

TERMÉSZETKÖZELI GYEP A TETŐN – KÍSÉRLET EGY FENNTARTHATÓ(BB) ZÖLDTETŐRE

GRASSLAND ON THE TOP – PILOT PROJECT ON A SUSTAINABLE GREEN ROOF

SZERZŐ/BY:
BALOG ÁGNES

*„A szabad természet a mi szabadságunk.”
/Hundertwasser/*

*„Nature is our freedom.”
/Hundertwasser/*

BEVEZETÉS ÉS ELŐKÉPEK

Lehet-e egy zöldtető rokon a környező tájjal? Lehet-e döntően honos, tájba illő fajokat alkalmazni egy zöldtetőn? Felhasználható-e a helyi talaj a zöldtető létesítésére? Többek között e kérdések foglalkoztattak minket öko-lakóházunk tervezésekor. A kérdések materializálódtak, egy olyan kísérlet szerves részeként, amely magyarországi viszonyok között kívánta újra gondolni a természetbarát otthon elméleti és gyakorlati szempontjait. Jelen írás tehát a saját lakóházunk új utakat kereső zöldtetőivel kapcsolatos, tudományos igényű megfigyelések rendszerezett, áttekintő összegzése.

A kísérlet tárgyát képező zöldtetők egy természetkímélő, környezetbarát módszerrel épült és „működő” lakóház tetősíntjén találhatóak. A kialakításukkal,

INTRODUCTION

Is it possible for a green roof to be in harmony with the landscape? Is it possible to create green roofs primarily from locally native species? Can we use local soils for green roofs? These questions troubled us when planning our ecological dwelling. Eventually, they materialized as an organic part of our pilot project that aimed at re-thinking the practical and theoretical aspects of ecological homes in Hungary. This paper summarizes the experiences and scientific observations on the novel green roof systems of our own building.

The green roofs in our experiment were created atop a functioning dwelling that had been built by environment-friendly technologies. The principles on their formation and design were

jellegükkel kapcsolatos alapelvek megfogalmazását két évtizedes szakmai tapasztalatgyűjtés előzte meg. Ezek közül az 1990-es években tett németországi és ausztriai tanulmányutakon megfigyelt természetközeli zöldtetők mellett – példaként – három alapvető szakmai előzmény emelhető ki. Az írországi Glenveagh Nemzeti Park építész-táj- és kertépítész tervező párosa által jegyzett fogadóközpont,¹ amelynél a környező törpecserjés, lápos, dimbes-dombos táj kicsinyített másaként formált zöldtetők szinte láthatatlanná varázsolják az épületet. Másik ihlető példa a walesi Pembrokeshire Coast Nemzeti Park fogadóközpontja,² amelyet szintén a környező honos rétekre, illetve az évszázados tájalakítás nyomán fennmaradt legelőkre hasonlító gyepes tető fed (1. kép). Végül, de korántsem utolsó sorban Hundertwasser „zöld-bőrű” háza³ említhetőek meg, s nem „csupán” a zöldtetők, hanem az általuk megvalósult csodálatos elméleti és gyakorlati munka okán, amely bebizonyította, hogy az épületek ismét közelíthetők, sőt visszakapcsolhatóak a természetes, élő rendszerekbe. A szakmai tapasztalatgyűjtés eredményei szervesen beépültek a saját kísérleti zöldtetőink (a továbbiakban: zöldtetőink) tervezési alapvetései közé.

SZUBJEKTÍV ÖSSZEGZÉS A HAZAI ZÖLDTETŐKKEL KAPCSOLATOS SZAKMAI MEGFIGYELÉSEKRŐL

A zöldtetőink „alapját” képező lakóház tervezési stádiumának kezdetére a hazai zöldtetőkkel kapcsolatosan egy markáns osztályozási rendszer alakult ki, amely nagyrészt a mai napig tartja magát. Ez a rendszer megkülönböztet extenzív és intenzív zöldtetőket. Előbbiek leginkább speciális, sekélyebb ültetőközegben, főként szukkulens, pozsgás növényekkel, utóbbiak szintén speciális talajkeverékben a talajszíni intenzív kertekkel, gyepekkel megegyező növényzettel valósultak meg, ahol a beültethető

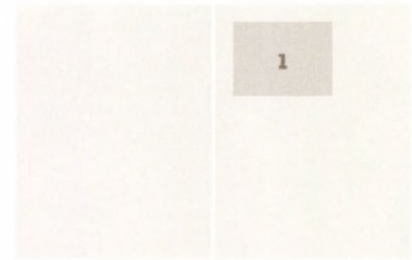
dísznövények típusát a talajkeverék vastagsága határozta meg (intenzív zöldtetőnél legalább 30 cm). Előbbi nem öntözött, utóbbi intenzíven fenntartott, általában öntözött tetőszintű zöldfelület. Sem az extenzív, sem az intenzív zöldtetők általánosan alkalmazott növényzete nem rokonítható a hazai szélsőséges viszonyok között élő, honos, fátlan növénytársulásokkal, azaz a honos száraz gyepekkel – bár csenkesz fajok és honos varjúhájak olykor előfordulnak, inkább díszítőelemként, s nem társulásjellegű alkalmazásban. Emellett a hazai extenzív zöldtetők megjelenése – talán nem túlzás kijelenteni – sokszor riasztóan idegen és kevésbé tükrözi azt az eredeti elképzelést, hogy a zöldtető élő zöldfelületet képezzen épületeinken.

A zöldtetőkkel foglalkozó hazai szakértők jórészt egyetérteni látszanak abban, hogy mindkét típusú zöldtető különleges szakértelmet igényel, és csak speciális ültetőközeggel létesíthető. A törekvés egyrészt érthető: a tetőszerkezet, a rétegrendek valóban különböznek egy átlagos tetőszerkezettől. De miközben a zöldtető-szakma dicséretesen népszerűsíteni látszik a zöldtetők ügyét, egyúttal kissé el is riasztja az érdeklődőket, mert a különleges és drága szerkezeti és telepítési anyagokat sokan nem tudják, vagy nem akarják finanszírozni. Ugyanakkor hiányoznak a pályázati és egyéb támogatások. (Az ezredforduló környékén egy németországi megbízó kertjének tervezésekor a tulajdonos hívta fel a szerző figyelmét arra, hogy a garázs „zöldtetősítése” ne maradjon, mert arra komoly támogatást nyújt a helyi önkormányzat.)

ZÖLDTETŐINK ALAPVETÉSEI

A kísérleti öko-lakóház és a hozzá szervesen kapcsolódó kert és zöldfelület Pest megyében, Vácrátóton, a település belterületén található (2. kép). A kb. 1 ha

¹ Visitor Centre, Glenveagh National Park, Anthony and Barbara O'Neill, 1986.
² Castell Henllys Educational Centre, Niall Phillips architects, 1993.
³ Restany, P: Hundertwasser – a festőkirály és az öt bőr, Taschen/Vince, Köln/Bp., 2002.



1. kép/pict.:

A walesi nemzeti park tájba illesztett zöldtetője a modern fogadóközpont tetején / The green roof of the modern visitor centre in Wales blends in with the landscape

A SZERZŐ FELVÉTELE, 1995.

1 Visitor Centre, Glenveagh National Park, Anthony and Barbara O'Neill, 1986.

2 Castell Henllys Educational Centre, Niall Phillips architects, 1993.

3 Restany, P: Hundertwasser - the king of painters and the five skins, Taschen/Vince, Köln/Bp., 2002.

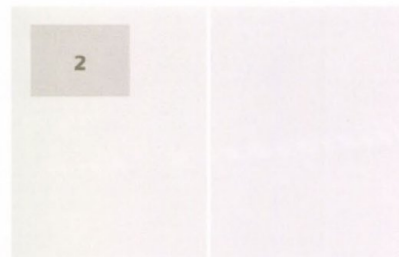
based on two decades of observation and gathering know-how. Besides the experiences of several study tours to Austria and Germany in the 1990s, three fundamental professional preliminaries must be mentioned here. One is the visitor centre¹ of the Glenveagh National Park in Ireland, designed by two experts in architecture and landscape architecture. The roofs of this building are perfect miniatures of the surrounding peatbogs and shrubland so perfectly they almost camouflage the visitor centre. The second inspiration came from the visitor centre² of the Pembrokeshire Coast National Park in Wales, which also hides underneath its pasture-like green roofs taking after the neighbouring landscape that had been formed by centuries of farming (Picture 1). The third example was set by the excellent theoretical and practical work of Hundertwasser himself. His „green-skinned” houses³ proved that human habitation can be interconnected with natural, live systems. These observations organically merged into the blueprint of our pilot project.

SUBJECTIVE SUMMARY OF HUNGARIAN GREEN ROOFS

By the time we reached the planning phase of the building that now form the 'foundation' of our green roofs, a distinctive dichotomy became firmly established in the classification system of green roofs that still holds strong. According

to this system, there are two types of green roofs: extensive and intensive, the former of which are usually created on special substrate with mainly succulent plants. The latter are also characterized by specially engineered soil mixtures and planted with species typically used in intensive conventional gardens and lawns, where the depth of the soil mixture (from 30 cm upwards) determines the applicable ornamental plants. Extensive green roofs are not irrigated, as opposed to intensive green roofs. Neither the intensive, nor the extensive techniques apply species that would match the locally native grassland vegetation type (that is, dry grasslands) adapted to the extreme weather conditions typical of Hungary, even though fescue and sedum species occur in them as scattered ornamental elements. Not only are these green areas strikingly artificial and have nothing in common with the grassland communities naturally evolving in the local climate, but have also lost touch with the original idea of making our built-up environment more organic and harmoniously fitting the landscape.

Hungarian professionals seem to agree that both types of green roof systems require professional expertise and special substrates. This, on the one hand, is understandable: the architectural layers of green roofs do differ from regular roof structures. However, their efforts to make green roofs more popular in the country can also be



2. kép/pict.:
A kísérleti lakóház a tágabb környezettel, közvetlenül az építkezés második szakaszának befejezésekor / Wider surroundings of the experimental

dwelling at the end of the second phase of construction
FORRÁS / SOURCE: GOOGLE MAPS, 2010. A FELVÉTEL 2007-ES / PHOTOGRAPH TAKEN IN 2007, GOOGLE MAPS, 2010 VERSION.

nagyságú terület a Sződ-Rákospatak mentén fekszik. A korábban nagyrészt intenzív mezőgazdasági tevékenységgel művelt telek változatos, szelíden lankás domborzatú, intenzív növénytermesztéssel hasznosított, illetve erdős(ülő) és rét-területekkel övezett. Az 1996-ban megkezdett komplex birtokrendezés – rét-rehabilitáció, mezsgyetelepítés, fásítás, természetszerű kert és ökológikus elvek alapján tervezett, környezetkímélő módon „működő” épület – ismeretése jelen írás kereteit meghaladná, de zöldtetőink ebbe a környezettudatos rendszerbe szorosan illeszkednek, tükrözve a táj – kert – épület kapcsolatának elméleti és gyakorlati újragondolását. (A lakóház-kert együttes 2005-ben elnyerte Pest Megye Építészeti Nívódíját).

