

SZAKDOLGOZAT

Csik Katalin

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészettudományi Intézet

Kertészmérnöki alapképzési szak

**Az IKEA extenzív, biodiverz zöldtető növényállományának
vizsgálata**

Belső konzulens: Dr. Kohut Ildikó
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Tájépítészeti, Településtervezési
és Díszkertészeti Intézet,
Dísznövénytermesztési
és Dendrológiai Tanszék

Külső konzulens: Hamarné Farkas Dóra
tudományos segédmunkatárs

Készítette: Csik Katalin

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

I. BEVEZETÉS.....	3
1.1. Téma indoklása.....	3
1.2. Célkitűzés.....	3
II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
2.1. Zöldtetők történeti áttekintése.....	4
2.2. Zöldtetők előnyei.....	5
2.2.1. Ökológiai előnyök.....	5
2.2.2. Műszaki előnyök.....	7
2.2.3. Gazdasági előnyök.....	8
2.2.4. Esztétikai előnyök.....	9
2.3. Zöldtetők a városi zöldinfrastruktúrában.....	9
2.3.1. Támogatások, jogszabályok itthon és Európa-szerte.....	11
2.4. Zöldtető-kialakítások különböző típusú és lejtésű tetőkön	13
2.4.1. Lapostető.....	13
2.4.2. Enyhe lejtésű tető	13
2.4.3. Magastető és meredek tető.....	14
2.5. Zöldtetők csoportosítása.....	14
2.5.1. Rétegrend szerint	14
2.5.2. Kialakítás és növényzet szerint.....	16
2.5.2.1. Extenzív zöldtető	16
2.5.2.2. Félintenzív zöldtető.....	16
2.5.2.3. Intenzív tetőkert.....	17
2.5.2.4. Biodiverz zöldtető	17
2.5.2.5. Fűtetők	18
2.5.3. Funkció szerint.....	18
2.5.3.1. Bioszolár zöldtető.....	18
2.5.3.2. Retrofit zöldtető	19
2.6. Növényalkalmazás.....	19
2.6.1. Extenzív zöldtetők növényei.....	19
2.6.2. Félintenzív zöldtetők növényei	19
2.6.3. Intenzív zöldtetők növényei	20
2.6.4. Biodiverz zöldtetők növényei	20
2.7. A növények kiválasztásának kritériumai	20

2.8. Zöldtetők ültetőközegei	21
III. ANYAG ÉS MÓDSZER	22
3.1. A vizsgálat helyszíne	22
3.2. A vizsgálat anyagai.....	26
3.3. A vizsgált tető ültetőközege	26
3.4. A vizsgált növények bemutatása növénycsaládok szerint	26
3.4.1. <i>Crassulaceae</i> család.....	26
3.4.2. <i>Fabaceae</i> család	27
3.4.3. <i>Poaceae</i> család	28
3.4.4. Egyéb családok	29
3.5. A vizsgálat módszere	30
IV. EREDMÉNYEK.....	31
4.1. <i>Crassulaceae</i> család megjelenése a tetőn.....	31
4.2. <i>Poaceae</i> család megjelenése a tetőn	33
4.3. <i>Fabaceae</i> család megjelenése a tetőn	35
4.4 Egyéb családok	35
4.5. Biodiverzitás a tetőn.....	36
4.6. Az ültetőközeg és a felszín felmérésének eredményei	40
V. KÖVETKEZTETÉSEK	43
VI. ÖSSZEFOGLALÁS	46
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	47
IRODALOMJEGYZÉK	48
TÁBLÁZAT- ÉS ÁBRAJEGYZÉK.....	53

I. BEVEZETÉS

1.1. Téma indoklása

Napjainkban a klímaváltozás hatására írható szélsőséges időjárási anomáliákkal párhuzamosan egyre inkább a figyelem középpontjába kerül a városi zöldfelületek népszerűsítése, létesítése, a környezetvédelmi szabályozások újragondolása, illetve a klíma változásához alkalmazkodó megoldások keresése és alkalmazása. Ezen megoldások egyike a városban található épületmonstrumok csupasz felületeinek zöldítése, azaz a tetők, valamint a homlokzatok növényekkel való borítása. A zöldfelületek növekvő aránya nem csak a városi klíma szabályozásához, a biodiverzitás növeléséhez, az épületek fenntarthatóbb és energiatakarékosabb működtetéshez járul hozzá, hanem esztétikai relevanciájánál fogva a közérzet javításában is szerepet játszik. Éppen ezért a klímabarát városfejlesztést és az ökoszemlélet kialakítását célzó városvezetés programjában szerepelnie kell fenntartható és energiatakarékos szempontokat előtérbe helyező intézkedéseknek. Kulcsfontosságú a minél hatékonyabb és versenyképesebb megoldások kutatásának támogatása, valamint a lakosság tájékoztatását célzó programok szervezése, megelőzendő a zöldfelület kialakítását hátráltató félreértések, fals elméletek terjedését. Szakdolgozatom többek között e téma felszínen tartásához járul hozzá.

1.2. Célkitűzés

Dolgozatom célja a biológiai sokféleség mértékének hozzávetőleges megállapítása az IKEA extenzív, biodiverz zöldtetőjén. Emellett az extenzív körülmények között sikerrel alkalmazható évelő dísnövények, illetve a tetőn spontán megjelent fajok bemutatása. További célom, hogy rávilágítsak a biodiverzitás és a zöldtetők jelentőségére.

II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Zöldtetők történeti áttekintése

A modernkori zöldtetők őseinek Szemiramisz babiloni királynő függőkertjét tekintik, amelyet az ókor 7 csodájának egyikeként tartunk számon (Hidy et al., 2011). A tetők zöldítése legközelebb a reneszánsz korban vált ismét népszerűvé, amikor az itáliai nagyvárosokban tetőkerttel díszítették a villákat. Európa északi részén a gyeppel borított tetők, az úgynevezett népi építészet elemei egészen napjainkig (Kolb, 2019). A kontinens déli részén szintén hosszabb múltra tekint vissza a tetőkertek létesítése, ami annak tudható be, hogy a Földközi-tenger környékén a hagyományos építési mód a lapostető, így logikusnak tűnhetett a tetőteraszok, illetve a tetőkertek létesítése (Hidy et al., 2011). A zöldtetők európai berobbanása a XX. század végére tehető, a zöldszemlélet kialakulásával (Kolb, 2019). Ekkor a modern építészet és a lapostetők elterjedése együttesen vezettek a zöldteraszok és a zöldtetők előlépéséhez. Valójában Hundertwasser osztrák építész „bécsi házának megépülésétől (1982) (...) lehet számítani a nagyvárosi zöldtetők elismerését és annak igényére való törekvést”. Hazánkban a Bauhaus építészeti stílus meghonosodása révén (1930-as évek közepétől) egyre több lapostető épült, így lehetőség nyílt arra, hogy a tetőket elkezdjük használni, azaz több funkciót adjunk a felületeknek (Hidy et al., 2011). Sulyok Mária 1983-ban már tetőkertekről és zöldtetőkről ír, jóllehet, ekkor még nem alkalmazta az extenzív és az intenzív jelzőket a zöldtetők vonatkozásában. A tető szukkulens növényfajokkal való beültetését a „legigénytelenebb megoldásnak” nevezte – ez ma az extenzív zöldtetőnek felel meg –, máshol pedig a zöldtetőkön rendszeres öntözést, kaszálást és tápanyag-utánpótlást javasolt, ami ma az intenzív kialakítást jelenti (Sulyok, 1983). Kószó József az 1990-ben megjelent Magastetők c. könyvében még gyeptéglás „biotetőről” írt, és annak rétegrendjét vázolta (Hidy et al., 2011). Ezután már nem kellett sokat várni a Flóratetők c. kiadványra, mely egy átfogó tervezési és kivitelezési útmutató a tetőfelületek ökológikus hasznosításához (Hidy et al., 1995). Ebben már egyértelműen megkülönböztetik az extenzív és az intenzív „flóratetőket”, előbbit az „ökotető”, utóbbit a „tetőkert” elnevezéssel illetve (Hidy et al., 1995). Mára egyértelműen Németország tölt be vezető szerepet a zöldtetők létesítésében. Csak 2022-ben 8,7 millió négyzetméter zöldtetőt telepítettek az országban. Ez azonban a becsült 77,6 millió négyzetméter újonnan megépült lapostető csupán 11 százalékát teszi ki. Tehát 2022-ben az új lapostetők mintegy 89 százaléka zöldítés nélkül maradt (BuGG-Marktreport Gebäudegrün, 2023). Magyarországra vonatkozóan

