítenek. Ezek a lombhullató növényfajok októberben narancssárgára vagy vörösre színeződnek. A napos déli falakat kedvelik. A két faj között az az eltérés, hogy míg az ötlevélkájú faj elsősorban függőleges irányban terjeszkedik, addig a háromkaréjú vadszőlő ágai inkább vízszintesen futnak.

Nyugat-Európában egyre gyakrabban ültetik a kínai lilaakácot (*Wisteria sinensis*). Ez a lombhullató faj a fent említettektől jelentősen eltér, mivel szárának csavarodásával kapaszkodik támrendszert igényel. A hosszú életű növény a napos-félárnyékos falakat kedveli. Lila fürtvirágzata május-június hónapokban nyílik. A talajtömörödésre érzékeny.

A fentiek mellett más, általában alacsonyabbra felnövő, támrendszert igénylő fajok is alkalmasak a zöldhomlokzatok befuttatására. Ilyenek például a virágukkal díszítő loncfélék (*Lonicera* sp.), a trombitafolyondár (*Campsis radicans*), az iszalag- (*Clematis* sp.) és futórózsafajok (*Rosa* sp.), valamint a szőlőfélék (*Vitis* sp.).

Kisebb magasságoknál (családi házak esetén) egyházi fajokat is használhatunk a homlokzat árnyékolására. Az itt alkalmazható fajok vagy virágukkal díszítenek – mint például a hajnalka- (*Ipomoea* sp.) és a sarkantyúkafajok (*Tropaeolum* sp.) – vagy termésük ehető, mely esetre az uborka (*Cucumis* sp.), és egyes tök- (*Cucurbita* sp.), illetve babfajok (*Phaseolus* sp.) említhetők példaként. Minden esetben szükséges a támrendszer kialakítása.

Lehetőség van a kisebb növekedési erélyű gyümölcsfák házfal mellé telepítésére is. A fal mellé telepített un. redélyfák igen gondos metszést igényelnek, de azt általában bőséges terméssel hálálják meg. A gyümölcsfákat a ház falától 30–40 cm-re kell telepíteni, a korona kialakításakor csak közvetlenül a házfal mellett lévő ágakat hagyják meg (9).

## A zöldtető és zöldhomlokzat alkalmazásának előnyei

### **Ökológiai előnyök**

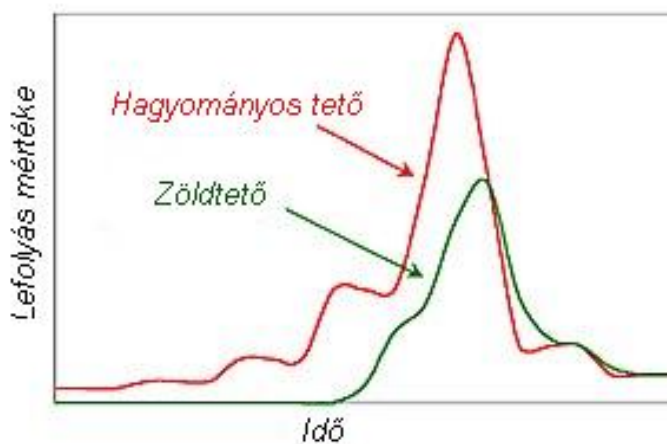
#### *A vízkörforgásának kedvező befolyásolása a városokban*

Az épületek növényekkel történő borítása több ökológiai hasznot is hajt, különösen ha városokban alkalmazzák, hiszen részben képesek helyreállítani a városközpontok ökológiai értékét. A nagyobb zöldtető és zöldhomlokzat felület, valamint a nagyobb növénytömeg jelentősebb ökológiai értéket jelent. Egy 1993-ban megjelent angol kiadvány (Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements) szerint: „A városokat egy teljesen új, ökológiai nézőpontból kell szemlélni. Az épületek felszíne a természetes felszínéhez hasonlóan beültethető, így a szürke városok élő tájjá alakíthatók.”