A hazai és külföldi szakirodalom és példák alapján az alábbi tervezési alapelvek fogalmazódtak meg a zöldtetőink létesítésével kapcsolatosan:

1. A tető alakja, kialakítása adjon lehetőséget arra, hogy a környező táj szelíd, lankás dombjai visszaköszönhessenek a lakóház tetején, de a lejtés szöge ne legyen akkora, hogy különleges erőziónagytól megoldásokat kelljen alkalmazni;
2. Az ültetőközeg legyen házilagosan előállítható. Ezen belül határozott elképzelés volt, hogy az épülő ház alapozásakor a kikerülő termőtalajt fel kell használni, és ezt kell helyben, egyéb, közelben beszerezhető anyagokkal kiegészíteni;

3. Az alkalmazott növényzet lehetőség szerint minél inkább hasonlítson a környék honos gyeptársulásaira, hogy természetes, illetve természetközeli rét-jellegű társulás alakulhasson ki a tetőkön. Cserjéket, fákat a szerkezetek által behatárolt sekély termőréteg vastagság (20-30 cm) miatt nem lehet ültetni;
4. A zöldtetők „passzív” zöldtetők, ahol nincs rendszeres használat, tartózkodás (erre a kapcsolódó teraszok és a környező kert bőséges lehetőséget nyújtanak);
5. Sem a létesítés, sem a kezelés-fenntartás ne igényeljen különleges felszerelést. Lehetőleg minden lépés legyen házilagosan megvalósítható. A tetőn nem létesül automata öntözőrendszer;
6. Végző soron egy szinte "ellen-alapelv" is megfogalmazódott, amely szerint zöldtetőink ne legyenek sem extenzív, sem intenzív zöldtetők, olyan értelemben, ahogy a hazai szaknyelv ezen típusokat megnevezi;
7. A 6. és a 3. ponttal összefüggésben ne kerüljön sor tájjidegen pozsgások és egyéb exota növényfajok használatára.

HOMOKPUSZTAGYEP A TETŐN? A ZÖLDTETŐ-LÉTESÍTÉS ELSŐ SZAKASZA

Zöldtetőink 2001-ben és 2007-ben, két szakaszban összesen 325 m² területen jöttek létre. Elhelyezkedésüket,

counterproductive, as home-owners are rarely willing or able to afford the special and expensive materials and the process itself. At the same time, there is a lack of subsidies and other incentives or funding sources. (By contrast, at the end of the 1990-ies, a client in Germany called the attention of the author - who was designing a garden for him at the time - to design a green roof for the garage, too, because that was subsidized by the local government.)

PRINCIPLES OF OUR GREEN ROOFS

Our experimental ecological home and the surrounding garden and green areas of cca. 1 ha are located in Vácrátót, Pest county, along the Sződ-Rákos-stream (Picture 2). This diverse hilly land was once covered with intensively cultivated orchards and is surrounded by a mosaic of intensively used fields, meadows and spontaneously re-afforesting patches. The complex rearrangement of the property started in 1996, and involves meadow-rehabilitation, re-afforestation, and the construction of an environment-friendly building- natural garden complex that was planned following ecological guidelines. The overall description of this complex is beyond the scope of the present paper, but our green roofs fit perfectly into this environmentally highly aware system, harmoniously connecting the building into its surroundings both on the garden- and the landscape-scale. The building and garden-complex won the Pest County Architectural Award in 2005.

Based on examples from national and international literature and practical examples, our green roofs were designed following our governing principles (see below):

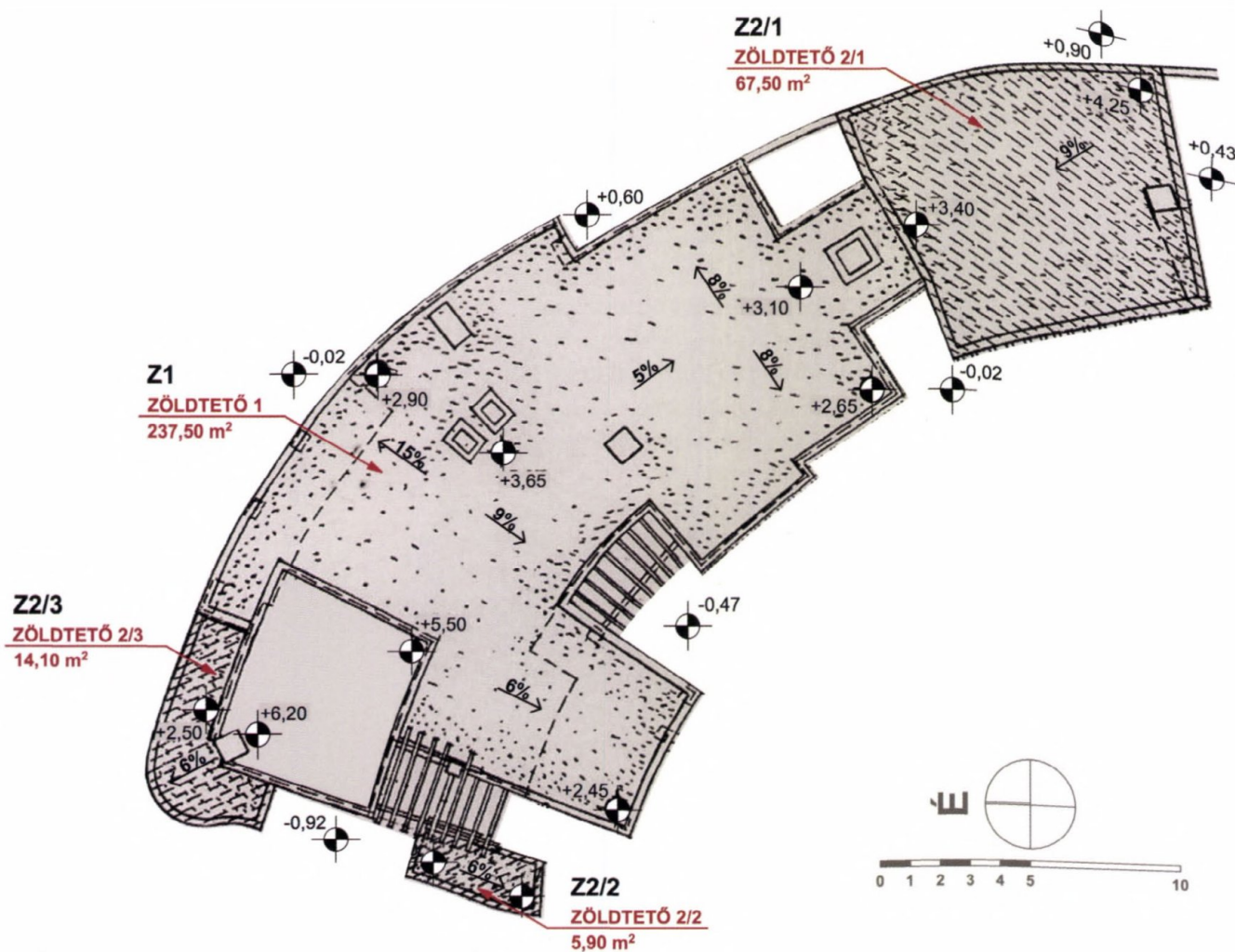
1. The shape and elaboration of the roof should mirror the gently rolling hills of the building's surroundings,

the slope should not be so steep as to make special anti-erosion solutions necessary;

2. The growing medium should be home-made. More precisely, soil dislocated during the foundation works of the building must be reused and complemented with other locally available materials;
3. The type of vegetation applied should be as similar to local grassland vegetation as possible, in order to allow natural and semi-natural grassland communities to form on the rooftops. Shrubs and trees cannot be planted due to structural constraints (maximum soil depth supported was 20-30 cm);
4. These green roofs are „passive green roofs”, that is, there is no regular utilization or human presence on them as the roof systems are closely linked to several leisure areas, such as terraces and the garden itself;
5. Neither the installation, nor maintenance should require special equipment. Preferably, all activities should be possible to carry out by the inhabitants. No automatic irrigation system should be set up on the roof;
6. Our green roofs were not aimed to fit the conventional classification system of 'extensive' and 'intensive' green roofs as described in the national scientific literature, on the contrary, we set our aims to 'be different';
7. According to points 6. and 3., vegetation should not include exotic succulents and other non-native plant species.

SAND GRASSLAND ON THE ROOF? THE FIRST STAGE OF GREEN ROOFING

We have created our green roofs in 2001 and 2007 in two phases, covering 325 m² all together. Their layout, exposure and slope is shown on Figure 3.



kitettséget, lejtési viszonyait az 3. sz. ábra mutatja be. A lakóházat két ütemben építettük, így a másodjára készült zöldtetők esetében az első szakasz eredményeit, tapasztalatait már figyelembe tudtuk venni.

A zöldtető-létesítés első szakasza 2001 tavaszán zajlott, összesen 237,5 m² összefüggő zöldtető (továbbiakban: Z1) épült, a jellemzően ÉK- DNY-i kitettséggű, lekerített, minden irányban szelíden lejtő, fafödemes tetőszerkezeti alapon. A környezetbarát technológiák, anyagok előtérbe helyezése és anyagi lehetőségeink együttesen határozták meg a szerkezetek anyaghasználatát.

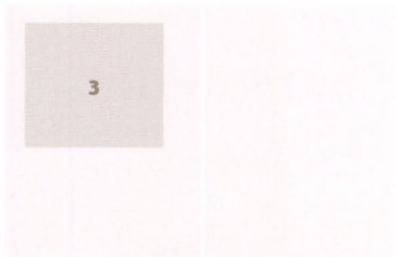
A Z1 egyenes rétegreddel, többféle újrahasznosított anyag felhasználásával (vízszigetelés, felületszivárgó, újrahasznált zsaludeszka elválasztó-szegélyek) készült. A geotextília rétegre a házépítés előtt összegyűjtött és deponált termőtalaj felhasználásával a helyszínen gépi és kézi erővel összekevert talajkeverék

került, (tömörödés utáni) 20-25 cm vastagságban. Az ültetőközeg összetételét (arányosítva) az 1. sz. táblázat mutatja.