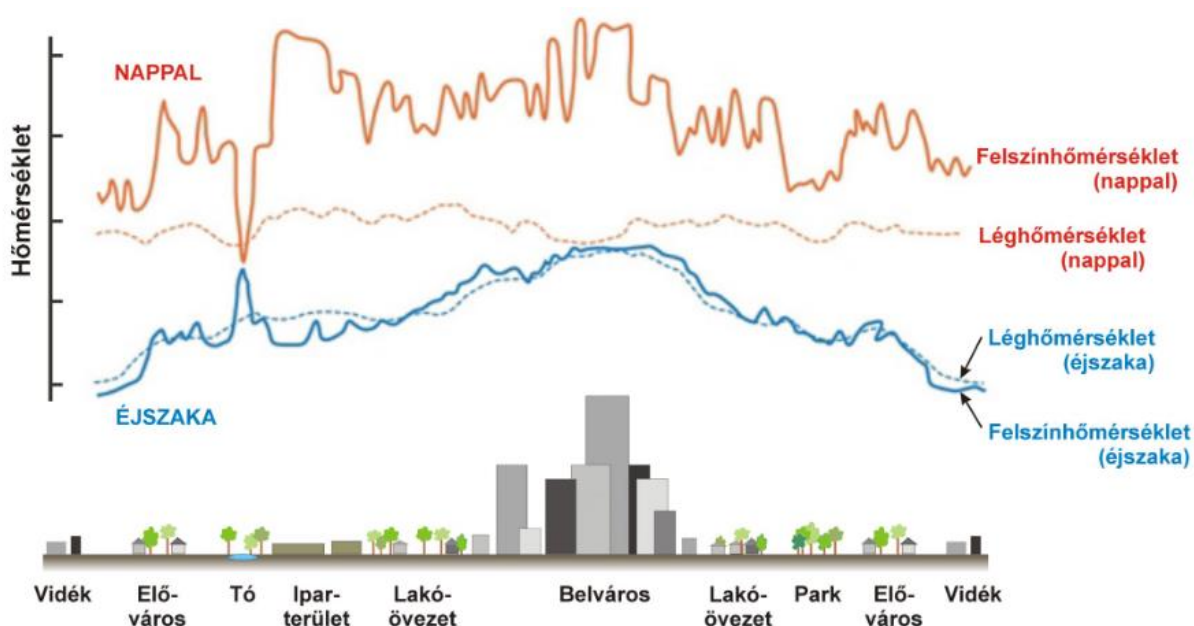
hiányoznak ezek a számadatok, csak becsült adatokra támaszkodhatunk – Gerzson László 2004-ben 1 millió négyzetméterre becsülte a hazánkban fellelhető összes zöldtető területét (Gerzson, 2004), majd 17 évvel később, 2021-ben Dezsényi Péter, a magyarországi zöldtetők arányát több, mint 3 millió négyzetméterre becsülte (Dezsényi, 2021). A zöldtetők világszerte tapasztalható fokozódó népszerűségére és elterjedésére C. Y. Jim, a Kínai Hongkongi Egyetem Földrajz Tanszékének munkatársa hívta fel a figyelmet egy 2017-es tanulmányában, melyben 43 példán keresztül, és öt korszakra osztva mutatja be a zöldtetők fejlődését. A főleg északon alkalmazott gyeptetőktől kezdve a teraszkerteken át a lapostetős zöldkertekig. A zöldtetők térnyerését Jim (2017), a tájépítészet és a mérnöki tervezés terén tapasztalható folyamatos innovációkban látja.

2.2. Zöldtetők előnyei

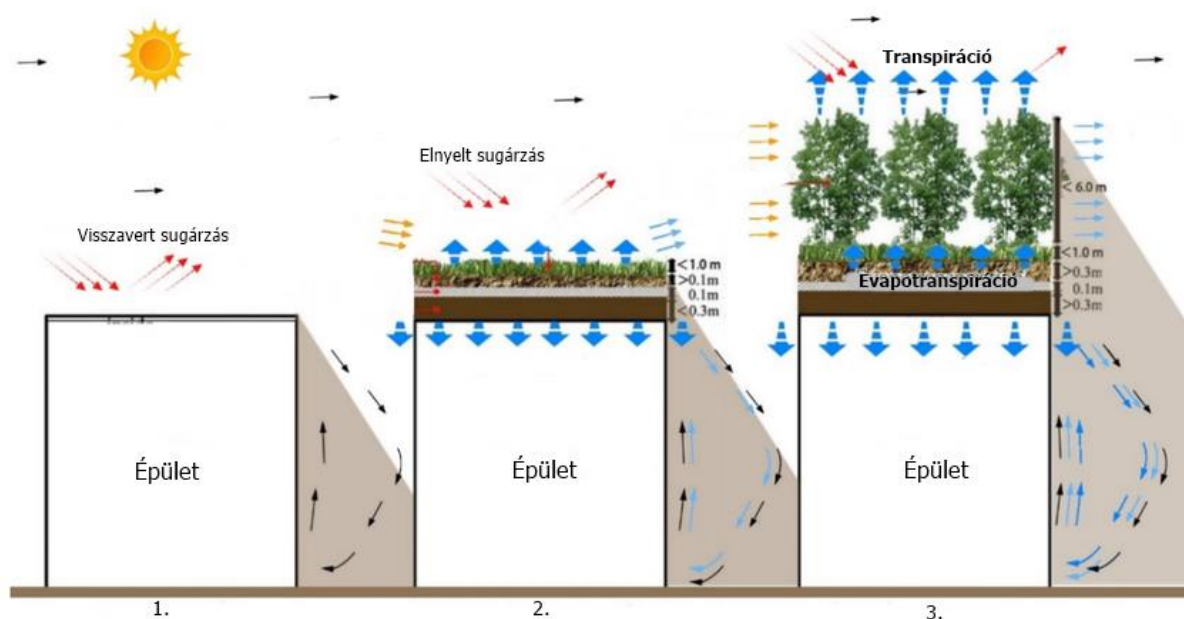
2.2.1. Ökológiai előnyök

A zöldtetők ökológiai előnyei elsősorban a légszennyezettség szintjének mérséklésében és a hőingadozás csökkentésében jelennek meg. A zöldtetőn lévő növények sokkal több szálló port képesek megkötni, mint például egy hagyományos borítású lapostető (Kolb, 2019). A zöldtetők légtisztító hatása szintén az ökológiai előnyökhöz sorolható. A növények a fotoszintézisen keresztül szén-dioxidot kötnek meg és oxigént termelnek (Horváth, 2023). További előny, hogy a forró nyári napokon a zöldtetők fölötti levegő hőmérséklete akár 30 °C-kal is kevesebb lehet, mint a kavicsos tetők fölötti levegőé (Kolb, 2019). Újabb vizsgálatok szerint az extenzív zöldtetők 1,5 °C-kal is csökkenthetik a külső levegő hőmérsékletét, ráadásul egy zöldtető 15 százalékos energiamegtakarítást is jelenthet nyáron és télen egyaránt (Ciacci et al., 2023). A zöldtető fontos szerepet játszik a víz visszatartásában, és ezáltal a városi csatornahálózat tehermentesítésében (Hidy at al., 1995), a párolgás révén pedig a városi hősziget hatás mérséklésében (1. és 2. ábra).

1. ábra: A városi hősziget nappali és éjszakai keresztmetszete a léghőmérséklet és a felszínhőmérséklet alapján (Forrás: Bartholy et al., 2013)



2. ábra: A nappali hűtési mechanizmus sematikus ábrázolása egy hagyományos (1.), egy extenzív (2.) és egy intenzív (3.) zöldtető esetében Gaochuan et al. nyomán (Forrás: Gaochuan et al., 2019)



A sűrűn beépült, zöldfelülettől mentes övezetekben a nyári hőségben 10 °C-kal is melegebb lehet, mint akár az agglomerációban (Budapest Környezeti Állapotértékelése, 2023). A beton- és aszfaltfelületeken a napközbeni nagymértékű hőelnyelést, éjszaka intenzív kisugárzás követi. Emiatt ezeken a területeken a felszíni hőmérséklet kisebb mértékben csökken, mint a növényzettel borított felületeken, amelyek képesek a vízmegtartásra és a párolgásra (Bartholy et al., 2013). A csupasz felületeket azonban a csapadék sem tudja kellő mértékben lehűteni,

mert azokról a víz szinte azonnal lefolyik, így nem képesek párolgás útján hőleadásra (Budapest Környezeti Állapotértékelése, 2023). Az ökológiai előnyök közé sorolható a biológiai sokféleség megőrzése és annak növelése is, hiszen a tetőkön kialakított zöldfelületekkel bővül mind az állatok mind a növények élőhelyeinek száma, mérete (BuGG-Marktreport Gebäudegrün 2023). A tetőkön kialakított zöldfelületek hozzáadódnak a városi zöldtömeghez, ezzel bővítve, kiegészítve az ökológiai zöldfolyosók hálózatát – ez ökológiai szempontból szintén előnyként értékelhető (Dezsényi, 2021).

2.2.2. Műszaki előnyök

A szakszerűen létesített zöldtető védi az épületszerkezetet az időjárási hatásokkal szemben, ezzel mérsékelve az esetleges károkat, és szavatolva a szerkezetek minél további használhatóságát (V. Horn, 2023). A zöldtetőkre telepített növényzet védőborításként funkcionál. A tető kevésbé kitett a szélnek, a napsugárzásnak és a csapadéknak, ezáltal csökken a tetőszerkezet épületfizikai terhelése. Az UV sugárzás anyagkárosító hatását, valamint az évi felületi hőingadozás mértékét szintén csökkenti a növényzet (Hidy et al., 1995 és 3. ábra).

3. ábra: Egy zöldtető és egy hagyományos lapostető közötti különbség hőkamerás felvételen



Az 1. táblázatban látható, hogy mennyivel nagyobb hőterhelésnek van kitéve egy zöldfelület nélküli tető, ami rövid időn belül a szigetelés és a tartószerkezet deformálódásához vezet.