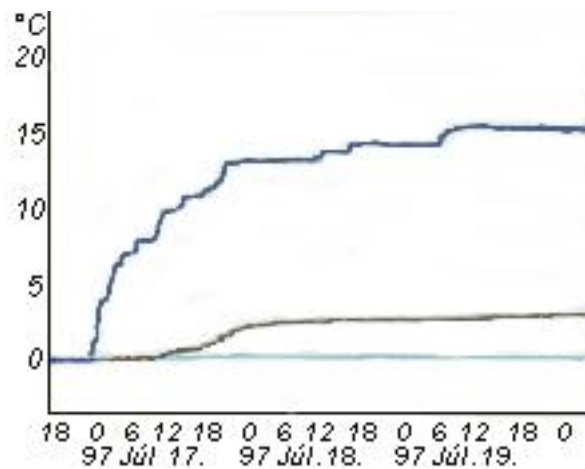
A zöldtetők a legnagyobb ökológiai hasznot talán az esővíz-raktározó képességükkel hajtják. A jelenlegi területhasználati gyakorlat miatt a városokban túlhangsúlyozott csatornahálózat található, sürgető csapadék vízkezelési problémákkal. A beépített területről történő csapadéklefolyás mértékét csökkenteni kell (3).

A már sűrűn beépített területek esetén ez zöldtetők kialakításával oldható meg a legegyszerűbben. Az eső (és a hóolvadás) intenzitásának és a zöldtető talajvastagságának függvényében a csapadékmennyiség 15–90%-a is megköthető. A zöldtető – a természetes zöldterületekhez hasonlóan – az intercepcióval, és a lefolyási csúcs késleltetésével, illetve nagyságának csökkentésével mérsékli a csatornahálózat túlesordulásának esélyét (2. ábra).

2. ábra: A hagyományos és a zöldtetőről lefolyó csapadékvíz mennyiségének változása (Forrás: Roofmeadow, (6))



3. ábra: A csapadék nagysága, valamint az extenzív és az intenzív zöldtetőről lefolyó víz mennyisége néhány nyári nap példáján (Forrás: proNatur Kft, (4))



Hazai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a 6–8 mm-nél kevesebb csapadékot az extenzív és az intenzív zöldtető is teljes mértékben visszatartja. A 8 mm-nél nagyobb mennyiségű csapadék esetén a zöldtető rétegvastagságától, felépítésétől függően a vízmennyiség egyharmadát (extenzív), illetve kétharmadát (intenzív) tartja vissza. Így az biztosítja a természetes nedvességet a növényzetnek, növelve annak felülethűtő, porlekötő hatását, és intenzív párolgással javítja a mikroklímát.

A kísérlet eredményeiből készített grafikon (3. ábra) 1997 júliusának három napját mutatja be. A sötétkék görbe a feltüntetett időintervallum alatt hullott összes csapadék. Az extenzív zöldtetőről (8 cm vastag az ültetőközegek) távozó csapadékvíz mennyiségét mutatja a fekete görbe, míg a világoskék görbe az intenzív tetőkert (30 cm vastag az ültetőközegek) adatait mutatja. Mindkettőnél egyértelmű a csapadék nagy részének megtartása, és egy kis vízmennyiség lefolyása fáziseltolódással. A megtartott vízmennyiség egy részét a növények saját szervezetük építésére használják, de a legnagyobb mennyiség a talaj, és a növények párolgtatása által visszajut a természetes körforgásba (4).

Az elraktározott vízmennyiség később az evapotranszpirációval visszajut a környező légkörbe, ezáltal javítva a mikroklímát. Éves szinten az átlagos csapadékmegkötési arány 50–60 százalékos. A változatosabb növényösszetétel lassítja a víz lefolyását, ezáltal csökkenti az eróziót és növeli a zöldtetőn megőrzött víz mennyiségét (6).

A nitrogén, a foszfor és a toxikus anyagok a csapadékban oldódva, majd lemosódva eljuthatnak a természetes vízfolyásokba. A vegetációval borított tetők jellegzetességei a nagyobb sűrűség, a gyökerek vízmegkötése, a talaj agyag- és szervesanyag-tartalma miatt képesek csökkenteni a fenti anyagok élővizekbe jutását.

### *A városok hőmérsékletének csökkentése*

Az olyan szilárd burkolatok, mint az elsősorban urbánus területeken gyakori beton és aszfalt, nagymértékben hozzájárulnak a városi hősziget kialakulásának örökké növekvő problémájához. A közlekedési útvonalakon és házak tetején is használt aszfalt és bitumen a napsugárzás nagy részét magába szívja és infravörös hőszugárzásként visszaveri azt, a napnyugta után is kibocsátott hő egy melegebb mikroklímát hoz létre a városok felett. A légmozgást a városokban sokszor gátolja a kedvezőtlen vertikális szerkezet, ennek eredményeként a keletkezett hő megragad a város területén.