A Z1 szélein, valamint a tetőn található ablakok, kémények, szellőzők körül 50 cm széles kavicsáv tűzgát készült, a kavicsávban a széleken ebbe süllyesztve, geotextíliába tekert perforált vízvezető dréncsővel. A kavicsávnál az ültetőközeg felől újrahasznosított zsaludeszka megtámasztó szegély, a tető széleinek oldalán légáteresztő szegélylécezés készült.

A Z1-re első ütemben egy vegyes gyeptápanyagkeverék került. A keverék összeállítását a honos száraz gyepek ihlették, továbbá a beszerezhetőség (saját maggyűjtés ekkor még nem folyt) befolyásolta. Vácrátót környékén a fátlan társulásoknál az MTA ÖBKI³ és egyéb intézmények által vizsgált környéki gyepeknél (elsősorban a Tece területén) a nyílt és a zárt homokpusztagyeppek jellemzőek. Mindkét gyeptársulás

4 az építész tervező rajza, Reppert Béla, építész
5 általános összefoglaló a www.botkert.hu oldalon



3. sz. ábra/figure:

A kísérleti zöldtetők elhelyezkedése és területe⁴ / Layout and area of our green roofs⁴

The building was constructed in two phases, thus conclusions from the first could already be applied at the green roofing of the second phase.

The first phase of green roofing (hereinafter Z1) was carried out in spring 2001, involving a total of 237.5 m² continuous area, characterized by NE-SW exposure, with rounded edges and slight slopes built on a timbered roof structure. Environment-friendly technologies combined with financial resources determined the scope of materials used for the installation.

Z1 is a straight-layered green roof that made use of several types of recycled and reused materials (i.e. the waterproofing layers, perforated drainage plates, siding planks). The geotextile layer was covered with a soil mixture using local soil gathered on site before the construction works began. The substrate was mixed by machine and hand power and deposited in 20-25 cm depth. The proportionate composition is shown in Table 1.

Along the outer edges of Z1 and the inner edges around chimneys, vents, skylights we created a 50 cm-wide gravel firebreak with perforated drainage tubing wrapped in geotextile running down centrally. On the substrate-side, temporal reused siding planks border the gravel strips. On the outer edges we have air-permeable framing of the roof.

Z1 was planted with grass seed mixture in the first phase. At the time we had not yet started collecting seeds, thus seed availability somewhat narrowed down

the potentially available dry grassland species typical of the area. In the vicinity of Vácrátót mainly in the so-called Tece area, the predominant grassland vegetation types are open and closed sand grasslands (according to the studies of the MTA ÖBKI⁵ and other research institutes). Both communities are naturally characterized by fescues (*Festuca* spp.) with several protected herbaceous species (*Stipa*, *Alkanna*, *Iris arenaria*, *Colchicum arenarium* etc.)⁶, but planting these herbs was neither a target, nor a possibility. In the close surroundings, there were no original sand grassland patches left. A heavily degraded patch remained in the property's far north-eastern corner with fescue and euphorbia species. Apart from this, other areas of the property that used to be plough fields and potato fields are now being rehabilitated into grasslands. Surrounding areas are mosaics of intensively cultivated small fields, woods and on the other side of the Szód-Rákos-stream, lies a biannually mowed community meadow with a relatively uncharacteristic plant community. The area of Tece could be the closest typical native sand grassland patch that remains from this previously wide-ranging local vegetation type.

We planned a similar, closed sand grassland-type vegetation cover for Z1, as

- grassland reconstruction from arable land in a parallel project on the property's drier parts have spontaneously evolved towards that community
- the rooftop's dry and very much exposed surface, as well as the substrate (lime-sand) mimick the typical and necessary habitat conditions of closed sand grasslands

⁴ Drawing by the designer, REPERT, Béla, architect

⁵ General summary on www.botkert.hu, Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences

⁶ „Typical species of the sand grassland besides the abundant fescue species (*Festuca* spp.): *Echinops ritro* ssp. *ruthenicus*, *Alkanna tinctoria*, *Euphorbia seguieriana*, *Stipa borysthenica*, *Dianthus serotinus*, *Centaurea arenaria*, *Colchicum arenarium*, *Iris arenaria*, *Syrenia cana* etc. www.botkert.hu

legkarakteresebb fajai a csenkeszek (Festuca fajok), és több védett lágyszárú is jellemző (árvalányhaj-fajok, báránypirosító, homoki nőszirm, homoki kikerics stb.)⁶ - utóbbiak telepítésére nem volt lehetőség, és nem is volt cél. A zöldtető közvetlen közelében nem volt eredeti homokpusztagyep. Jelentősen degradálódott maradványfolt volt csak fellelhető az építési telek északkeleti sarkában (csenkesz-fajok, kutyatej-fajok stb.). Emellett a közvetlen környezetben a telken az eredetileg szántók, burgonyaföldek helyén komplex kísérletünk során rehabilitálás alatt álló száraz gyepek, valamint távolabb a szomszédos kertek, intenzíven művelt kisparcellák, vegyes erdőfoltok, valamint a telket határoló Sződ-Rákospatak túlsó partján fekvő évente kétszer kaszált, kevésbé karakteres társulással bíró „közösségi” rét található. Az említett, távolabb eső Tece területe vélhető a legközelebbi tipikus homoki gyepek, az egykor nagyobb kiterjedésű ilyen honos társulások hírmondójaként.

A Z1-re a zárt homokpusztagyep társulásához hasonló állományt terveztünk, mivel:

- Az építési telken az építkezéssel párhuzamosan zajló gyeprehabilitáció (szántóföldből) során az állományok a szárazabb területrészekben ilyen társulás felé fejlődtek.
- A rendkívül száraz, kitett tetőfelület, valamint az ültetőközeg, ill. talajkeverék (meszes homok-féleség) erős rokonságot mutattak a zárt homoki gyepek jellemző és meghatározó élőhelyi adottságaival.
- Az épület tágabb környezetében nyílt és zárt homoki gyepek fordulnak elő, tehát a természet elvű tervezés során ezeknek a társulásoknak a „lemásolása” volt a cél. A nyílt homoki gyepek erózióvédelme nem lett volna jól megoldható, de a zárt homokpusztagyepkel rokonítható társulás már ezt a kritériumot is teljesíteni tudta (a mindkét szárazgyepre jellemző⁷

csenkesz-fajok és a továbbiakban ismertetett erózióvédelem alkalmazásával).

A „Rét a tetőn”⁸ gyep-magkeverék az MKF Kht. (Szarvas)⁹ által megküldött fűmagokból és egyéb forrásból származó évelő magokból készült. A keverékben 95 %-ban alkalmazott domináns fűfélék és mennyiségük (arányosítva) a 2. sz. táblázatban láthatók. Ezek mellett kereskedelmi forgalomban kapható kakukkfű, kerti zsálya, szurokfű, csombor magok kerültek a magkeverékbe.

A Z1 gyepesítése hagyományos füvesítési módszerrel és vetési mennyiséggel zajlott, a folyamat végén hengeres tömörítéssel. A felületre eróziógátló jutaháló-sávok (széleken 5-10 cm átfedéssel) kerültek, 1 cm talajkeverék szórással. Ezután néhány cserepes metélőhagyma, fehér üröm és csombor kiültetése történt. A tetőn, a széleken és a kémények-szellőzők körül futó kavicsos drénsávokon kívül semmilyen egyéb művi elem nincs a tetőn (még lépőkövek sem). A telepítés utáni beöntözést követően a száraz nyári időszakban - sokszor sajnos ellenőrizetlenül - nagy vízzal történt az öntözés (amely további jelentős felületi tömörödést okozott). Az őszi időszakban, valamint az elkövetkezendő években folyamatosan újabb évelő kiültetések zajlottak, alkalmanként 5-15 tővel, minden esetben a gyepebe telepítve. Az évelők egy része konténeres cserepes faiskolai anyagból, más része saját gyűjtésből (Szentendrei-sziget nem védett, felparcellázás előtt, vagy az alatt álló, homoki gyepes területei) került ki.¹⁰

A Z1-GYEL KAPCSOLATOS MEGFIGYELÉSEK

Az első években a csenkeszek nagyon lassan fejlődtek. A tető nagy részén hézag, mohosodó, kis borítottságú állományok alakultak ki (4. kép). A tető negyedik-ötödik évétől ez a borítottság lényegesen javult, a tizedik évre

6 „A homokpusztagyep jellemző növényei a tömeges csenkesz fajok (Festuca) mellett például: a kék szármárkenyér (*Echinops ritro* ssp. *ruthenicus*), a báránypirosító (*Alkanna tinctoria*), a pusztai kutyatej (*Euphorbia seguieriana*), a homoki árvalányhaj (*Stipa borysthena*), a kései szegfű (*Dianthus serotinus*), a homoki imola (*Centaurea arenaria*), a homoki kikerics (*Colchicum arenarium*), a homoki nőszirm (*Iris arenaria*), a homoki imola (*Syrenia cana*) stb. www.botkert.hu
7 A kapcsolódó kutatások a későbbiekben ismét bebizonyították, hogy a környéki száraz homokpusztagyep zárt és nyílt típusai közötti meglehetősen nagy az átfedés, Bartha S. et al: Nyílt és záródó homokpusztagyep társulási viszonyainak összehasonlítása a vácrátóti Tece legelőn, MTA ÖBKI, Vácrátót, 2006.