1. táblázat: Anyagok tetőfelületi hőmérsékletének maximális értékei (Forrás: Hidy et al., 1995 nyomán)

gyep	21 °C
zöldtető	32 °C
föld	37 °C
betonburkolat	43 °C
aszfalt	48 °C
fekete tető	85 °C

2.2.3. Gazdasági előnyök

Egy növényzettel borított tető költséghatékony megoldás az épület üzemeltetésének szempontjából (V. Horn, 2023). Baumüller (2020) a gazdasági előnyök közül a fűtésre szánt energia csökkentését emelte ki. Az előző pontban felsorolt műszaki előnyök ugyancsak hozzájárulnak az épületek gazdaságosabb működtetéséhez. Amerikai kutatók az életciklus-költségelemzés (LCCA) módszert alkalmazva arra az eredményre jutottak – a zöldtetők, a fehér tetők és a hagyományos tetők 50 éves életciklusra vonatkozó, 22 projekt összehasonlítása során –, hogy a zöldtetők lényegesen nagyobb relatív haszonnal járnak, az energiamegtakarítás és a csapadékvíz díjak csökkenése révén. Számszerűsítve: a zöldtetők négyzetméterenként nagyjából 11 USD megtakarítást jelentenek (50 évre vetítve) a fehér tetőkhöz képest, mivel az evapotranspirációnak köszönhetően nagyobb hűtési hatás érhető el, a fűtési időszakban pedig a vastagabb közeg nagyobb szigetelő hatással bír. Minden tényezőt összevetve, azonban megállapították, hogy a zöldtetők 50 évre vetítve négyzetméterenként körülbelül 96 USD többlet költséget jelentenek a fehér tetőkhöz képest. A zöldtetők energetikai, levegőminőségi és csapadékvíz terén nyújtott előnyeit, amely 50 éves ciklusban négyzetméterenként 125 USD-ra tehető, nagyrészt felemésztik a karbantartási költségek (Sproul et al., 2014). Ugyanakkor az utóbbi évtizedekben a zöldfelületek közérzetre gyakorolt jótékony hatásainak és egyéb előnyeinek felismerése és népszerűsítése által felértékelődött a zöldfelületek jelentősége, ami egyben gazdasági előnyre is váltható – a zöldtető megléte növeli az adott ingatlan értékét (BuGG-Marktreport Gebäudegrün 2023).

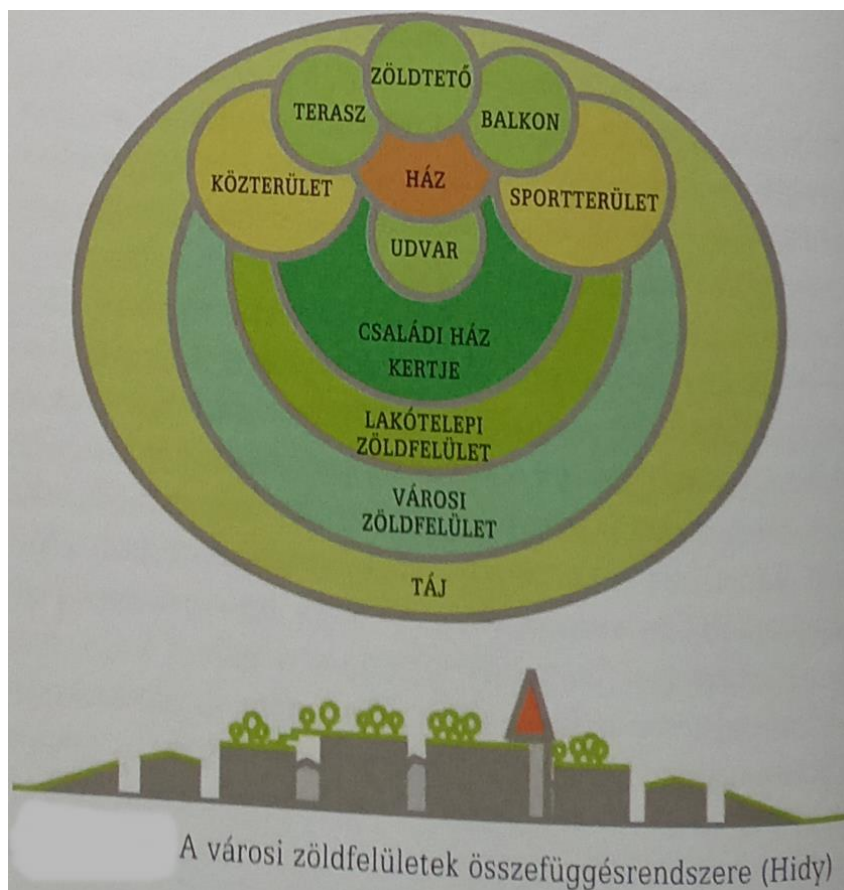
2.2.4. Esztétikai előnyök

A városokban a sűrűn beépült területeken a zöldtetők kialakítása egyfajta zöld oázist jelent nemcsak az onnan kiszorult növény- és állatfajok számára, hanem az ott élő lakosság számára is. A tetők zöldítése, élővé varázsolása, egy esztétikusabb lakókörnyezet megteremtése, pozitív hatással bír az emberi szervezetre, és pozitív irányba befolyásolja az emberek hangulatát. Ezeket az esztétikai előnyöket is figyelembe véve a zöldtetők létesítése a városi élettér minőségének javulásához járul hozzá (Krupka 1992). Az intenzív tetőkertek nagyobb esztétikai jelentőséggel bírnak, hiszen ezek kialakításánál elsődleges szempont a felület használata, gondozása. Ezzel szemben az extenzív zöldtetők nem látogathatók, és ezeket nem állandó használatra tervezik (Hidy et al., 1995). Egyes vélemények szerint amennyiben a zöldtetőre rá lehet látni, elengedhetetlen a rendezett megjelenés, ezért a nagyobb elszáradt növényi részek eltávolítását javasolják, valamint azt, hogy az unalmas *Sedum*-szőnyeget más szárazságtűrő növényekkel tegyük változatosabbá, például kövirózsával (Hidy et al., 2011).

2.3. Zöldtetők a városi zöldinfrastruktúrában

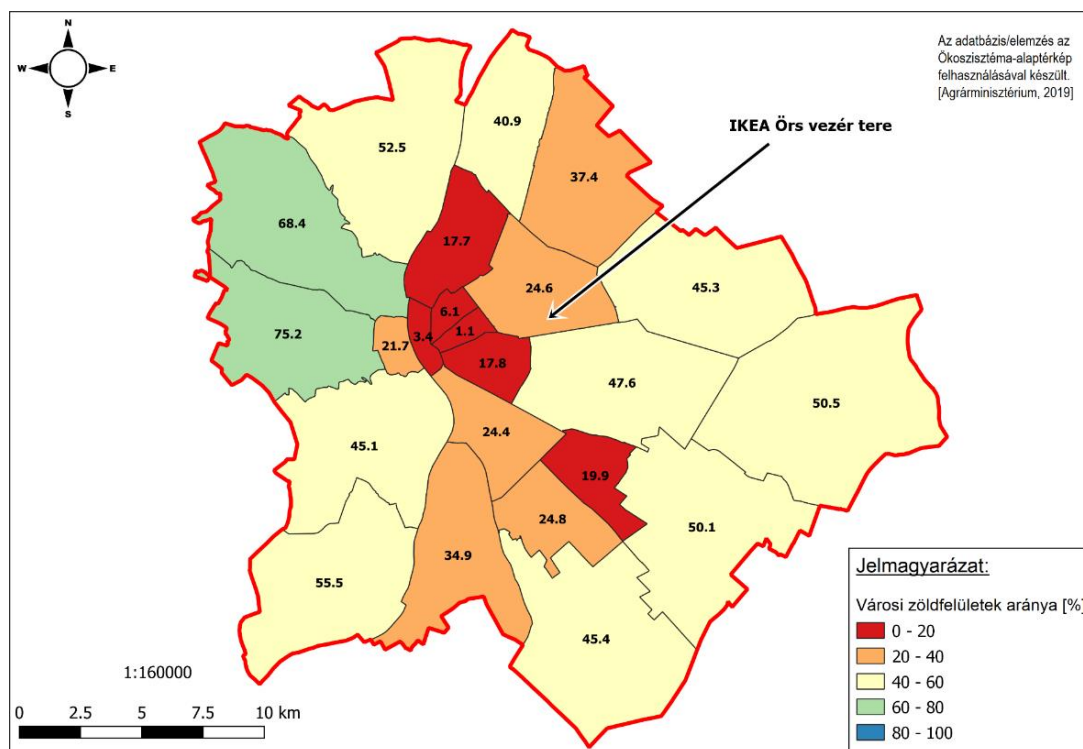
Az ezredforduló óta a klímaváltozás elleni küzdelemben egyre több olyan kezdeményezés indul, amely a városi környezet zöldítését tűzi ki célul. Ezek során sok esetben a közparkok, közterek, fasorok, vízparti zöldsávok, zöldfalak, közösségi kertek és egyéb zöldfelületek mellett, zöldtetők is kialakításra kerülnek (Zöldhomlokzatok, 2016). A zöldtetők a mikrokörnyezetre gyakorolt hatásukkal – zajcsökkentés, pormegkötés, üde színfolt stb. – jótékonyan hatnak a közérzetre, emellett pedig otthont nyújtanak különböző állatfajoknak, növelve a biodiverzitást. Továbbá, nem elhanyagolható a zöldtetők városi csapadékvíz-gazdálkodásban betöltött szerepe sem. Az előző fejezetben felsorolt előnyökkel együtt a zöldtetők egyre növekvő jelentősége kétségtelen, mind a városi, mind a vidéki zöldinfrastruktúrában (4. ábra).