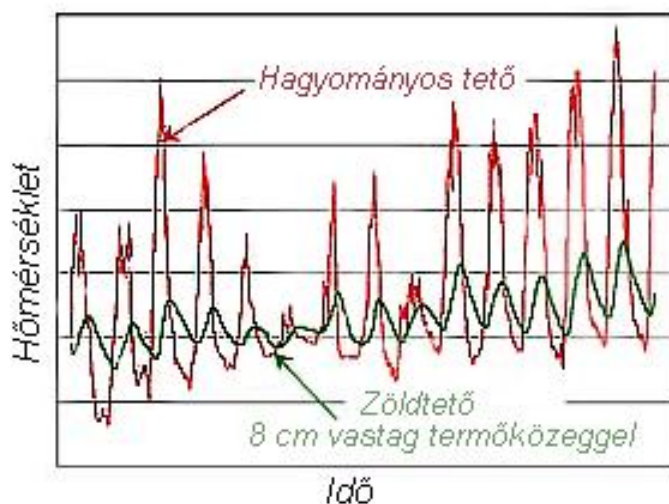
A NASA néhány amerikai nagyváros esetén az ATLANTA program keretében 1996-tól végez vizsgálatokat a hősziget jelenségével kapcsolatban. A természetes táj és az egyéb

növényzettel borított területek nagymértékben csökkentik, míg a településeken gyakori mesterséges szilárd felszínborítások (beton, aszfalt, cserép) növelik a levegő hőmérsékletét. A városi erdők igen fontosak a település levegőjének hűvösen tartásában. Ezen területek kiterjedése mellett elhelyezkedésük is fontos.

A városok melegebb mikroklimája rontja azok levegőminőségét is, 10°C-os hőmérsékletnövekedés hatására megkétszereződik a képződött ózon mennyisége.

A zöldtetők és -homlokzatok képesek a környező levegő hőmérsékletének csökkentésére, kiegyenlítésére és a páratartalmának növelésére (3). A természetes és a szilárd mesterséges felszínek eltérő tulajdonságai képesek a városok hőmérsékletének jelentős befolyásolására. A 4. ábrán a philadelphiai Vívóközpont tetőjén a Roofmeadow szervezet által mért hőmérsékleti adatok láthatók (6).

4. ábra: A hőmérséklet változása hagyományos és zöldtető felett (Forrás: Roofmeadow, (6))



A növényzet hőmérsékletcsökkentő hatását a felfogott csapadék elpárologtatása adja, hiszen a növényzet a napsugárzásból felvett energia 70%-át a párologtatásra, és ezáltal hűtésre használja fel (9).

Hazai mérések eredményeiből egyértelműen megállapítható, hogy a tetőkertek nyári hőcsillapítása igen jó. A normál bitumen-szigetelésű lapostetőn keletkező nappali felületi felmelegedés 60–80°C-os csúcértékeket mutat, miközben a tetőkert alatti szigetelés hőmérséklete 25–30°C, mely a levegőhőmérséklet tartományához közeli.

A téli hónapokban, amikor a külső levegő hőmérséklete fagypont alatti a tetőkert vízszigetelésének hőmérséklete 2°C felett maradt. A zöldtető jelentős hőszigetelő képessége elsősorban az ültetőközeg nagy hézagterfogatának köszönhető.

A kísérleti eredmények bizonyítják, hogy az épületek legtermészetesebb hőszigetelésének, vagyis a zöldtetők és -homlokzatok létesítésének milyen komoly nyári hőárnyékolási és téli hőszigetelési képessége van (4).

#### *További kedvező hatások*

A zöldtetők és -homlokzatok fontos szerepet játszanak a levegőminőség javításában is: képesek kiszűrni és megkötni a levegőben lévő szennyező anyagokat. Egy négyzetméternyi levélfelületre akár több gramm por is lerakódhat, ami a csapadék hatására véglegesen kikerül

a légkörből. A növények anyagcseréjük során megkötik a szén-dioxidot és oxigént juttatnak a levegőbe (9).