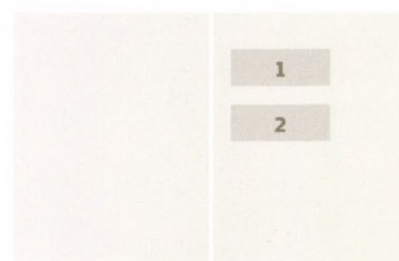
8 Saját elnevezés

9 Mezőgazdasági Kutató-Fejlesztő Közhatalmú Társaság, Gyepnövénynevelő telep, Szarvas

10 Legjellemzőbbek: *Allium schoenoprasum*, *Potentilla arenaria*, *Sedum sexangulare*, *Achillea* fajok, *Thymus* fajok - vad és kerti fajok, fajták egyaránt, *Satureja montana*

arányosított mennyiség / proportion	anyagféléesség / substance	megjegyzés / comment
1	téglatörmelék / brick rubble	saját építkezésből megmaradt téglá helyben összetöréséből / created by crushing brick bats left over from the construction on site
1	kéregkomposzt / bark compost	közeli beszerzés / from a neighbouring locality
4	homokos termőtalaj / sandy soil	helyi, építkezés előtt összegyűjtött és helyszínen deponált / Collected on site before the construction works began

arányosított mennyiség / proportion	latin név / scientific name	magyar név	megjegyzés / comment
4	<i>Festuca pseudovina valesiaca</i> 'Pusztá'	'Pusztá' veresnadrág-csenkesz	
1	<i>Festuca arundinacea</i> 'Strand'	'Strand' nádkéjú csenkesz	a tetőről leginkább „leszökő” csenkesz / this species was most likely to 'escape' from the roof
4	<i>Festuca ovina</i> var. <i>capillata</i> 'Favorit'	'Favorit' fonalas csenkesz	
2	<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>media</i> 'Szarvas'	'Szarvas' réti perje	kevésbé maradt meg a tetőn / not too viable on the roof



1. táblázat/table:

a Z1 ültetőközeg-összetétele/
Substrate composition of Z1

2. táblázat/table:

a Z1 elvetett fűféléi
/ Grass species of Z1

– in the direct vicinity and the wider neighbourhood of the building, closed sand grasslands prevail, making this our target vegetation for our semi-natural habitat construction. Moreover, protecting an open sand grassland from erosion would not have been possible, but a closed grassland-type vegetation cover met this criterium, too (applying fescue species typical of both dry grassland types⁷ with the anti-erosion solution described later on).

The seed mixture called „Rooftop meadow”⁸ was mixed from grass seeds from the MKF Kht, Szarvas⁹ and perennial seeds obtained from other sources. The proportion of grass species (amounting to 95% of the mixture) are shown in Table 2. The

rest of the seeds consisted of thyme, garden sage, marjoram and savory seeds available from the market.

Sowing the grass seed mixture on Z1 was done in a traditional way in normal seed quantities, finished by compacting the soil with a roller. The surface was covered burlap to prevent erosion, with 5-10 cm overlaps between the strips and then a centimetre-deep soil was spread on top. A few pots of chives, wormwood and savory were placed amidst the growing medium. Apart from the gravelled strips running along all the edges including those around chimneys and air vents, there are no artificial objects on the rooftops, not even stepping stones. Right after spreading the seeds, we watered the soil. Unfortunately,

⁷ More recent studies have again showed that closed and open sand grassland communities of the region have very much in common. (Bartha S. et al: Comparison of open and closed sand grassland communities on the Tece pasture, Vácrátót MTA ÖBKI, Vácrátót, 2006.)

⁸ the name was given by the author
⁹ Non-profit company for Agricultural Research and Development, Szarvas



4. kép/pict.: A fiatal Z1 nyugati sarka a telepítés utáni harmadik tavaszon és a szűkebb környezet. Az előtérben jól látható a zöldtetőt szegélyező kavicsáv / The western corner of Z1 on the 3rd spring after installation with its close surroundings. The

gravel boundaries of the green roof can be seen in the foreground.

FORRÁS / SOURCE: Pető L., 2004.

5. kép/pict.: A Z1 szemet gyönyörködtető metélőhagyma-állományai a 7 éves gyepes növényállományban /

Beautiful chives stands on Z1 (year 7) surrounded by grassland.

A SZERZŐ FELVÉTELE, 2008. / PHOTO OF THE AUTHOR, 2008.

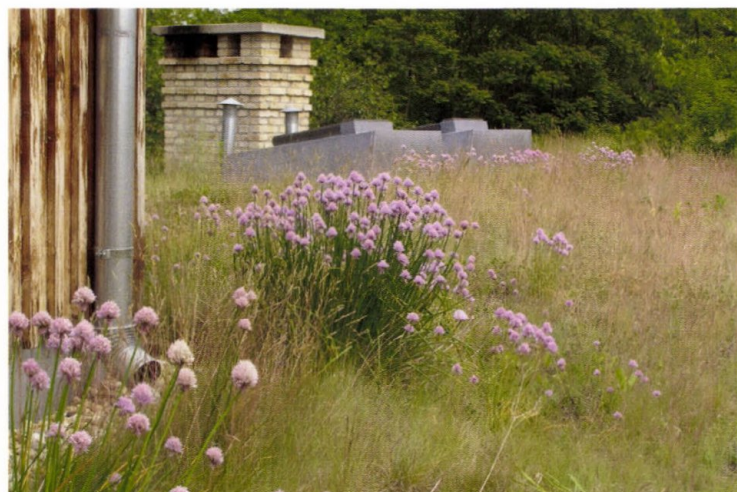
6. kép/pict.: A Z1 kelet felől, csenkesz-virágzások a telepítés utáni negyedik évben / Eastern face of Z1

during fescue flowering season in year 4 A SZERZŐ FELVÉTELE, 2005. / PHOTO OF THE AUTHOR, 2005

7. kép/pict.: A helyben kevert ültetőközeg felhelyezése a Z2/1-re, előtérben a csatlakozó Z1 / Loading locally mixed

growing medium on Z2/1. Z1 can be seen in the foreground.

A SZERZŐ FELVÉTELE, 2007. / PHOTO OF THE AUTHOR, 2007



majdnem elérte a 90%-ot, elsősorban a csenkesz-fajok jóvoltából. A vetett és közé ültetett évelők megmaradási aránya a hatsoros varjúháj esetében 100%-os, a metélőhagyma és a kakukkfű esetében 50%-os, az egyéb évelők esetében 0-10%-os volt. A tető „sztár” növénye kétségkívül a metélőhagyma, amely különösen természetes, dús állományaival, csodás virágpompájával igen erélyes zöldtető-növénynek bizonyul (5. kép).

A felületi jutaháló igen nagymértékben gátolta a fűfélék kelését és növekedését,

az átlapolt csatlakozási sávokban rendkívül rossz fedettség alakult ki. Ez a jelenség a jutaháló elbomlásával teljesen megszűnt, a felület csíkozottsága a második öt évben már nem volt megfigyelhető. Az öntözés az évek során határozottan csökkent: az első években a szárazabb időszakokban 3-4 naponta, majd később heti rendszerességgel, kihelyezett esőztető öntözővel történt, az utóbbi években csak az extrém száraz időszakban néhány alkalommal. 2010-ben rendkívül csapadékos volt a nyár, így nem volt szükség öntözésre, és a tető az eddigi legdúsabb és legzöldebb képét

on several occasions during the dry summer period, watering was done by such a forceful jet that it compacted the topsoil too much. In autumn and during the following few years, we have planted more and more perennials, 5-15 plants at a time, each time directly into the growing medium. These plants were sourced partly from nurseries, others were collected¹⁰ by us on non-protected and unallotted sand grasslands on the Szentendre Island.

OBSERVATIONAL RESULTS FROM Z1

During the first few years, the development of fescues was really slow. In the majority of the roof area, scattered, sparsely vegetated and mossy patches were forming (Picture 4). From years 4 and 5 onwards, vegetation cover improved remarkably and almost reached 90% by year 10, mostly due to the growth of fescues. Survival of sowed and planted perennial plants was 100%, 50%, 50% and 0-10% (sedum, chive, thyme and other species, respectively). The chive proved to be a real asset, with its lush patches and wonderful clouds of flowers (Picture 5).

Burlap did impede the germination and the growth of grass species, resulting in very low vegetation cover on top of the overlapping strips. From the 5th year onwards, as the burlap decomposed, these sparsely covered strips disappeared, too. Amount of watering was purposefully decreased over time. During the first few years, we watered the vegetation 3-4 times a day, later only once a week by dripping and even more recent years only

in case of extreme droughts. In 2010, summer was exceedingly wet and the roof was at its greenest and most lush even without watering. August and September in 2011 and 2012 were on the other hand extremely dry and we only watered Z1 twice during those periods to see what would happen. The impact of these dry periods should emerge during the following years.¹¹

Erosion was only apparent in the first year and even then only to a very limited extent.

Exposure played a major role in the development of vegetation. On the eastern, southern and south eastern sides, vegetation has always been notably shorter and sparser than on the other sides, even on the slightest slopes, with the exception of the areas shaded by chimneys and protruding skylights and one extremely lush strip of vegetation running along the main southern drainage outlet.

The growing medium (or at least its topmost layer) of Z1 became very packed already during the first year. The tough surface that was almost as hard as stone seemed to impede the growth of plants during the first few years. Compactness loosened a bit later on, but never reached the looseness of the soil on Z2 (reported below). In 2004, in the 3rd year of our pilot project, we spread extra soil onto the middle and upper parts of Z1. This extra layer was a 1:1 mixture of sand and locally sourced sandy soil also mixed with xerophilic „Sports” seed mixture,¹² adding cca. 3-4 cm to about one quarter of the roof area. In these areas of loose soil, few ragweed plants

10 The most typical are: *Allium schoenoprasum*, *Potentilla arenaria*, *Sedum sexangulare*, *Achillea* spp, *Thymus* spp - (wild varieties and cultivars), *Satureja montana*

11 It can be postulated that unwanted species, such as *Erigeron annuus* also survive on the greenroofs due to watering, while fescues would probably do without additional water supplies.

12 *Hermes Sport xerophilic mixture: „Juhcsenkesz, Réti perje, Angolperje, Nád-képző csenkesz”, Kertimag Réde Sport mixture: „Angolperje, Vörös csenkesz, Felemás csenkesz”*

mutatta. A 2011-2012-es években rendkívül száraz volt az augusztus és szeptember hónap. Kísérletképp mindössze kétszer volt öntözés. A következményei a következő években lesznek megfigyelhetőek.¹¹

Erózió csupán az első évben, és akkor is igen kis mértékben volt tapasztalható.

A növényzet fejlődésében elsősorban a kitértség játszott döntő szerepet. A keleti, délkeleti és déli oldalakon, még ha oly enyhe lejtésű tetőrészeknél is a növényzet magassága, a borítottság számottevően gyengébb volt (és jelenleg is, bár kisebb mértékben az), mint a többi tetőrészen. Eme általános helyzet alól kivételt képeznek a kémények és a kiálló tetőablakok által árnyékolta, valamint a déli oldal összefolyó környéki szegélyén élő állományok, ahol különösen dús vegetáció alakult ki.