4. ábra: A városi zöldinfrastruktúra rendszere (Hidy et al., 2011)



Hazai példát tekintve, jól mutatja ezt az is, hogy 2021-ben a Fővárosi Közgyűlés elfogadta a Radó Dezső Tervet, Budapest Zöldinfrastruktúra Fejlesztési és Fenntartási Akciótervét, melyben a kiemelt feladatok között szerepel a „zöldtetők építésének ösztönzése”, különös tekintettel a belvárosra egy tetőzöldítési program keretében. A zöldfelületek biológiai aktivitásának növelését, többek között zöldtetők létesítésével és a biodiverzitás javításával, az Akcióterv szintén a fő feladatai között említi (Radó Dezső Terv, 2021). Budapest Klímastratégiájában ugyancsak kiemelt szerepet kapnak a zöldtetők, elsősorban a lakóépületek energetikai korszerűsítése kapcsán (Budapest Klímastratégiája, 2018). A szakdolgozat tárgyát képező zöldtető Budapest XIV. kerületében található, ahol mindössze 24,6 százalék a zöldfelületek aránya 2019-es adatok alapján. Ezzel a kerület a 15. helyen áll a 23 kerület között a zöldfelületek arányát tekintve (5. ábra).

5. ábra: Budapest zöldfelületeinek aránya – a XIV. kerületben, ahol a szakdolgozatban szereplő IKEA is található, 24,6 százalék a zöldfelületek aránya (saját kiegészítéssel, forrás: Csóka, 2023)



2.3.1. Támogatások, jogszabályok itthon és Európa-szerte

Hazánkban sajátosság figyelhető meg az extenzív és az intenzív zöldtetők arányát tekintve, ahogy erre Horváth Sándor, az „Egy közös zöld gondolat” című előadásában, a Zöld épületszerkezetek 2.0 konferencián felhívta a figyelmet. Míg európai viszonylatban az extenzív zöldtetők aránya jóval magasabb (70%), mint az intenzív zöldtetőké (30%), addig Magyarországon ez pont fordítva van (extenzív: 20%, intenzív: 80%). Horváth (2023) szerint ez azzal magyarázható, hogy Európában jogszabály írja elő az extenzív zöldtetők kötelező kialakítását és támogatását, ezzel szemben itthon a jelenlegi jogszabályi környezet miatt inkább az intenzív zöldtetők kerülnek előtérbe, támogatás szintjén is. Az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) szóló 253/1997. (XII. 20.) kormányrendelet az 5. számú mellékletében százalékban megadva rögzíti a tetőterek összterületéből zöldfelületként számítható részt (2. táblázat).

2. táblázat: Az egybefüggő, legalább 10 m²-t elérő területű tetőkertek beszámítása a zöldfelületbe. 5. számú melléklet a 253/1997. (XII. 20.) Kormányrendelethez (Forrás: 1997. évi 253. (XII. 20.) Korm. rendelet)

Az épített szerkezet feletti termőföld rétegvastagsága	A telepíthető növényállomány szerkezete, zöldtető jellege	A tetőkert összterületéből zöldfelületként számítható rész
8-20 termőréteg vagy könnyített szerkezetű talaj (szubsztrát)	egyszintes növényállományú extenzív zöldtető	15%
21-40 cm termőréteg	egyszintes növényállományú félintenzív zöldtető	25%
41-80 cm termőréteg	kétszintes növényállományú intenzív zöldtető	40%
81 cm termőréteg felett	háromszintes növényállományú intenzív zöldtető (pl. mélygarázs felett, járószinten)	75%

A 2. táblázat alátámasztja, amit Horváth (2023) is állított előadásában: az intenzív zöldtetők nagyobb arányú támogatását. Szabó Lilla a 2009-ben írt, *„A zöldtetőépítés hazai kilátásainak vizsgálata Budapest példáján”* című szakdolgozatában szintén felhívta a figyelmet a zöldtető-támogatás kidolgozásának fontosságára. Szabó (2009) ezt a budapesti IX., XI. és XIII. kerületekben látja leginkább indokoltnak, az ott nagyszámban elhelyezkedő újépítésű irodaházak és lakóparkok miatt. Szabó (2009) is azon az állásponton van, hogy a lapostetővel rendelkező újépítésű épületek esetében legalább extenzív zöldtető kialakítására kellene kötelezni a beruházót. A 2009 óta eltelt években csekély fejlődés mutatkozik a fővárosi zöldtetők jogszabályozásában. Ide sorolható például az, hogy a XII. kerületben mára már jogszabály írja elő az új és a meglévő lapostetős épületek legfelső szintjének 40 m²-t meghaladó részén, a legalább extenzív zöldtető kötelező létesítését (Budapest XII. kerületi önkormányzati rendelet, 2021). A XIII. kerületi önkormányzat szintén jogszabályban rögzítette a zöldtetőkre vonatkozó előírásokat. Itt szintén kötelezővé tették legalább az extenzív zöldtető kialakítását, az új, 200 m²-t meghaladó lapostetőkön, minimum a tetőfelület felén (Budapest XIII. kerület önkormányzati rendelet, 2021). Ezzel együtt még mindig elmondható, hogy itthon igencsak hiányos a jogszabályi háttér, valamint teljes mértékben hiányzik az állami támogatás. Pozitívként említhető, hogy a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (2018) rövid távú céljai közt szerepel a városi zöldfelületek bővítése is, többek között extenzív zöldtetők alkalmazásával. Ezt megelőzően 2006-ban, a

Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium a Magyar Tudományos Akadémiával együttműködve összefoglalta a globális klímaváltozás hazai hatásait és válaszait (Csete et al., 2006). Ebben szintén szorgalmazzák a zöldfelületek, köztük a tetőkertek létesítésének fontosságát, valamint az erre irányuló figyelem felkeltését. Svájcban például Brenneisen (2008) szerint a jövőben a jogszabályi követelmények mellett, a minőségi előírásokra is nagy figyelmet kell fordítani, hogy a zárttetőkben rejlő potenciál megfelelő módon hozzájárulhasson a városi klíma javításához. Németországban azért is épül sokkal több zárttető, mint például hazánkban, mert ott jogszabályi előírás az 5%-nál kisebb lejtésű tetők növényzettel való borítottsága (Gerzson, 2004). Ez azt eredményezte, hogy Németországban 2008 és 2022 között több mint 83,5 millió négyzetméteren létesítettek zárttetőt (BuGG-Marktreport Gebäudegrün 2023).

2.4. Zárttető-kialakítások különböző típusú és lejtésű tetőkön

A zárttető kialakítása során óhatatlan a társszakmák bevonása. A meglévő tetőn a műszaki szakemberekre a hő- és vízszigetelés, valamint a vízvezetés kialakításánál van szükség, míg a kertészetben jártas szakembereknek a növények igényeit ismerve kell kiválasztaniuk a tetőre telepítendő fajokat (Hidy et al., 2011). Erre már 1983-ban Sulyok Mária is felhívta a figyelmet, mondván, „az építésznek és a kerttervezőnek együtt kell működnie a tetőkert kialakításában” (Sulyok, 1983). Az adott tető lejtése elsősorban a lehullott csapadék elvezetése miatt fontos, másodsorban a tető lejtése meghatározó szempont a vízvezetés módjának megválasztásánál, a telepítendő növények vízigényéhez igazodva.

2.4.1. Lapostető

Lejtés nélküli tetőn zárttető csak abban az esetben valósítható meg, ha a vízvezetés és a tetőszigetelés e célnak megfelel. Minden egyéb esetben a tetőnek legalább 2%-os hajlásszöggel kell rendelkeznie (Kolb, 2019). A lapos zárttetők esetében felületszivárgó lemezek vagy vízvezető dréncsövek alkalmazása szükséges (Hidy et al., 2011).

2.4.2. Enyhe lejtésű tető

Enyhe lejtésű tetőknek nevezzük a 3–20°-os lejtésű tetőket. Ezeken a tetőkön könnyen kialakítható egyrétegű zárttető, melynek kivitelezése során mellőzik a lapostetőknél szükséges szivárgóréteg beépítését. Ezáltal jelentősen csökkennek az enyhe lejtésű zárttetők kivitelezésének költségei. A szivárgóréteg funkcióját az ültetőközegek teljes mértékben ellátja, azaz tárolja, illetve elvezeti a fölösleges vizet (Minke, 2009).