Néhány természetes élőhely zöldtetők és -homlokzatok kialakításával is fenntartható, bár ezek nem alkalmasak az eredeti élőhelyek helyettesítésére. A nagyobb növényekkel fedett felszínek az igen sűrűn lakott területeken élő szigetekként funkcionálnak, rovarok és madárfajok sokaságának nyújthatnak élőhelyet. Amerikai vizsgálatok alapján a lepkék és a madarak akár a húsz emelet magasságban lévő tetőkerteket is látogatják (3). Német vizsgálatok szerint a zöldtetők 10–40 rovarfajnak nyújtanak életfeltételeket (10).

Ebből a szempontból kedvezőbb az őshonos növényfajok alkalmazása, mivel ezek táplálékot és élőhelyet nyújtanak a hazai állatfajoknak. Az extenzív zöldtetők és a nagyobb kiterjedésű zöldhomlokzatok esetén kisebb mértékű az emberi zavarás, mint a földfelszínen lévő területeken, ami fontos tényező lehet a városi környezetben (3).

A lombzat zajvisszaverő és zajelfedő tulajdonságokkal rendelkezik. Lemezes szerkezetének köszönhetően a hangrezgéseket egy részét felveszi és közben elnyeléssel tompítva továbbítja, a hullámok másik részét pedig visszaveri. A zöldhomlokzat zajvédő hatása függ a növény fajtájától, a levélzet nagyságától és az évszaktól is. Vizsgálatok során 5 dB körüli zajtompítási értéket mértek (11).

A zöldburkolatok alkalmazásakor az általános városi zajterhelés mértéke is csökken, hiszen a növényekkel borított tetők és homlokzatok kevésbé verik vissza a hanghullámokat, mint a sima csupasz felszínek (7).

### ***Gazdasági előnyök***

A területfejlesztés gazdaságtana gyakran olyan struktúrák kialakítását szorgalmazza amik kisebb építési költséggel létrehozhatók, bár természetellenesek. Ezt a gondolkodásmódot meg kell változtatnunk és több figyelmet kell szentelnünk környezetünk jövőjére. Kezdetben több anyagi áldozatot kell vállalni az építkezéseknél, amik a későbbiekben ökológiai és gazdasági megtakarításokat fognak eredményezni. A zöldtető és zöldhomlokzat létesítésének magasabb költségei hosszú távon energia és fenntartási költség megtakarítást eredményeznek. A gazdasági előnyök fontos érvek mellett, hogy a tulajdonosok a zöldtető kialakítása mellett döntsenek.

Nyáron az erős sugárzás miatt a csupasz tetők felszínén a hőmérséklet akár 80°C fölé is emelkedhet, míg a téli felhőmentes éjszakákon -20°C alá csökken. A nagy napi és évi hőingás miatt a tetőszerkezetekben jelentős károk képződnek. A tető szigetelésére használt anyagok élettartama zöldtető alkalmazásakor megnövekszik. A tetőszerkezet védelme miatt csökken az ultraibolya sugárzás, a hőingadozás és a mechanikai sérülések miatt bekövetkező károk nagysága. A növényekkel beültetett területek sokkal kevésbé melegszenek fel, mint az aszfalttal, betonnal vagy cseréppel fedettek. A káros hatások csökkentésével a tető élettartama akár húsz évvel is megnövekedhet (3).

Zöldhomlokzatok alkalmazásával is csökkenthetjük a felújítási költségeket. Egy nagy kiterjedésű befutott homlokzatot 50–60 évig nem kell felújítani, ez az elterjedt festékek élettartamának többszöröse. A lombréteg alatt az alacsonyabb SO<sub>2</sub>-tartalom miatt kisebb a korrózió, a falakat nem károsítja a záporosó erodáló hatása, mert a lombzat felfogja és levezeti a csapadékot. Ebből a szempontból talán a vadszőlőfajok (*Parthenocissus sp.*) a legkedvezőbbek, mivel ezek levelei a tetőcserepekhez hasonlóan fekszenek egymáson (9).

Az épületek hőszabályozásának energiaigénye – és így a költsége is – jelentősen csökkenthető zöldtető és -homlokzat alkalmazásával, kihasználva annak nyári hűtő és téli szigetelő hatását. A városi hősziget kialakulása is kisebb mértékű.