A Z₁ ültetőközege – legalább is a felső rétegében – már az első évben nagyon betömörödött. Kemény, szinte páncélszerű réteg alakult ki, amely az első években jelentősen gátolni látszott a növények fejlődését. Ez a tömörödöttség a későbbiekben lazult, de a továbbiakban leírt Z₂ laza talajának állapotát nem érte el. 2004-ben, a tető harmadik évében plusz talajfelhordás történt elsősorban a középső, felsőbb tetőrészekre homok és helyi homokos talaj alkalmazásával (1:1 arányban), szárazságtűrő „Sport” fűmagkeverékekkel¹² keverve, amely nagyságrendileg 3-4 cm plusz réteget jelentett a tető kb. egynegyedén (ahol viszont rögtön megjelentek a parlagfű egyedek – szinte rávetették magukat a laza talajú részekre!). Ez és a 2005-ös évi túske-járótalpas lazítás tovább javította a növényzet életfeltételeit (6. kép).

Valószínűleg az említett kemény páncél-réteg miatt az invazív gyomok betelepülése szinte nem volt megfigyelhető (egy-két szál parlagfű az első években, valamint a 2011-es és 2012-es aszályos nyárvég/ősz után kb. 15-20 tő), a kis borítottság, a kopár foltok ellenére sem. Az egyéb jövevényfajok közül a réti here /lóhere/ az első években jelentős állományokkal jelentkezett, a locsolás csökkenésével ez a faj visszaszorul. Az utóbbi években a seprence, és a zöld muhar¹³ települt be kis állományokkal.

A ZÖLDTETŐ-LÉTESÍTÉS MÁSODIK SZAKASZA ÉS A Z₂-VEL KAPCSOLATOS MEGFIGYELÉSEK

A zöldtető-létesítés második szakasza 2007 nyarán, a lakóház bővítésekor zajlott (7. kép) összesen 87,5 m²-en (továbbiakban: Z₂, ezen belül a 3 kisebb egység elhelyezkedését lásd az 3. sz. ábrán).

A második szakaszban lehetőség nyílt az első szakasz eredményeinek, tapasztalatainak figyelembe vételére. Az eredetileg lefektetett és korábban ismertetett alapelvek módosítását nem indokolták a megfigyelések. A Z₂ rétegrendje megegyezett a Z₁-nél korábban ismertetett rétegrenddel, szegély-kialakításokkal, itt a tapasztalatok szintén nem indokolták a változtatást. A Z₂ – szintén fafödémű tetőszerkezeti alapon – három kisebb egységből áll, a lakóház bővítéskor épült három új házrész tetőin, /lásd az 3. sz. ábrán is, Z_{2/1} egység jellemzően nyugati kitértségű, Z_{2/2} teljes benapozás, Z_{2/3}, északnyugati fekvés, épület általi árnyékolás reggeli, déli órákban/.

A Z₂ egységei ültetőközegeinek összetétele némileg különbözött az első sza-

11 Megkockáztatható, hogy az öntözés következtében olyan fajok is túlélnek a tetőn, amelyek ott nem kívánatosak (seprence, muhar), a csenkeszek viszont valószínűsíthetően öntözés nélkül is kitartanak.

12 Hermes Sport szárazságtűrő keverék: „Juhcsenkesz, Réti perje, Angolperje, Nádképi csenkesz”, Kertimag Réde Sport keverék: „Angolperje, Vörös csenkesz, Felemás csenkesz”

13 *Trifolium pratense*, *Erigeron annuus*, *Setaria viridis*

have occurred. This addition, coupled with further soil loosening by spiky aerating shoes in 2005 further improved the conditions for survival (Picture 6).

Despite the low coverage and barren patches, no invasive weeds occurred on our green roofs apart from 10-15 ragweed plants in the first couple of years and following the autumn drought in the years 2011 and 2012, probably due to the hard, armour-like surface. Other species occurring spontaneously included trifolium species (*T. pratense*, *T. repens*) that formed large patches in the first few years, but receded with the frequency of watering. During the last few years, daisy fleabane and millet¹³ appeared in smaller patches.

SECOND PHASE OF GREEN ROOFING AND OBSERVATIONS ON Z2

The second green-roof phase (hereinafter Z2) took place in 2007, along with the expansion of the building, on the total of 87.5 m² (Picture 7). Layout of the 3 compartments of Z2 can be seen on Figure 3.

During this second phase, we could make use of our observations and experiences resulting from Z1. No principles (listed above) needed to be modified. Layering remained the same in Z2, with the edges constructed as described above. Z2 was also installed on a timber roof structure in 3 smaller compartments (see Figure 3). Z2/1 has a predominantly westerly exposure, while Z2/2 receives direct sunlight throughout the day and Z2/3 with its northwestern exposure is shaded from the rays of the morning and midday sun.

The growing medium of Z2, however, was somewhat different from that of Z1. In order to avoid the compacting and using broken bricks as in the previous case, we tried to create an even looser mixture. Proportionate quantities of Z2 can be seen in Table 3.

The composition of the sowed seed mixture was similar to that of Z1 (see Table 2), the only difference being in proportions. We increased the amount of *Festuca ovina* var. *capillata* 'Favorit' and *Festuca pseudovina* *valesiaca* 'Pusztá' by a threefold increase as compared to *Festuca arundinacea* 'Strand' and *Poa pratensis* ssp. *media* 'Szarvas', due to their observed survival abilities on Z1. In a smaller amount, this mixture also included dicotyledons¹⁴ and we planted a few pots of thyme here, too.

The greatest difference between Z1 and Z2 was in the planting methods applied. The growing medium was again „home-made” and manually spread on the roofs in a 30-35 deep layer. However, we did not compact it in case of Z2, it only received slight loads during depth control after spreading. We patted the surface by rake and tamped it by foot when the mixture was in a very dry state. Instead of the burlap, we used turf brought from our local garden and laid down perpendicularly to the slope's direction in 15-cm-thick strips atop the soil mixture in order to prevent erosion. Strips of turf were pressed into the soil by trampling before sowing. We used the seed mixture for sowing as described above, completing the method by spreading grass clippings mown on the meadow formed around the house. Watering was done by sprinklers on

¹³ *Erigeron annuus*, *Setaria viridis*
¹⁴ *Hyssopus officinalis*, *Thymus* ssp.,
Origanum vulgare, *Salvia officinalis*,
more likely in a new experiment, as low survival rates in Z1 did not promote this.

kaszban alkalmazott keverékétől. A lazítás (tömörödés akadályozása) érdekében egy még lazább keverék létrehozása volt a cél. A Z₂-nél alkalmazott ültetőközeg összetétele (arányosítva) a 3. sz. táblázatban látható.

Az elvetett magkeverék összetétele alapvetően megegyezett a Z₁ magkeverékével /lásd: 2. sz. táblázat/, azzal az eltéréssel, hogy az alkalmazott fonalas és veresnadrág-csenkesz aránya háromszorosa volt a nádképű-csenkesz és réti perje arányának, a Z₁-nél megfigyeltek (két előbbi jó, utóbbiak rossz megmaradása) miatt. A magkeverékbe ismét kerültek kétszikű-magok is¹⁴ kis mennyiségben, valamint kiültetésre került néhány tő konténeres kakukkfű.

Az első és a második zöldtető-létesítési szakaszok /Z₁ és Z₂/ közötti legnagyobb különbség a gyepesítés-növénytelepítés módszeréből adódott. Az ültetőközéget ismét házilagosan kevertük és hordtuk fel a tetőkre. Jelentős eltérés volt, hogy a keveréket nem tömörítettük, csak egészen enyhe terhelést kapott, amikor a megfelelő vastagság (lazán kb. 30-35 cm) ellenőrzése zajlott a felhelyezés után. Csak laza gereblyés beütögetés és a nagyon száraz állapotú keveréken egyszeri lábbal-taposás történt. A jutaháló helyett az eróziógátlása érdekében a felhordott talajkeverékbe a lejtés irányára merőlegesen gyepfélglasávokat telepítettünk, amelyeket a saját helyi kertből, mintegy 15 cm talajvastagságban termeltünk ki. Ezeket taposással rögzítettük a viszonylag laza talajkeverékbe, még a magvetés előtt. A gyepesítés a korábbiakban ismertetett magkeverékkel zajlott, azzal az eltéréssel, hogy a telken kialakult

rétről származó kaszálékot alkalmaztuk a gyepvetés után talajterítésként. Az öntözés néhány alkalommal szórófej-es, esőztető öntözés volt, a hűvösebb, csapadékosabb őszi napokig (8. kép).

A Z₂ esetében az eddigi megfigyelések alapján érdekes tanulságok összegezhetők.

A vetés utáni év vegetációs időszakában a kezdeti lassú növekedés után hatalmas tömegű, a fűfélék mellett főként spontán betelepülő fajokból álló lágyszárú vegetáció jelent meg, amely a nyár végére szinte teljes egészében kiszáradt, de a kiszáradásáig eredményesen védhette a csenkeszeket és egyéb fűféléket, amelyek lassan, de biztosan erősödtek közben. A jelentős árnyékolás a szándékolt zöldtető-társulás kialakulását gátolta a Z_{1/3} egységénél, ahol egy – a jobban benapozott egységekhez viszonyítva – kevésbé stabil, évente jövevényfajokkal változó társulás alakul ki. Itt valószínűleg a későbbiekben sem fog az alapvetésben leszögezett homokpusztagyep-jellegű növényzet markánsan kialakulni, illetve megmaradni.

A vetett kétszikűek megmaradási aránya ismét nem volt jelentős (max. 5% körüli), a fűfélék és a konténeres kakukkfűvek viszont megmaradtak, és már a második évtől jól fejlődtek, de a 2012-es aszályos nyár után az év végére a kakukkfű nagyrészt eltűnt (szárazság, nagy tömegű gyep árnyékolása). Az eróziógátló gyepsávok igen eredményesnek bizonyultak, és valószínűsíthető, hogy ezek is terjeszkedtek a tető többi részén is, spontán magszórással. A kívülről jövő, spontán betelepülés jelentős volt, főként az első két évben, mind az egyszikűek, mind a kétszikűek tekintetében.

14 Kerti izsó, kakukkfű, szurokfű, borsikafű, orvosi zsálya, inkább újabb kísérletként, mivel a rossz megmaradás a Z₁-nél nem adott a telepítésre okot.

8 9

8. kép/pict.: A Z₂/1 a gyepsávok telepítése és a magvetés után az öntöző "berendezéssel". Az előtérben látható, hogy a Z₁ egy részén ideiglenesen zöld muhar-állományok

jelentek meg / Z₂/1 after laying turf and sowing. In the foregrounds, temporal *Setaria viridis* patches can be observed on Z₁ A SZERZŐ FELVÉTELE, 2007. / PHOTO OF THE AUTHOR, 2007

9. kép/pict.: A Z₂ dús rét-jellegű vegetációja a harmadik évben már a kert felől („alulról”) nézve is dekoratív képet mutat. Előtérben a szellőztetett

tető-szegély / The decorative, lush, meadow-like vegetation on Z₂ was apparent even when viewed from below from year 3 onwards. In the foreground, the aereated edge can be also seen

A SZERZŐ FELVÉTELE, 2010. / PHOTO BY THE AUTHOR, 2010



a few occasions until cooler, rainier autumn weather set in (Picture 8).