2.4.3. Magastető és meredek tető

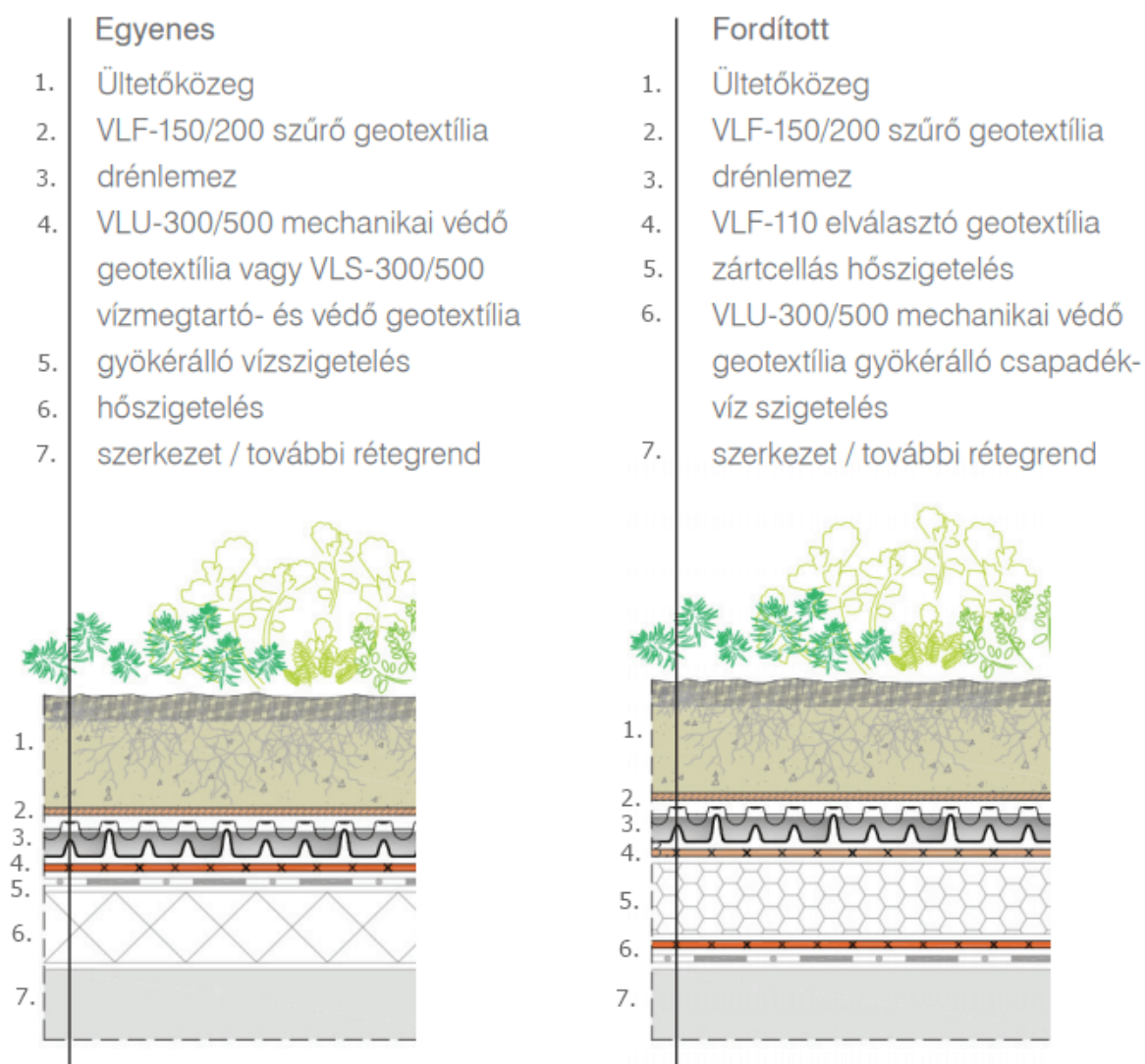
Növényzet telepítése a legfeljebb 30°-os hajlásszöggel rendelkező tetőre ajánlott. Ugyanakkor léteznek olyan zöldtetőkre specializálódott cégek is, mint például a német ZinCo, amely a 35° feletti hajlásszöggel rendelkező tetőkre is kínál megoldásokat (ZinCo, 2023). A ferde tetőkön kivétel nélkül extenzív zöldtetőket alakítanak ki, hiszen a lejtésből adódóan ezeknek a tetőknek a hasznosítása lehetséges, ám használatuk nem (Hidy et al., 1995). A növényzet kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a meredek tetők kevesebb vizet képesek tárolni (Kolb, 2019). A kivitelezés során problémát jelenthet a csúszásveszély, különösen a gyökérálló műanyag fóliák esetében. Védőhálók használata és csúszásgátló elemek beépítése ajánlott. A csúszás és az erózió kiküszöbölése érdekében javasolt a gyeptéglás telepítés (Hidy et al., 1995). A növényzet fejlődésével és megerősödésével egyszerre nő a rétegrend stabilitása, ennél fogva kiemelkedő fontosságú a növényzet megfelelő ápolása (Kolb, 2019). A növényválasztásnál nem elhanyagolható szempont az esztétikus megjelenés, hiszen ezek a tetők általában szem előtt vannak. Általános érvényű, hogy a déli oldalon – ahol nagyobb eséllyel maradnak életben például a fűfélék – a növénytakaró összképe eltér az északi oldalétól (ZinCo, 2023).

2.5. Zöldtetők csoportosítása

2.5.1. Rétegrend szerint

Rétegrend szerint megkülönböztetünk egyenes és fordított rétegrendet. A két sorrend között a fő különbség a hőszigetelés elhelyezkedése (Hidy et al., 1995). Míg az egyenes rétegrend esetében a hőszigetelés a csapadékvíz elleni szigetelés alatt, a fordított rétegrend kialakításánál, afölött helyezkedik el (6. ábra).

6. ábra: A zöldtető rétegrendje a DIADEM® ábráján (Saját szerkesztéssel, forrás: Diadem geotextíliák, 2020)



A rétegek száma attól függően változhat, hogy az egyes rétegek egy vagy több funkciót látnak-e el (Horváthné Pintér, 2023). Hidy és munkatársai (1995) a tervezési és kivitelezési szempontok alapján a tető felépítését három nagyobb részre osztják. A legfelső réteg a vegetációs réteg, mely magában foglalja a növényzetet kívül a „tetőföldet” is. Ezt követi a műszaki köztesréteg, azaz a szűrő-szivárogtató réteg. Ez alatt pedig a fogadóréteg helyezkedik el, melynek feladata a mechanikai védelem (Hidy et al., 1995).

2.5.2. Kialakítás és növényzet szerint

A tetők növényzete meghatározó szempont a karbantartás és a használat szempontjából. Ennek megfelelően megkülönböztetünk extenzív, félintenzív, intenzív és biodiverz zöldtetőket.

2.5.2.1. Extenzív zöldtető

Az extenzív zöldtető állandó emberi tartózkodásra nem alkalmas, a fenntartása minimális ráfordítást igényel, az ültetőközeg vastagsága legfeljebb 15 cm és a felületi tömege maximum 150 kg/m² (Hidy et al., 1995). Gerzson már 2004-ben arra figyelmeztetett, hogy a klímaváltozás hatásai miatt át kell gondolni az extenzív zöldtetők hazai alkalmazását. Könnyen lehet, hogy néhány éven belül már csak félintenzív vagy intenzív zöldtetők kialakítása lesz rentábilis az egyre csökkenő csapadékmennyiség és az egyre melegebb nyarak miatt (Gerzson, 2004). Az extenzív zöldtető növényzete állandóan változik (Hidy et al., 1995). A környező zöldfelületekről különböző növényfajok juthatnak a tetőre, megtelepedési kísérleteik azonban, az extenzív körülmények miatt, hosszú távon sikertelenek (Krupka, 1992). Krupka (1992) az extenzív zöldtetőkre ajánlott növényfajok esetében Wilhelm Kreh (1884–1959) német botanikus, kavicsal szórt tetőkön végzett vizsgálataira hivatkozott. Kreh a spontán kialakult zöldtetőket vizsgálta 5 és 20 cm közötti rétegvastagságú kavicsbetétkön, melynek eredményeként *Saxifraga tridactylites* és mohák közötti társulásokat írt le. Krupka (1992) kiemelte, hogy Kreh megfigyelései szerint a rendkívül száraz, és a vékony közeg miatt a moha- és zuzmótelepeken 5–10 cm magasságú efemer mikroflóra alakult ki. Kreh az itt megfigyelt efemer növényfajok közé sorolta a *Draba verna*-t, az *Arenaria serpyllifolia*-t, a *Saxifraga tridactylites*-t, a *Veronica arvensis*-t, az *Eragrostis minor*-t, a *Poa annua*-t és a *Erigeron canadensis*-t. Az évelő fajok közül Kreh a *Sedum album*-ot és a *Sedum acre*-t figyelte meg, a leggyakrabban megjelent mohák közé a *Bryum argenteum*-ot, a *Funaria hygrometrica*-t és a *Ceratodon purpureus*-t sorolta, a napos területekre pedig a *Racomitrium canescens* volt leginkább jellemző (Krupka, 1992).

2.5.2.2. Félintenzív zöldtető

A Zöldtető és Zöldfal Építők Országos Szövetségének (ZÉOSZ) honlapján fellelhető alapfogalmak között szerepel a félintenzív zöldtető fogalma is. Eszerint a félintenzív zöldtető egy 20–40 cm termőréteggel rendelkező, gypszinten és/vagy cserjeszinten növényvel borított zöldfelület, amely rendszeres gondozást igényel (Zéosz, 2013). Ez a típusú zöldtető

tulajdonképpen az extenzív és az intenzív formának az ötvözte: a növények számára veszélyt jelentő kritikusabb periódusokon beavatkoznak – például aszályos időszakokban öntöznek (Schmidt, 2019). A félintenzív tetőkert látványban sokkal többet nyújt, mint az extenzív zöldtető – az itt alkalmazható növényekből változatos formák, színfoltok alakíthatók ki (Kolb, 2019).

2.5.2.3. Intenzív tetőkert

Egy intenzív tetőkert szintén folyamatos gondozást igényel, kertszerű kialakítás és használat jellemzi (Hidy et al., 1995). A félintenzív zöldtetőtől az ültetőközeg vastagságában, a vegetációs szintekben és a fenntartási munkákban tér el. Legalább 40 cm ültetőközeg jellemzi, amely lehetővé teszi a fák ültetését is (Zéosz, 2013). A növényzet fenntartása és ápolása öntözött körülmények között zajlik, rendszeres tápanyag-utánpótlás mellett. Szükség esetén az elpusztult vagy betegség miatt eltávolított növények pótlására is figyelmet fordítanak (Schmidt, 2019).