Nyáron a hőmérséklet zöldtetők alkalmazásával elérhető 3–7°C-os csökkenésével a klímaberendezések használata 10%-kal mérsékelhető. Egy egyszintes zöldtetős épületnél a hűtés költségei átlagosan 25%-kal csökkenthetők. A Weston Design Consultants cég tanulmánya szerint Chicago városában 100 ezer USA dollár értékű energia lenne megtakarítható, ha az összes tetőt növényekkel ültetnék be. A nyári energia-fogyasztási csúcs 720 megawattal csökkenne, ami egy kisebb atomerőmű, vagy néhány szénerőmű termelésének felel meg (3). Az így megtakarítható energia több mint 3%-kal csökkentette volna a 2002-es 21.804 MW-os energiafogyasztási csúcsot.

A tetőkhöz hasonlóan a déli, nyáron erősen felmelegedő falakon igen fontos a napsugárzás elleni védelem, télen viszont az a kedvező, ha a falakat közvetlenül éri a napsugarak melegítő hatása. A lombzat a befutatott faltól akár a beeső napsugarak 80%-át is távoltartja, így annak felszíni hőmérséklete a csupasz falnál akár 30°C-kal is kisebb lehet. A probléma legegyszerűbben a lombhullató vagy egynyári fajok alkalmazásával oldható meg.

Északi falak esetén a napsugarak a falakat közvetlenül nem melegíthetik, így a jobb hőszigetelés érdekében célszerű az örökzöld fajok telepítése. Vizsgálatok szerint a fal külső felszínén a hőmérséklet a növényzet hatására átlagosan 2°C-kal lenne magasabb, és így akár 5–35%-os fűtési energia-megtakarítás is elérhető (9).

A zajszigetelésben is lehetne eredményeket elérni a zöldtetők és -homlokzatok alkalmazásával. Ennek az előnynek a jelentősége a repülőterek, főút- és vasútvonalak közvetlen közelében elhelyezkedő épületeknél a legnagyobb, hiszen itt jellemző az erős, zavaró hanghatás.

Intenzív zöldtető alkalmazásával használható területeket nyerhetünk a városokban. Ezek segítségével parkokat, pihenő- és vendéglátóhelyeket lehet létrehozni a már sűrűn beépített belvárosi területeken is.

A zöldtetők kialakításához használt anyagok jelentős része újrafelhasznált anyag, így a nyersanyag megtakarítása mellett a hulladékkezelési-infrastruktúra igény is alacsonyabb szinten marad (3).

A zöldtető kialakítása és kezelése lényegesen több élők munkáját igényel, mint egy hagyományos tető. Így szerepe lehet új munkahelyek kialakításában, a munkanélküliség csökkentésében. Németországban jelenleg körülbelül 12 ezer ember dolgozik a tetőfedési szektorban, míg ha az összes lapostetőre növényeket telepítenének az alkalmazottak száma közel tízszeres lenne (10).

### ***Eszztétikai és pszichológiai előnyök***

A zöldtetők és zöldhomlokzatok esztétikai és pszichológiai előnyei a többi haszonnál kisebbeknek tűnhetnek, de valójában hasonlóan fontosak, mint a fentiek (8). A zöldburkolatoknak a felhasznált energia mennyiségének csökkentése, a víz- és hőforgalom szabályozása, a szerkezeti elemek védelme és az élőhelyek biztosítása mellett, az épített környezet monotóniájának megtörésében is fontos szerepe van. Olyan tetőkerteket és zöldhomlokzatokat kell kialakítani, melyek amellet, hogy életerős, fenntartható, lehetőség szerint őshonos fajokból álló növényközösség, esztétikai élményt is nyújtanak (3). Egy a nagyvárosi lakosok között végzett közvélemény-kutatás szerint az emberek 90%-a tartja a legfontosabb környezeti értéknek a lakókörnyezet zöldterületét (11).

A zöldburkolatok sokféle módon kialakíthatók, vizuális sokféleségüket a funkció, a felhasznált fajok listája és a növényekkel fedett szerkezeti elem alakja is befolyásolja. Például a lejtős zöldtetők kialakításakor meglepő vizuális hatások érhetők el.

Eszztétikai szempontból a feltűnő virágú, ősszel elszíneződő levelű, esetleg különleges termésű fajok a legkedvezőbbek (9).



A növényelrendezési tervek kialakítása az egyes perspektívák figyelembevételével lehetséges. A nagyobb növénytömeg miatt az intenzív tetőkertek izgalmasabb hatásúak, egy sűrűn beépített területen ezek a városlakók parkjaiként funkcionálhatnak. Egy zöldtetőn létrehozhatók beszélgetésre, pihenésre alkalmas helyek. Gyakran alakítanak ki forrásokat, hidakat, tavacskákat.