Several interesting conclusions can be noted about Z₂. In the year following sowing, huge amounts of biomass were produced after a shorter period of slow growth within the vegetation period, mostly by spontaneously established herbaceous species that dried out almost completely by the end of summer. Until then, it effectively protected fescue and other grass species that grew in a slower, steady manner. The substantial extent of shade prevented the emergence of the targeted green roof community on Z₂/3 where relatively low amounts of direct sunshine resulted in the evolution of a less stable, annually re-forming community characterized by different spontaneously colonizing species each year. Probably, this will be a lasting situation and the steppe-type target vegetation won't be viable on this roof.

The survival rate of sowed dicotyledons was again very low (around 5%), whereas the grasses and the thyme in its containers survived and even thrived from the 2nd year onwards. However, following the extreme drought in the summer of 2012, most thyme plants disappeared due to

the aridity coupled with the huge amount of overshadowing grasses. Anti-erosion turf strips functioned effectively and it is also likely that these strips contributed to the development of the community by spontaneous seed dispersion. Both mono- and dicotyledons established spontaneously in great numbers during the first few years, including native species typical of sand grasslands, weed species (including some invasive plants as well that usually disappeared after the vegetation cover closed)¹⁵ (Picture 9).

COMPARISON OF OUR GREEN ROOFS Z₁ AND Z₂, CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

Presently, in 2012, Z₁ is eleven, Z₂ is five years old. Based on the continuous monitoring of the two phases of green roof establishment, three general conclusions can be drawn:

1. The vegetation on Z₂ is notably taller, more abundant and less sensitive to aridity. This is probably due to the difference in the sowing methods applied. It can be concluded that the traditional way of spreading the grass seeds and compacting the seedbed by a roller created unfavourable conditions

15 As mentioned above, the extreme drought during the summers of 2011-2012, ragweed occurred again, but was never abundant (10-20 plants, mostly on the edges and often in the gravel strips). All individuals were eliminated by weeding.

Ez honos homokgyep-növényfajokat, gyomfajokat és ezen belül kis mennyiségben invázív gyomfajokat is jelentett, amelyek viszont a társulás gyors záródása után rendre kiszorultak¹⁵ (9. kép).

ZÖLDTETŐINK ÖSSZELETÉSE, KÖVETKEZTETÉSEK, TANULSÁGOK

Jelen írás időszakában, 2012-ben a Z₁ 11, a Z₂ 5 éves. Két szakaszban létesült zöldtetőink folyamatos, dokumentált megfigyelése alapján az alábbi három alapvető tanulság vonható le:

A Z₂ növényzete lényegesen dúsabb, magasabb és kiszáradásra kevésbé érzékeny, mint a Z₁-é. Ez elsősorban az eltérő gyepesítési módszernek tudható be. Valószínűsíthető, hogy a hagyományos gyepvetési eljárással, tömörítéssel, hengerelessel kialakított magágy – bár az invázív gyomok terjedését gátolja –, sokkal kedvezőtlenebb életkörülményeket nyújt a vegetációnak, amely a tömör rétegekben lassabban, kevésbé eredményesen fejlődik, és egy csapadékellátásra érzékenyebb tető-társulás kialakulásához vezet. Ugyanakkor a csenkeszeken kívül vetett és a „beépített” eróziógátló gyepsávokról terjedt egyéb fűfélék kedvező védő hatása is hozzásegítette a gyepet a korábbi záródáshoz, és ezáltal a jobb vízháztartás is korábban kialakulhatott.

Az 1. pontban ismertetett különbség még egy évtized múltán is fennmarad, bár kissé csökken. Az eredetileg betömörödött talaj a Z₁-en több év alatt is nagyon nehezen lazul, még akkor is, ha a terheléseket teljesen kiküszöböljük. A kedvezőtlennek mutató tömörödés hatását

az árnyékolás ellensúlyozza: rövid ideig, vagy kis területen vetett árnyékban a tömörödéstől függetlenül dúsabb vegetáció fejlődött ki, és a szárazságra a későbbiekben sem bizonyult érzékenyeknek. A jelentősebb területre kiterjedő, hosszabb (fél nap) ideig tartó épületárnyékolás viszont hátráltatta a kívánatos állomány létrejöttét. A kevésbé dús vegetációjú Z₁-nél lényegesen nagyobb a kakukkfűvek, metélőhagyma és a varjúhájak aránya, mint a Z₂-nél, így a Z₁, bár kevésbé tömött és alacsonyabb állományokkal rendelkezik, színesebb, érdekesebb képet mutat a virágzási időszakban.

Erózió gátlására a jutahálóval szemben a közételepített, lejtésre merőleges gyepsávok sokkal eredményesebbnek bizonyultak, ha nem is a lemosódás megakadályozása miatt, hanem a zöldtetőre gyakorolt egyéb hatásaik miatt. A jutaháló elbomlásáig akadályozta a kelést és a társulás záródását, a gyepsávok viszont hozzájárultak a megfelelő növényfajok tetőn való megtelepedéséhez is (10. kép).

2012-ben a Z₁ és a Z₂ talajvizsgálata során¹⁶ (4. sz. táblázat) szignifikáns különbség nem mutatkozott.

A KÍSÉRLET EREDMÉNYEI, KÖVETKEZTETÉSEK A TAPASZTALATOK, MEGFIGYELÉSEK ÉS MÉRÉSEK ALAPJÁN

Az összegyűjtött tapasztalatok alapján összegezve megállapítható, hogy az előzetesen célként kitűzött, a honos száraz homoki gyepekre hasonlító, jellegében, kinézetében azt közelítő társulásokat zöldtetőink nagy részén sikerült kialakítani. Egy külső felmérés és

15 A már említett 2011-2012-es megfigyelések szerint az aszályos nyár-ősz után a parlagfű ismét megjelent, de sohasem tömegesen, kb. 10-20-as állománynyal, főként a szegélyeken, nem egyszer a kavicsásvanban. A tövek eltávolításra kerültek.

16 A vizsgálat a BCE akkreditált laboratóriumában készült 2012. júniusában (BCE Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék), a vizsgálat összefoglaló megállapításai: „gyengén lúgos kémhatású, gyengén kötött, illetve kötöttséggel nem bíró, homok típusú talajféleség. Humusztartalma megfelelő. A minta makroelem-ellátottsága közepes, káliumból gyenge, mikroelem-tartalma megfelelő” Lelik, L. (2012.06.05.), akinek a szerző itt köszöni meg szíves segítségét, valamint dr. Gerzson L. szíves segítségét a talajvizsgálatoknál és az ezzel kapcsolatos következtetések levonásánál.

10

11

10. kép/pict.:

Előtérben a Z1, háttérben a Z2/1. Jól látható a két zöldtető növényállománya közti különbség / Z1 in front, Z2/1 in the background. The

difference between the two communities is apparent
A SZERZŐ FELVÉTELE, 2011. / PHOTO BY THE AUTHOR, 2011

11. kép/pict.:

A Z2/2 kis területen burjánzó dús

vegetációja zöld sapkaként borítja a komposzt wc épületszárnyát / The lush vegetation patches of Z2/2 cover the compost toilet wing of the building like a green cap

A SZERZŐ FELVÉTELE, 2010. / PHOTO OF THE AUTHOR, 2010



for target species, although it also prevented invasive species from colonizing the roof. The growth and development of the vegetation was much slower and less successful in this more compact growing medium, as well as leaving the community much more sensitive to changes in the amount of precipitation. Furthermore, other grass species that were sown or spontaneously colonizing from the strips of turf, sped up the evolution of the community and resulted in an earlier closing of the vegetation cover, as well as supporting the early development of water balance of the vegetation.

2. The difference arising from Conclusion 1. is still apparent after a decade, even though the extent of it is reduced. The compacted soil on Z1 did not loosen easily, even after all kinds of pressure had been eliminated. The disadvantages of soil compacting was somewhat compensated by shading: even shade cast on a small patch or for a limited amount of time resulted in stronger growth in the shade where plants permanently became more resilient to aridity. On the other hand, large areas of shade cast by the building itself that lasted for a longer duration of time (i.e. half a day) impeded the development of

the targeted community. On Z1, where the vegetation was sparser, the proportion of thyme, chives and sedum species was much higher than on Z2, resulting in a more colourful and diverse, although less dense and shorter vegetation during the flowering period. 3. The strips of turf laid down perpendicularly to the direction of the slope proved to be much more beneficial than the layer of burlap. Besides their anti-erosion function the burlap impeded the germination and the increase of vegetation cover until it was completely decomposed, whereas strips of old turf contributed species beneficial to the rooftop community (Picture 10).

In 2012, soil analysis¹⁶ did not show significant differences between Z1 and Z2 (Table 4).

RESULTS, CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS OF OUR PILOT STUDY AS SHOWN BY OBSERVATIONS AND MEASUREMENTS

Based on our experiences, we can say that the targeted vegetation type (similar to the native dry sand grasslands of the region) could be established on the

16 The tests were carried out in the accredited laboratories of the BCE in June 2012. (BCE Department of Food Chemistry and Dietary Studies). Concluding remarks of that study were that 'alkalescent, loosely bound or unbound, sand-type soil. Humus content is appropriate. Macroelement contents in the sample were intermediate, with a low level of potassium and an appropriate level of microelements' Lelik, L. 2012.06.05. The author wishes to thank L. Lelik and Dr L. Gerzson for their help with the soil tests and analysis of results.

arányosított mennyiség / proportion	anyagféléesség / substance	megjegyzés / comment
3	homokos termőtalaj / sandy soil	helyi, építkezés előtt összegyűjtött és helyszínen deponált / sourced and deposited on-site before construction works began
1	kéreg komposzt / bark compost	közeleli beszerzés ill. saját komposztálásból / locally sourced + from own compost heap
1	rostált homok / sifted sand	közeleli beszerzés / locally sourced
1	puffasztott agyaggranulátum / clay granules	kompromisszum eredménye / resulting from a compromise

vizsgálat / type of test	Z1.	Z2.
pH _{H2O}	8,01	7,98
Só / Salt %	0,024	0,022
Humusz / Humus %	1,46	1,31
K _A	30	<30
NO ₃ -N mg/kg	<0,5	0,643
P ₂ O ₅ mg/kg	88,1	107
K ₂ O mg/kg	70,1	65,3
Ca %	1,51	1,26
Mg mg/kg	35,6	31,2
Fe mg/kg	5,13	7,95
Mn mg/kg	8,07	10,8
Zn mg/kg	5,80	4,23
Cu mg/kg	0,55	0,58
CaCO ₃ %	5,25	4,31

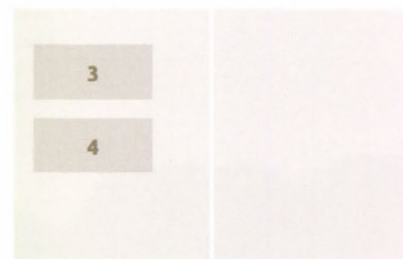
diplomamunka¹⁸ már 2008-ban igen eredményesnek értékelte a zöldtető-létesítés ilyen formáját, mind a borítotttságot, mind a növényfajokat tekintve. Azóta a borítotttság még tovább javult (11. kép).