2.5.2.4. Biodiverz zöldtető

A biodiverz zöldtető Svájcban indult útjára. Stephan Brenneisen, aki a Zürichi Alkalmazott Tudományok Egyetemén, ma már több mint 25 éve kutatja a városi biodiverzitást és a zöldtetőket, azzal a céllal hozta létre az első biodiverz tetőt, hogy mesterséges élőhelyeket teremtsen a Rajna menti gerinctelen élőlények számára (Catalano et al., 2016). A biodiverz tető kis túzással vadvirágos mezőként is értelmezhető. Kialakításánál nehézséget okoz a különböző növények igényeinek kielégítése (víz-, fény- és talajigény) (Megyesi, 2023). Magyarországon biodiverz zöldtetőt létesítettek 2012-ben a budapesti Green House irodaépületén (Balogh et al., 2013), illetve szintén Budapesten, 2014-ben az Örs vezér téri IKEA tetején (Dezsényi, 2021). A biodiverz zöldtető létrehozásának többféle módja lehet: varjúhájfélék sarjvetésével és magkeverék kiszórásával, palánták, illetve dajkanövények telepítésével és a kaszálék szétterítésével – ebből a magok a területre szóródnak – egyaránt kialakítható egy fajban gazdag vegetáció (Megyesi, 2023). A biodiverz tetők esetében közegevastagságuk és fenntartásuk alapján beszélhetünk extenzív és intenzív zöldtetőkről. Ennek megfelelően intenzív és extenzív körülmények közé is beszerezhető biodiverz magkeverék (Magkeverékek, 2024).

2.5.2.5. Fűtetők

A tetőfelület növényzettel való borításának legegyszerűbb módja a fűtető vagy más néven gyeptető kialakítása. Ehhez legalább 15 cm vastagságú közeg szükséges. A telepítés történhet magvetéssel vagy gyepszőnyeg leterítésével. A magvetésnél ügyelni kell az aktuális időjárási viszonyokra – nagy szélben, illetve a sekély közeg gyorsabb átfagyásának lehetősége miatt, ősz vége felé sem ajánlott a vetés. Telepítés előtt a kaszálás módjára, valamint a kaszálék elhordására is gondolni kell. A fűtetők intenzív fenntartású tetőknek számítanak (Hidy et al., 2011).

2.5.3. Funkció szerint

2.5.3.1. Bioszolár zöldtető

A bioszolár zöldtetők kialakításánál napkollektorokat helyeznek el a zöldtetőn. Korábban még választani kellett a napelem és a zöldtető között, mára azonban bizonyítást nyert, hogy a két „rendszer” egy helyre történő telepítése előnyökkel jár. A növényzet fokozza a napelem hatásfokát, azáltal, hogy hűti azt, míg a panelek árnyékot biztosítanak a növényzet számára (Bellavics, 2012). A kihívást ebben az esetben a napelemek alatt elhelyezkedő növények életben tartása, illetve a növényválasztás jelenti. Emellett nagy figyelmet kell fordítani a szélszívás számításra, a napelemtartó tálcát ugyanis csak a benne lévő ültetőközeg súlya rögzíti. Ennek következtében a tálcát a tető különböző pontjain eltérő vastagságú közeggel kell terhelni (Csabina, 2023). A szél szívó hatása az épület felületeire merőlegesen hat szívóerő formájában. Ennek kivédése érdekében a tető leterhelése javasolt (Kolb, 2019). Bécsben a schönbrunni HBLFA kertészeti szakiskolában 4 éven keresztül (2000–2004) vizsgáltak 14 növényfajt árnyékos helyen, extenzív zöldtetőn. A vizsgált fajok közül a *Carex pilosa* és a *Phedimus stoloniferus* mutatta extenzív zöldtetőn, árnyékos helyen a legnagyobb fokú stabilitást és borítottságot. Jól szerepeltek még, és Schmidt (2008) által alkalmasnak ítélt egyéb *Carex*-ek (*C. digitata*, *C. remota*, *C. liparocarpos*), valamint a *Viola suavis*. A 14 vizsgált faj közül a *Helleborus foetidus* bizonyult a legkevésbé vitálisnak, ezért telepítése nem ajánlott az említett körülmények közé (Schmidt, 2008). Brenneisen (2024) szerint a kevés mohával és *Sedum*mal rendelkező extenzív zöldtető esetében a napelemek telepítése rendszerint a növényfajok növekedésével jár együtt. Számos faj számára előnyt jelenthetnek az így létrejött nedvesebb területek, ugyanakkor árnyékban általában kevesebb virágzásra is számíthatunk. És ugyanez igaz fordítva is: egy gazdag növényzetű tetőn a napelemek telepítése következtében

nagy valószínűséggel csökkenést figyelhetünk meg a fajok számában (Brenneisen, 2024). Baumüller (2020) szerint a jól hasznosítható zöldtetőket előnyben kell részesíteni a napelemekkel szemben, mivel azok máshol is telepíthetők.

2.5.3.2. Retrofit zöldtető

Egy régi épület felújítása során létesített zöldtetőt retrofit zöldtetőnek nevezünk. A különböző városi övezetekben eltérő igényekkel és alkalmassági szintekkel rendelkezhetnek az épületek a zöldtetők utólagos létesítése tekintetében (Liu et al., 2022). A retrofit zöldtetők kialakítása előtt elengedhetetlen a tetőszerkezet, a burkolat és a vízszigetelő réteg alapos felmérése, azaz a teherbíró-képesség, illetve az épületszerkezeti hibák megállapítása. Ezenkívül szükséges a zöldtető kialakítására rendelkezésre álló hely méreteinek tisztázása is. Az épület kora szintén befolyásoló tényező a zöldtető létesítése szempontjából: a történelmi és a műemlék épületeken kizárólag úgy alakítható ki zöldtető, hogy azzal az épület történelmi jellege nem változik negatívan. A zöldtető utólagos kialakításánál legtöbb esetben extenzív zöldtető létesítése ajánlott, mivel a korábban megépített épületeket általában nem úgy tervezték, hogy a jelentős többletterhelést elbírják (Wilkinson et al., 2016).

2.6. Növényalkalmazás

2.6.1. Extenzív zöldtetők növényei

Extenzív körülmények közé elsősorban szárazságtűrő, tágtűrésű évelő növények telepítése javasolt. Krupka (1992) szerint, ha a *Sedum* fajokat különböző fűfélékkel és évelőkkel vegyítve alkalmazzuk, a zöldtető folyamatos fenntartást igényel, a növénytársulás minél további megtartása érdekében. Krupka (1992) ezért a májmohákat, illetve a különböző *Sedum* fajokat ajánlja extenzív körülmények közé (Krupka, 1992). A szukkulensek mellett magashegyi, illetve sziklakerti lágyszárú fajok, illetve gyeptársulások őshonos növényfajainak alkalmazása is ajánlott, ilyen fajok például: *Antennaria dioica*, *Armeria maritima*, *Geranium sanguineum*. Egy-egy őshonos talajtakaró faj szintén jó választás lehet, például a *Globularia cordifolia* (Hidy et al., 1995).

2.6.2. Félintenzív zöldtetők növényei

A szárazságtűrés a félintenzív tetőkön is fontos szempont. Ennek megfelelően alkalmazhatunk szárazságtűrő évelőket (pl. *Echinacea purpurea*, *Alchemilla mollis*)

alacsonyabb növekedésű cserjéket (*Santolina chamaecyparissus*) és törpe növekedésű örökzöldeket (*Picea abies* 'Little Gem', *Pinus mugo* 'Gnom') egyaránt (Kolb, 2019).

2.6.3. Intenzív zöldtetők növényei

Az ültetőközeg vastagsága (min. 40–50 cm) miatt az intenzív tetőkertre ültethető növények választéka szinte határtalan. Az alacsonyabb növekedésű cserjéktől (*Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana') kezdve, az örökzöld növényeken (pl. *Cotoneaster salicifolius* 'Parkteppich') keresztül egészen a több méteresre megnövő lombhullató fákig (pl. *Acer campestre*) (Kolb, 2019). A rendszeres fenntartási munkák mellett (öntözés, gyomlálás, tápanyag-utánpótlás) sem ajánlhatók agresszív gyökérzetű, illetve páraigényes fajok (Hidy et al., 2011).

2.6.4. Biodiverz zöldtetők növényei

A biodiverz tetőkre általában lágyszárú évelők és egynyári növényfajok magkeveréket alkalmaznak. Ezek varjúhájfélékkel társíthatók (Megyesi, 2023). A kínálatban szerepelnek már olyan évelő magkeverékek is, amelyet kifejezetten *Sedum*-ok telepítésével együtt ajánlanak. Ilyen évelők például: *Achillea millefolium*, *Linaria vulgaris*, *Petrorhagia prolifera* (Biodiverz magkeverék, 2024).

2.7. A növények kiválasztásának kritériumai

Mivel a tető minden szempontból nagyobb fokú kitettséget jelent a növények számára, mint a talajszint, összességében elmondható, hogy fényigényes, teljes mértékben télálló, alacsony növekedésű vagy megdőlésre kevésbé hajlamos fajok és fajták alkalmazása ajánlott (Schmidt, 2019). A közeg összetétele és vastagsága szintén fontos tényező a növényválasztásnál. Az extenzív zöldtetőkre jellemző vékony közeg hamar kiszárad, és nem kedvez a fásszárú, illetve a mélyen gyökerező fajok számára, ugyanakkor gátat szab számos gyomnövény elterjedésének, miközben támogatja a sekély közeget kedvelő kívánatos fajok terjedését. Az extenzív zöldtetők közegének szerkezete könnyű, tartós, jó vízáteresztő anyagok elegye, mely megfelelő víz- és tápanyagmegtartó képességgel rendelkezik, ily módon optimális feltételeket biztosít például a szukkulens növények számára (Getter et al., 2008). Az extenzív zöldtetőkre telepíteni kívánt növények esetében fontos szempont a szárazságtűrés, az alacsony tápanyag igény, az önmegújulás, a terjedő tő és a hosszú élettartam (Schmidt, 2019).