Ahol megkívánják a kapcsolatot a természeti környezettel, ott a növényekkel fedett épületek könnyen elvegyülnek a környező vegetációban. Vidéki, természetközeli területeken nem kívánatosak a tolakodó, feltűnő építészeti megoldások, itt a tájba simuló zöldtetők, befutott falak adhatják a megoldást. Az egyes építészeti megoldások kiegészíthetők, kiemelhetők, egyedivé tehetők növények alkalmazásával.

A kereskedelmi és az ipari épületek tetői esetén – zöldtetőt és -homlokzatot alkalmazva – többé nem lenne szükséges a szemet sértő végtelen beton, aszfalt és kavics felhasználásra. Ezeknek az épületeknek a nagykiterjedésű lapostetőin egyszerűen ki lehetne alakítani az extenzív zöldtetőket, amik enyhítenék a nyomasztó kilátást.

Az embereknek pszichológiai igénye találkozni a természet szín- és formagazdagságával, valamint szépségével. Különös jelentőségű a nyugtató zöld szín és az állatok jelenlétének és hangjának érzékelése. A zöldburkolatok vizuálisan segítenek csökkenteni városi lakosságot érintő zöldterületek hiányából fakadó stresszt, jelenlétük növeli a város általános gazdagságát (3). A befutott falak és a zöldtetők segítenek mérsékelni a városi lakosság természettől való elidegenedését, hozzájárulhatnak a környezettudatos gondolkodásmód terjedéséhez, ezek elsősorban a gyerekek esetén fontosak (9).

Több pszichológiai tanulmány igazolta, hogy az általános életminőséget javítja a zöldterületek növelése. Határozott összefüggések vannak a hangulat, az egészség és a természet között. Ez azt jelenti, hogy a mentális és érzelmi stabilitást kedvezően befolyásolják a zöldterületek és a természet alkotóival való szorosabb kapcsolatok. Az épületek növényekkel történő borításának szerepe lehet az átfogó egészségügyi kezeléseknél is. Jelentőségüket növeli, ha például kórház ablakai más tetőkre, falakra néznek (3).

A zöldtetők elérhetősége, vagy egyszerűen a látványa amellett, hogy növeli az ingatlan értékét és növeli a munkások termelékenységét és kreativitását, kertészeti termelésre is használható.

A városokban elvesztett kerteket intenzív zöldtetőkkel is pótolni lehet, egy 40 cm vastag talajréteg már alkalmas a zöldségfélék nagy részének termesztésére. A lakosság a kertészkedéssel egy természetközeli szabadidős tevékenységet végezhet a nagyvárosban, ez elsősorban a kórházak és a börtönök területén fontos (8).

A zöldburkolatok esztétikai jelentőségét növeli, hogy Európában a becslések szerint már a közeljövőben is az emberek több mint 80 százaléka fog a városokban lakni (9).

## A zöldtető és a zöldhomlokzat alkalmazásának hátrányai

Az épületek növényekkel való borításának értékelésekor az alkalmazás miatt jelentkező esetleges károkat, költségeket és hátrányokat is figyelembe kell venni. A zöldtetőkkel és zöldhomlokzatokkal kapcsolatos aggályok többsége alaptalan. Esetenként a nem megfelelően kivitelezett megoldásokból vannak le hibás következtetések. Létezik azonban néhány valós probléma is.

A zöldtetők létesítésénél gondot okozhat, hogy a rosszul kivitelezett vagy egyéb okból sérült szigetelés javítása a normál tetőhöz képest bonyolultabb a tetőt fedő talajréteg és vegetáció miatt.

Az intenzív zöldtetők létesítése és fenntartása, olykor igen költséges és csak magas ingatlanárak esetén lehet kifizetődő, például a szomszéd telken létesített kerthez képest.

A zöldhomlokzat akkor okozhat kárt, ha nem gondozzák, metszik a futónövényeket. Ha a növények elérik a tetőt a lehulló levelek és gallyak miatt az eresz és a lefolyó könnyen eltömődhet, így a csapadékvíz gyakran csak a ház falán folyik le. A fal átnedvesedése gombásodáshoz, romló hőszigeteléshez és szerkezeti károkhoz vezet.