A zöldtetőinken kialakult ökoszisztéma természetesen nem azonos a honos, száraz zárt homokpusztagyeppele, de összetételében, jellegében erős rokonságot mutat vele – ahogy ez az egyik alapelv és cél volt a létesítéskor. A tetőkön az évszakonként, sőt hónaponként, az időjárással, ezen belül főként a csapadékelátással együtt változó, szemet gyönyörködtetően virágos, máskor szárazabb, homogénebb látványú, de kitartó, majd ismét feléledő vegetáció csodálható meg, amely lassan már a tetőszéleken is túlbuggyan. Ez ellentétes és talán kissé szokatlan is az intenzív zöldtetőknél elvárt, a vegetációs időszakban végig „harsogóan” zöld vegetációhoz képest, amely azonban csak lényegesen nagyobb vízfelhasználással tartható fenn, és kevésbé veszi

figyelembe a hazai adottságokat. Tapasztalataink szerint a természetközeli, a hazai adottságokhoz minél jobban alkalmazkodó, honos jellegű gyepársulással beültetett zöldtetők kezelése egyszerű, és a kezdeti intenzívebb ápolás után egyre kevesebb ráfordítást igényelnek. Ez főként a természetességgel indokolható: a talajkeverék, a telepítés és a spontán betelepülés, valamint az extenzív kezelés eredményeképpen az adottságokat legjobban elviselő és azokhoz legjobban alkalmazkodó életközösség alakult (és alakul!) ki a tetőkön. (Zöldtetőink faunájának kutatására, feltérképezésére sajnos ez idáig nem került sor. Egy érdekes megfigyelés viszont kiemelhető: a kórócsiga tömeges jelenléte, főként a jelenleg is szárazabb Z1-en¹⁹.)

Az ültetőközegnek korábban említett vizsgálata, és a mérési eredmények alapján megállapítható:

- Magas szerves anyag tartalmú ültetőközeggel is kialakítható olyan növényzet zöldtetőkön, amely nem



3. táblázat/table: talajvizsgálati eredményei¹⁷ / Analysis of the growing medium of Z1 and Z2¹⁷

4. táblázat/table: a Z1 és a Z2 ültetőközégeinek

¹⁷ lásd 16 jegyzet

¹⁸ Gselmann K. R.: Extenzív zöldtetők növényzetének összehasonlító vizsgálata, SZIE, Gödöllő, konz: Dr. Penksza K., 2008.; A diplomamunka bemutatja a BCE Budai Campus tetőkertjét is, az esettanulmányban ismertetetthez hasonló jellegű egyik növénygyűjtéssel. A diplomamunka zöldtetőinknél tévesen említi a csepegtető öntözőrendszert (nincs).

¹⁹ Xerolenta obvia, „elég közönséges és tömeges faj hazánkban. Alapvetően melegkedvelő és az egyik legszárazságtűrőbb hazai csiga a zeb-racsiga mellett, így valószínűleg jobban viseli a tető kitettsége miatti klímát, mint más fajok. Várható, előbb-utóbb megjelennek majd paraziták, ragadozók stb. akik lecsökkentik a populáció méretét” idézem Boros G-t, ELTE TTK, 2011. e-mail Megfigyelhető ezen kívül számos ízeltlábú, gyilk- és madárfaj.

majority of the roof area. In 2008, an independent research and an MSc project¹⁸ already deemed this method of green roof construction very successful, both with regards to species composition and vegetation cover, the latter of which has further improved since (Picture 11).

In agreement with our principles and goals, the ecosystems that formed on our green roofs are not identical to the native closed sand grassland, but they are similar both in composition and in habit. The roofs offer a wonderful variety of vegetation and views that change not only from season to season, but even from month to month, depending on the weather conditions and especially on precipitation. Drier, more homogeneous states alternate with burst of flowers and colours that constantly revive themselves and almost overflow the edges of the roof. In this respect, our green roofs differ from the intensive green roof vegetation that is expected to be vividly green throughout the vegetation period. However, those green roofs require substantially more water and maintenance as they disregard local weather conditions. According to our results, green roofs planted with semi-natural communities of native grassland species that are adapted to local climate are much easier to maintain and require a decreasing amount of effort after being established. This is mainly due to their similarity to the natural state. The soil mixture, the sowing procedure, spontaneous colonization and extensive maintenance methods all promote the never-ending evolution of the communities that are best adapted to the local conditions. Unfortunately, no baseline surveys investigated the fauna of our green roofs so far.

(However, there is one interesting piece of information that should be mentioned: the abundance of heath snails, that was much higher on the drier Z1.)¹⁹

Based on our measurements and tests of the growing medium we can conclude the following:

- growing medium rich in organic matter can be appropriate on green roofs as there is no danger of getting overgrown with weeds and high pH does not obstruct the functioning of these green roofs²⁰
- the two mixtures correspond to the typical garden soils of the sandy regions of the country, contradicting conventional specialization of substrates that had been mentioned earlier. Home-made growing medium from locally sourced substances is suitable for green roofs blending into the landscape
- in summary, the composition of the growing medium is important, but it is even more imperative to choose the plant species and the planting method carefully. Our green roofs planted in the home-made growing media are not only aesthetically pleasing and biologically active, but it might not be pretentious to say that they are even more spectacular and productive in this respect, than most of the extensive green roofs in the country. This paper only describes two potential solutions, but other growing media can also be successful.

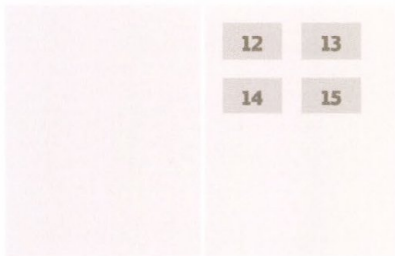
Our pilot project has also proved that protection, deposition, and utilization of on-site soil is both environment-friendly and cost-effective (with the exception of extremely polluted sites,

¹⁷ see 16

¹⁸ Gselmann K.R.: *Comparative study of extensive green roofs, SZIE, Gödöllő, cons: Dr. Penksza K., 2008.*; This study describes the roof garden of the Corvinus University, that has a similar community to the one described in the present paper. However, the thesis - incorrectly - states that our greenroofs have an irrigation system, which they do not.

¹⁹ *Xerolenta obvia*, „a common and abundant species in Hungary. Themophilous and one of the most xero-tolerant species besides *Zebrina detrita*. Thus it can better adapt to the climatic conditions on the roofs than other species. It can be expected that sooner or later its parasites and predators also appear, reducing their population size (G. Boros, pers.comm.) Several other species of animals were also observed, such as birds, lizards and insects.

²⁰ This questions two traditional principles of Hungarian green roofs. First, that non-intensive green roofs must be established on poor soils with low organic matter content, otherwise they will get grown over by weeds. Second, that soil pH must be kept around 7.



12

13

14

15

12. kép/pict.:

Virágzó varjúháj-csoportok a Z1 déli szegélyén / Flowering groups of sedum on the southern edge of Z1

A SZERZŐ FELVÉTELE, 2010. / PHOTO BY THE AUTHOR, 2012

13. kép/pict.:

Hol végződik a zöldtető és hol kezdődik a lenti rét? A Z2/1 a telepítés utáni negyedik évben / Where does the green roof end and where does the meadow start? Z2/1 in year 4

A SZERZŐ FELVÉTELEI, 2011. / PHOTO BY THE AUTHOR

14-15. kép/pict.:

Zöldtetőink, a ház, a kert és a táj: a tervek szerint megvalósult kapcsolat / Our green roofs, the house, the

garden and the landscape: interconnected according to our plans A SZERZŐ FELVÉTELEI, 2010., 2011. / PHOTOS BY THE AUTHOR, 2010, 2011

gyomosodik el, továbbá a viszonylag magas pH sem akadályozza az ilyen jellegű zöldtetők „működését”²⁰;

- A vizsgált két ültetőközeg homokos talajú vidéken hazánkban egy kb. átlagos kerti talajnak felel meg, és az ültetőközeggel kapcsolatos (a korábbiakban már említett) rendkívüli specializációnak mond ellent. Az ültetőközeg „házilagosan”, környezetbarát módszerekkel is összeállítható, és ez az ültetőközeg megfelelő a tájba jól illeszthető zöldtetőknél;
- Mindezek alapján megállapítható, hogy az ültetőközeg összetétele fontos, de lényegesebb a növényválasztás és a gyepesítés módja, hiszen a házilag ültetőközegben élő zöldtetőink esztétikailag, biológiai aktivitásukat tekintve is megfelelőek, sőt – talán nem szerénytelenség felvetni, hogy – Ilyen vonatkozásokban eredményesebbek, látványosabbak, mint a hazai extenzív zöldtetők többsége. Jelen írás az ültetőközegekre kétféle összeállítást mutatott be, nyilvánvaló, hogy egyéb összeállítások is eredményesek lehetnek.

A kísérlet alapján megállapítható, hogy a helyi talaj (extrém esetektől, szennyezett talajoktól eltekintve) előzetes deponálása, védelme és zöldtetőnél való felhasználása nem „csak” környezetkímélő, hanem költségkímélő megoldás is. A zöldtetőre kerülő magkeverék szintén házilagosan összeállítható. A zöldtetőre magvetéssel – legalább is az itt ismertetett esetekben – évelők kiültetése nem járt jelentős eredménnyel. Az extenzív jellegű kezelés, a szárazság inkább a konténeres, cserepes, illetve a varjúhájnál a dugványozásos anyag kiültetését tette eredményessé (12. kép). Zöldtetőink fenntartása exponenciálisan

csökken, illetve a nullához közelít az évek múlásával. A kezdeti intenzívebb beavatkozások (utólagos kismértékű talajráhordás, lazítás, gyomok gyakoribb eltávolítása, öntözés) szükségesek és elengedhetetlenek voltak, de mára elenyésző mennyiségű beavatkozás szükséges (évi kétszeri szemrevételezés, extrém száraz időszakban esetleg öntözés).