2.8. Zöldtetők ültetőközegei

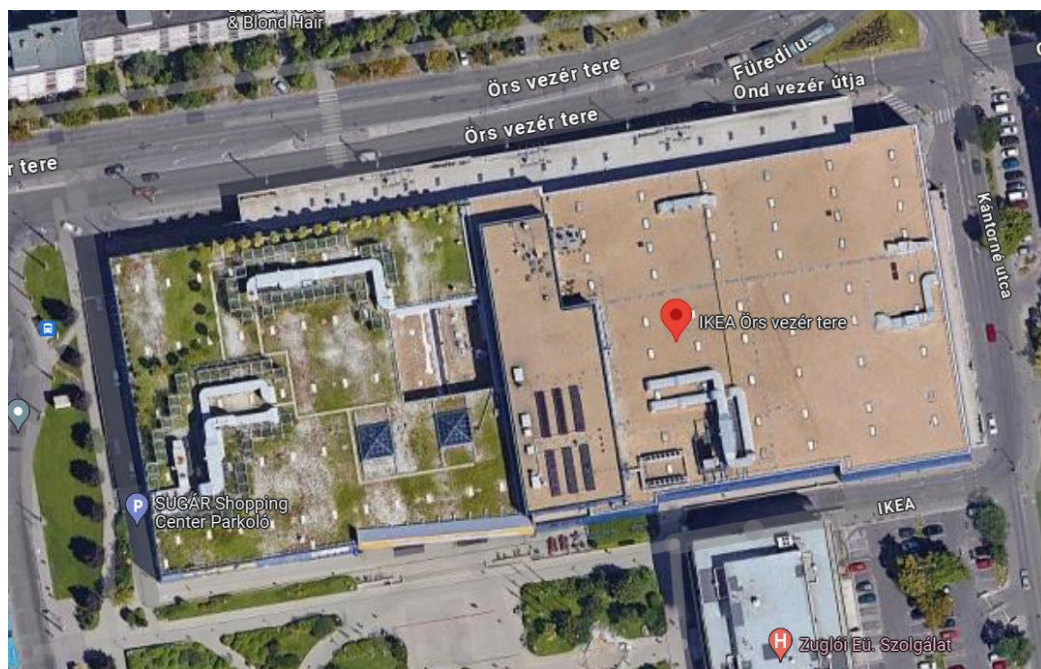
A tetőn alkalmazott ültetőközegek nem azonosak a talajjal. Ezek olyan – szerves és szervetlen anyagokból – mesterségesen összeállított ültetőközegek, amelyek biztosítják a tetőre szánt növények fenntartását. Az ilyen többkomponensű közeg előállításánál az egyik fő szempont a tartós szerkezet, valamint az, hogy a víz és a tápanyagok számára hosszú távon biztosítsák a megfelelő adszorpciós felületet. A közeg összetétele attól függően is változó, hogy a közeget extenzív vagy intenzív tetőn alkalmazzuk. A kivitelezési irányelvek alapján, amennyiben a közeg ömlesztett szemcsés anyagok keveréke, annak szervesanyag tartalma extenzív zöldtető esetében 3–8 tömegszázalék, intenzív zöldtető esetében 6–12 tömegszázalék (Horváthné Pintér, 2023). A közeg további fontos tulajdonságai: csíra mentesség, megfelelő vízáteresztő és vízmegtartó képesség (Kolb, 2019). Épületfizikai szempontból további fontos tényező az ültetőközeg tömege. Könnyű, laza szerkezetű ültetőközeggel és néhány g/m² tömegű technikai köztes rétegekkel, megoldható, hogy az extenzív zöldtető össztömege ne haladja meg az 150 kg/m² értéket (Hidy et al., 2011).

III. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálat helyszíne

A vizsgálat helyszíne a Budapest Örs vezér terén található IKEA, 6500 m²-es extenzív, biodiverz zöldtetője (7. ábra).

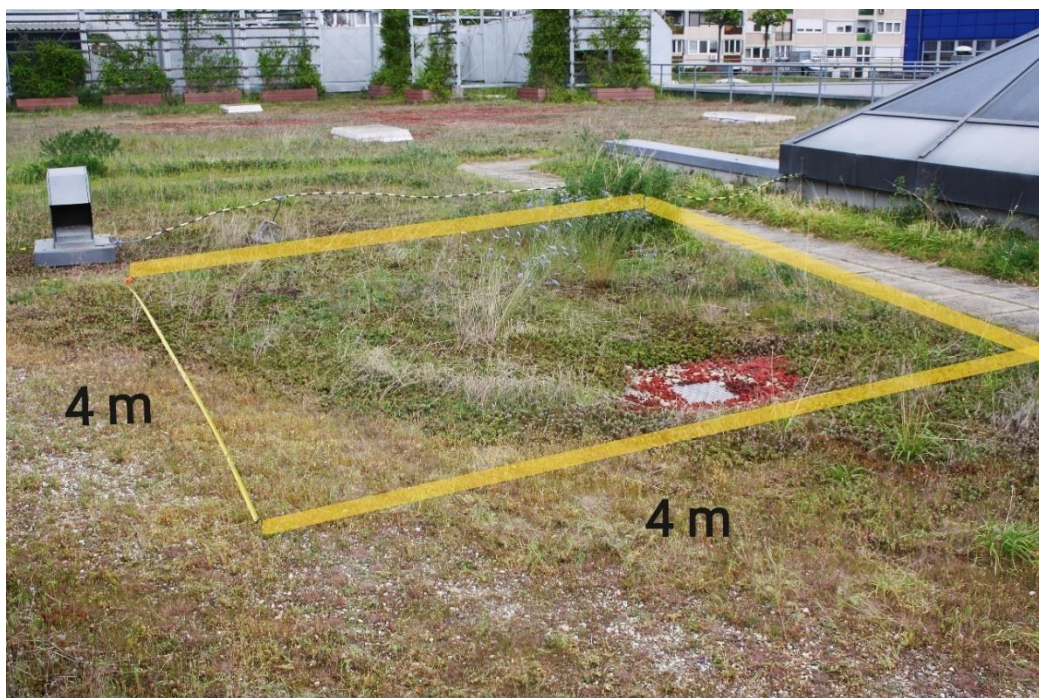
7. ábra: A budapesti Örs vezér téri IKEA felülnézete (Forrás: Google Maps, 2024.)



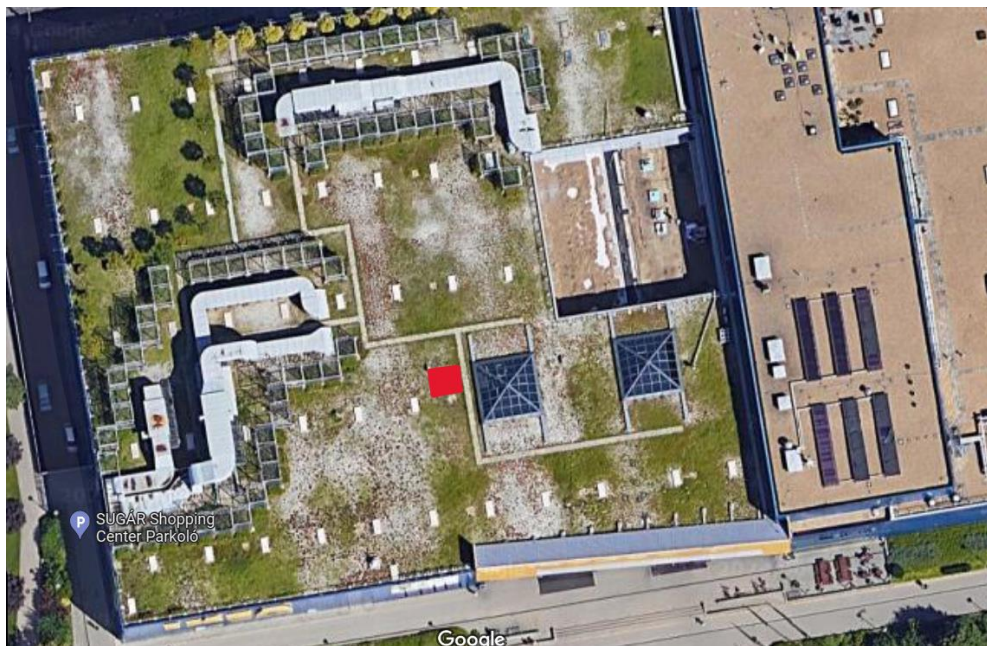
A növényzetet lágyszárú biodiverz növénytársulás alkotja, amelynek átlagosan 10–12 cm ültetőközeg nyújt alapot. A közeg alatt egy réteg elválasztó fátlyol (150 g/m²) helyezkedik el, ezt követi egy réteg 25 mm vastagságú perforált, kétoldalú dombornyomott műanyag szivárgó drénlemez. A legalsó, mechanikai védőréteget műanyag filc anyag (300 g/m²) képezi. A zöldtetőn beépített gyökérvédelemmel rendelkező fordított rétegrendű víz- és hőszigetelést alakítottak ki. A 2002-ben épült zöldtetőre planténereket és magaságyásokat is telepítettek a tető intenzív részeiként – ezek jelenleg is a zöldtető részét képezik. Az itt található fák, cserjék, évelők és kúszó növények intenzív fenntartásúak, vízellátásukat automata öntözőrendszer biztosítja, illetve folyamatos a táp- és szervesanyag utánpótlás. Ezzel szemben az extenzív, biodiverz zöldtető mondhatni önellátó. Az itt található növényzet tápanyag-utánpótlást és kiegészítő öntözést nem kap. A szervizutak kaszálása rendszeres, az így keletkező nyesedéket nem hagyják a zöldtetőn. 2014-ben, amikor az eredeti varjúháj-vegetáció kipusztult, a zöldtetőt teljesen visszabontották. Erre azért volt szükség, mert eredetileg nem olyan szerkezettel és szigeteléssel rendelkezett a tető, amely zöldtető létesítésére is alkalmas. Idővel ez beázáshoz vezetett. A 2014-es újjáépítést teljes mértékben kézi erővel kellett megoldani,