A metszetlen futónövények hajtásai az ablakok elé is belógnak, így kevesebb fény jut be a házba. Társasházak esetén a szomszédok megkérdezése, beleegyezése nélkül telepített futónövény a szomszédos házrészre történő átnövése okozhat kellemetlenségeket.

A nem megfelelően rögzített támrendszerbe vagy a túl buja hajtásrendszerbe az erős szél belekaphat, azt letépheti, így sérüléseket, anyagi károkat okozhat.

A közvetlenül a házfalra futtatott növények hajtásainak eltávolításakor, a falon maradnak az azokat rögzítő tapadókorongos ágkacsok, járulékos gyökerek. A növény elpusztulása esetén a falon maradnak az elszáradt növényi részek és azok kellemetlen látványt nyújtanak.

Az előnyöknél is említésre került a jelentősebb munkaerőigény, ha ennek a költségét vesszük alapul, akkor hátrányként kell említenünk. Azonban ez a nézet még a tulajdonos szempontjából sem jogos, hiszen az épület kisebb felújítási igénye miatt egy jelentős anyagmegtakarítás, ezáltal költségcsökkenés érhető el. A nemzetgazdaság szempontjából pedig kifejezetten előnyös az új munkahelyek megjelenése.

A közvetlenül a csatorna mellé telepített borostyán erős gyökereivel a szennyvízelvezető csatornákat szétfeszítheti, eltömítheti.

A hátrányok megfelelő gondossággal elkerülhetők, vagy jelentősen csökkenthetők, így a növények telepítésének előnyei mindenképpen jóval nagyobbak lesznek.

A közvetlenül a csatorna mellé telepített borostyán erős gyökereivel a szennyvízelvezető csöveket szétfeszítheti, eltömítheti.

A hátrányok megfelelő gondossággal elkerülhetők, vagy jelentősen csökkenthetők, így a növények telepítésének előnyei mindenképpen jóval nagyobbak lesznek.

#### *Felhasznált irodalom:*

1. Garami Márta: A babiloni függőkert. In: Kertészet, kert magazin és adatbázis (<http://www.kertpont.hu/index.php3?menu=cikk&cikkid=289>)
2. W.P. Hickman System, Inc.: Eco-Roof systems (<http://www.ecoroofs.com>)
3. Greenroofs.com: The Resource Portal for Green Roofs (<http://www.greenroofs.com/Greenroofs101>)
4. proNatur Kft (<http://www.pronatur.hu>)
5. Gerzson L. (2004): A klímaváltozás várható hatásai a zöldtetők növényzetének összetételére. In: Csete L. (szerk.) (2004): "AGRO-21" Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. Budapest, „AGRO-21” Kutatási Programiroda, 126–128 p.
6. Roofscapes Inc. (<http://www.roofmeadow.com>)
7. ZinCo Dachbegrünungen (<http://www.zinco.de>)
8. City Farmer, Canada's Office of Urban Agriculture (2002): Evaluating the Potential of Green Roof Agriculture (<http://www.cityfarmer.org/greenpotential.html>)
9. Finke, C. – Osterhoff, J. (2002): Zöld homlokzatok. Budapest, CSER kiadó, 100 p.
10. GREEN ROOFS For Healthy Cities (<http://www.greenroofs.org>)

11. Nagy Gyöngyi (1996): Zöld homlokzatok. Ybl Miklós Műszaki Főiskola, Budapest, főiskolai jegyzet 32p.  
([http://www.google.co.hu/search?q=cache:j0r\\_MiIwL4IJ:www.ymmf.hu/egyseg/ek/epkorny/pdf/zold2.pdf+zaj+v%C3%A1rosi+kl%C3%ADma+%22z%C3%B1d+homlokzatok%22&hl=hu](http://www.google.co.hu/search?q=cache:j0r_MiIwL4IJ:www.ymmf.hu/egyseg/ek/epkorny/pdf/zold2.pdf+zaj+v%C3%A1rosi+kl%C3%ADma+%22z%C3%B1d+homlokzatok%22&hl=hu))
12. Horváth S., Orbán J., Perényi L., Petró B., Rab A., Vladár P.: Vízszigetelési zsebkönyv. Magyar Mediprint Szakkiadó, Budapest, 359 p.
13. Universitas – Győr Kht. honlapja  
(<http://zeus.szif.hu/epszerk/MASTER/Lapostet.htm>)



*Levegő Munkacsoport*