Jelen írás időszakában zöldtetőink szakmai besorolása még kissé képlékeny. A „félintenzív, természetközeli zöldtető” az egyik lehetséges meghatározás. Az öntözés mértékének jelentős csökkentésével, terv szerint szinte teljes elhagyásával esetleg az „extenzív természetközeli zöldtető” elnevezés is megfelelő lehet az ilyen jellegű zöldtetőkre.

A környező tájjal való összhang megteremtése ezeknél a zöldtetőknél a hagyományos, jellemzően exotákkal beültetett, tájidegen képet mutató extenzív, és a „hagyományos”, folyamatosan öntözött intenzív zöldtetőkhöz képest lényegesen eredményesebbnek tekinthető. Természetközeli zöldtetőink természetbarát lakóházunk tágabb értelemben vett biológiailag aktív „zöld bőrének” rendszerébe is hatékonyan beilleszkednek (13. kép), amely a falakon, pergolákon kúszó növényzetet és a ház körüli, főként honos növényekből álló külső kerti gyűrűt is magába foglalja.

ÖSSZEGZÉS, A KÍSÉRLET EREDMÉNYEINEK ALKALMAZHATÓSÁGA

„ amikor a házépítéssel megöljük a természetet, kötelességünk azt a ház tetejére visszahozni.” /Hundertwasser/²¹

²⁰ Ez két olyan „alapelv” megkérdőjelezése, amely a hazai zöldtetőknél általában tartja magát: ti. hogy a nem intenzív zöldtetők ültetőközegének szerves anyag tartalma legyen alacsony, különben nagyon gyomosodik az állomány, és hogy a pH-t 7 körül kell tartani.

²¹ Hundertwasser 1987-es kiáltványából in: Rand, H.: Hundertwasser, Taschen/Vince, Bp. 2005.



of course). Seed mixtures can also be created at home. Planting perennials by sowing was not successful in our cases. Extensive maintenance, coupled with the arid weather conditions rendered other methods (planting individuals from containers or, in case of the sedum, sprigs) more effective (Picture 12).

The maintenance requirements of our green roofs exponentially decreased and by now they are almost down to nil. Originally, more intensive interventions were essential (additional soil spreading, loosening, frequent weeding, watering), but by now, the ecosystems require almost no maintenance apart from the biannual surveying and the watering only in extreme drought conditions.

At the time of writing, the classification of our green roof is not set. It could be described as a semi-intensive, semi-natural green roof. After reducing the extent of watering or after the cessation of watering as it was originally planned,

it will be more appropriate to call it an extensive, semi-natural green roof.

These green roofs are much more in harmony with the surrounding landscape than the conventional green roofs planted with exotic species or the intensive green roofs that need continuous watering. Our semi-natural green roof system fits in the concept of our biologically active 'green-skinned' house (Picture 13) which is complete with native creepers on their walls, pergolas and other native plant species surrounding the building.

SUMMARY AND IMPLICATIONS

'... when we destroy nature by building a house, we must bring it back onto our roofs.' /Hundertwasser/²¹

We have been monitoring and analysing the evolution of our green roofs for over a decade, primarily from the

²¹ Hundertwasser 1987. in: Rand, H.: Hundertwasser, Taschen/Vince, Bp. 2005.

Zöldtetőink alakulását, fejlődését immár bő egy évtizede figyeljük, elemezzük, elsősorban táj- és kertépítészeti szemszögből. Az itt bemutatott kísérlet az eddigiek alapján igen pozitív eredményeket hozott: létrejött és kialakult egy olyan tájba illő zöldtető, amely esztétikailag, a borítottságot tekintve és a fenntartást is figyelembe véve beváltotta a kísérlet kezdetén, elvisíkon megfogalmazott reményeket.

A kezdeti alapvetésekre, kérdésselvetésekre hasznos és értékelhető válaszok születtek, ezeket összegezve, zöldtetőink tapasztalatai alapján megállapítható, hogy lehetséges a hazai tájba jól illeszkedő, a hazai honos gyepes növénytakarsulásokat mintául vevő, azzal rokon vegetációjú, esztétikus, jó borítottságot nyújtó, kis fenntartási igényű, természetbarát zöldtetőket, akár házilagosan is, de természetesen analóg módon nagyobb léptékben is, nagyrészt környezetkímélő módon létrehozni. A honos száraz gyep jellemző és nem védett növényfajait egyéb, lehetőleg honos, szárazságtűrő lágyszárúakkal és törpecserjékkel kis mértékben vegyítve tetszetős, jellegzetes növényegyüttes telepíthető, amely megfelelően tud alkalmazkodni a tájba illő zöldtető adottságaihoz. Ez a típusú zöldtető nagyobb harmóniában él a természettel, vagyis élete jobban közelít a hazai természetes rendszerek „működéséhez”, mint az intenzívebben fenntartott és/vagy döntően tájidegen növényzettel betelepített zöldtetők. Minimális öntözéssel is szép látványos, a hónapok során változékony képet mutató társulás tartható fenn, ahol a természeti folyamatok is jobban érvényesülnek (spon-tán betelepülés, adottságokhoz való folyamatos alkalmazkodás, visszajelzés).

A tájolás és egyes épületrészek árnyékoló hatása látványosan befolyásolhatja az ilyen természetközeli zöldtetők növényállományának életkörülményeit is, ezért ezt az esetleges minimális öntözésnél és növényválasztásnál célszerű figyelembe venni.

A zöldtetőinkkel kapcsolatos, több mint egy évtizede folyó kísérlet eredményei jól felhasználhatók további hazai zöldtetőlétesítéseknel,²² mind a családi házas, társasház, mind az intézményi jellegű beruházásoknál, mind növényzetét, mind az alkalmazott ültetőközeget tekintve. Kifejezetten ajánlott védett természeti területeken létesülő épített elemeknél, látogatóközpontoknál, szálláshelyeknél, ahol a honos növényfajok alkalmazása, és maga a zöldtető megvalósítása is példaértékű. Oktató-nevelő hatása is jelentős, hiszen a hazai környezeti nevelés jelenleg sajnos méltatlanul mellőzött, igen eredményes gyakorlati módszere lehet.²³ Emellett éppen az ismerttetett egyszerű, kevésbé specializált módszerek miatt magán-felhasználóknál, kisebb beruházások alkalmával is megfelelő. Az alkalmazott környezetkímélő megoldások nagy része egyben a zöldtetőkkel kapcsolatos költségeket is csökkentheti. A költségek kontra zöldtetők témájához befejezésül álljon itt még egy idézet a zöldtetők egyik legihletettebb megvalósítójától, Hundertwassertól, aki szerint – és ez a megközelítés talán nem is evidens első átgondolásra, amikor összevetjük a zöldtetők költségeit a holt tetőkével – a zöldtető „(...) olcsóbb, mert (...) éppen az ember- és természetellenes építési mód az, amelyet mindnyájunknak nagyon drágán kell megfizetnünk”²⁴ (14. és 15. kép). ©

22 Az MTA ÖBKI (Vácrátót) új látogatóközpontjának zöldtetőjénél igyekeztem saját tervezőmunkám során alkalmazni a szakmai tapasztalatokat (honos száraz gyep+gyógy- és fűszernövények fajai, magkeverék-vetés és közéültetés). A kivitelezés (2011-ben) változtatásai átalakították az eredeti elképzelést.

23 Véleményem szerint még a jellemzően erdei, fás társulások uralta tájrészletben is célszerű a honos gyepet mintául venni, természetesen itt a helyi jellemző lágyszárú növényzet esetleges alkalmazhatóságának, figyelembe vételével.

24 Rand, H. fentebb hivatkozott

landscape architect's perspective. The pilot project described here has very positive results so far. The established green roof blends in with the landscape and has fulfilled our expectations both aesthetically and maintenance-wise.

We have gained useful and quantitative information answering our original hypothesis. Based on this, we can conclude that it is indeed possible to create aesthetic and low-maintenance green roofs blending in with the landscape by environmental-friendly methods, mimicking the native grassland communities and using locally sourced material atop our dwellings or even on a larger scale. The typical, non-protected species of the native dry grasslands can be combined with other native herbaceous plants and small shrubs, creating attractive and characteristic plant communities on rooftops that will be able to adapt to the local conditions as well as fit in with the landscape. These green roofs are in harmony with nature, that is, they can be organically connected with the natural ecosystems, functioning much better than the predominantly exotic or intensively maintained green roofs. Even with a very limited water addition, our green roofs support constantly evolving communities that allow natural processes (spontaneous colonization, adaptation, feedback) to change them from month to month, while providing a diverse and flexible sight appealing to the eye. Orientation and the shade cast by different parts of the building have a spectacular impact on these semi-natural green roofs, so these factors need to be considered when planning water requirements or selecting plant species.

The results of our decade-long monitoring can be readily applied in similar projects²² in Hungary, let them be initiated by detached family house owners, apartment buildings or institutions, with regards to the type of vegetation or the growing medium. We highly recommend our methodology for buildings in protected areas, such as visitor centres and accommodations, where regionally native species and the creation of a sustainable green roof can serve as exemplary best practice. Such projects also fulfill educational purposes and can be a useful, albeit disregarded practical tool for environmental education.²³ Apart from this, due to the simple and non-specialized technologies, our methods can be applied by private individuals and small projects. The environment-friendly techniques also reduce installation costs. As for the 'cost vs green roof' dilemma, let me finish with a citation from the visionary green roof creator, Hundertwasser, who said that even though it might not be obvious at the first glance, when comparing the costs of a green roof to those of a "dead roof", green roofs are 'cheaper, as it is the unnatural and the inhuman that we pay for the dearest eventually'²⁴ (Pictures 14-15). ©

22 I strived to apply these experiences when designing the green roof for the new visitor centre of the MTA ÖBKI (Vácrátót). My original recommendations for native dry grassland species, medicinal plants and herbs planted with sowing and plugging were eventually modified on implementation in 2011.

23 In my opinion, even in a predominantly forested landscape, it is worth considering native grassland types, paying attention to the applicability of locally herbaceous species.

24 Rand, H. as in 15.