mivel a tetőre gépeket nem lehetett felvinni. A zöldtető ekkori kialakítása során az eredeti ültetőközeget is felhasználták. A 2014-es őszi telepítéskor szaporítóanyagként 4 féle *Sedum* sarjat vetettek: *Petrosedum rupestre* (syn. *Sedum reflexum*), *Phedimus kamschaticus* (syn. *Sedum floriferum*), *Sedum album* és *Sedum lydium* 'Glaucum'. Majd 2015 tavaszán kétszikű lágyszárú magkeverékek vetése következett, amihez a Báics Ernő féle vadvirágok magkeveréket és az Optigrün MKR seedmix magkeveréket használták. A magkeverékek összesen mintegy 50 növényfaj magját tartalmazzák. Ugyanezen a tavaszon három dajkanövényt is telepítettek: takarmánybaltacimot (*Onobrychis viciifolia*), nyúlszapukát (*Anthyllis vulneraria*) és lucernát (*Medicago sativa*). A dajkanövényfajokat ökológusok javasolták, azzal a céllal, hogy a főnövényeknél gyorsabb növekedésükkel védelmet nyújtsanak az időjárással szembeni kitettség ellen, és elnyomják a gyomokat. A *Fabaceae* családba tartozó évelő fajokat azért is választották, mert gyökérgümőikben a légköri nitrogént megkötő *Rhizobium* baktériumok élnek. Ezek a növények növelik a talaj, illetve az ültetőközeg nitrogén tartalmát, talajjavító és zöldtrágyanövényekként alkalmazhatóak. 2017-ben újabb magvetés következett, ezúttal 19 újabb fajt vetettek a zöldtetőn, 76-ra növelve a vetett fajok számát. A vegetáció rendszeres felmérését ökológusok végzik: 2021-ben 139 különböző növényfajt regisztráltak, a spontán megjelent fajokkal együtt (Bodor, 2024). A növényállomány részletesebb vizsgálatára egy 4 x 4 m-es területet választottam (8. és 9. ábra), amely magában foglal egy, a vízelvezetés céljából kialakított kontrollaknát is.

8. ábra: A vizsgálatra kiválasztott mintaterület (Forrás: saját fotó, 2024.04.15.)



9. ábra: Pirossal jelölve a vizsgált terület elhelyezkedése a zöldtetőn (Forrás: Google Maps, 2024.)



A vizsgált terület a tető délen fekvő középső részén helyezkedik el, kitettsége mérsékelt. Keletről egy nagyjából 6 m széles, 3 m magas gúla alakú üvegből készült építmény határolja, ami némi védelmet nyújt a széllel szemben. A napsugarak egész nap érik ezt a területet. A keleti oldalról a területet egy betonlapokból készült járda határolja teljes hosszában (10. ábra).

10. ábra: A vizsgálatra kiválasztott mintaterület keleti határa (Forrás: saját fotó, 2024.04.15.)



A déli és a nyugati oldal határa a kitaposott úton ér össze. Korábban ezen az útvonalon hordták fel a tetőre a zöldtető építéséhez szükséges anyagokat, ami a mai napig markáns nyomott hagyott a tetőn. Az északi határ teljes hosszában egy acélhuzal van kifeszítve, amely a szellőztető rendszer egyik elemét köti össze az üveggúlóval. A vizsgált 16 m²-en az ültetőközeg átlagos vastagsága 10–12 cm, kivéve a kontrollakna körül, ahol mindössze 5 cm vastagságú közeget mértem (11. és 12. ábra).

11. ábra: Ültetőközeg vastagsága a vizsgált területen (Forrás: saját fotó, 2024.10.15.)



12. ábra: Ültetőközeg vastagsága a kontrollakna körül (Forrás: saját fotó, 2024.10.15.)



3.2. A vizsgálat anyagai

A vizsgálathoz egy mérőszalagot, egy kézi nagyítót, egy kézi ásót, egy fényképezőgépet és egy mobiltelefont használtam. A területet a mérőszalaggal jelöltem ki és mértem le. A kézi ásót az ültetőközeg vastagságának meghatározásához használtam. A területről márciustól októberig havonta felvételeket készítettem – ehhez szükségem volt egy fényképezőgépre, illetve alkalomadtán mobiltelefonra. A nagyítónak az egészen apró növények (*Saxifraga tridactylites*), a területen talált magok (*Medicago minima*) és a *Poaceae* családba tartozó fajok meghatározásánál vettem hasznát.

3.3. A vizsgált tető ültetőközege

Az ültetőközeg riolittufa alapú keverék (5–12 mm), melyet az eredeti, 2002-ben épült zöldtető ültetőközegével vegyítettek 2014-ben. A riolittufa egy vulkáni törmelékes kőzet, amelyet elsősorban a talajjavító képessége miatt választottak. Jó vízmegtartó képessége révén javítja a talaj vízgazdálkodását, a szemcsés szerkezetével biztosítja a közeg szellőztetését, magas ásványi anyag tartalma pedig hozzájárul a növények megfelelő fejlődéséhez. Az ültetőközeg változó vastagságú (6–15 cm), szervesanyag tartalma 15–20%, hozzáadott szervesanyagot nem tartalmaz (Bodor, 2024). A heterogén közeg terítése során arra törekedtek, hogy különböző területeket hozzanak létre. Kisebb-nagyobb foltokban megtalálhatóak olyan területek, ahol vastagabb a közeg, és olyan foltok is, amelyek fizikai szerkezetükben eltérő közeget tartalmaznak. Ilyen lehet például egy homokos, vagy egy riolittufában gazdagabb folt. Ily módon ki tud alakulni és fenn tud maradni egy sokszínű vegetáció, azaz ez a terítési mód hozzájárul a biodiverzitás magas szinten tartásához (Bodor, 2024).

3.4. A vizsgált növények bemutatása növénycsaládok szerint

3.4.1. *Crassulaceae* család

A vizsgált területen a *Crassulaceae* családból megtalálható a *Petrosedum rupestre* (syn. *Sedum reflexum*), a *Phedimus kamtschaticus* (syn. *Sedum floriferum*) és a *Sedum album*. A *Sedum* nemzetség tagjai szukkulens növények, rendkívül jól tűrik a szárazságot és a fagyot. Sekélyen gyökereznek és jó szaporodási képességgel rendelkeznek. Mivel többségük örökzöld és évelő, így nem csak a nyári virágzásuk során díszítenek, hanem szinte egész évben, sűrű gyepszerű szőnyeget alkotva (Hidy et al., 1995). Pozsgás leveleik szórtan, átellenesen vagy ritkábban örvökben állnak. Termésük tüzőcsoport vagy tok (Penksza, 2001). Az őshonos

Sedum album elfekvő növekedésű, számos meddő hajtást fejleszt, csak a virágzó hajtásai felállóak. Hengeres szárát sűrűn borítják az apró, pozsgás, nyél nélküli, hengeres levelek, melyek zöldek, gyakran vöröslőek. A szabad szirmú virágai 5 tagúak, bogernyőben nyílnak, fehér színűek. Termése tüszőtermés (Király, 2009). A hajtások a virágzás után elszáradnak és még sokáig a növényen maradnak. A szintén őshonos *Petrosedum rupestre*, 20-30 cm magasra megnövő lágyszárú évelő. Kihegyezett, legfeljebb 2 cm hosszú, húsos, szürkészöld levelei szórt állásúak. A meddőhajtásokon a levelek sűrűn helyezkednek el, míg a virágzó hajtásokon felfelé haladva a levelek egyre ritkábbá válnak. Sárga virágait sátorozó bogernyőben hozza egész nyáron. A csészelevelei kopaszak, a pártát 5 hegyes formájú szírom alkotja (Beffa, 2001). A Kelet-Ázsiából származó *Phedimus kamtschaticus* lapított, kanalas, fűrészes szélű levelei ősszel vörösesre színeződnek. Sárga virágaival júniustól augusztusig díszít (Missouri Botanical Garden, 2024).

3.4.2. *Fabaceae* család

A *Fabaceae* családból 5 fajt azonosítottam a vizsgált területen, ezek a következők: *Coronilla varia* (syn. *Securigera varia*), *Vicia hirsuta* és a *Medicago* nemzetség 3 faja – *sativa*, *lupulina* és *minima*. A *Fabaceae* családba tartozó növények jelenléte a többi növény szempontjából hasznos, mivel a gyökérgümőkben élő baktériumok segítségével megkötik a légköri nitrogént, és javítják a közeg tápanyagtartalmát. A nektárral teli pillangósvirágaik pedig táplálékkal szolgálnak a méhek számára. Az ebbe a családba tartozó növények páratlanul vagy párosan szárnyasan összetett, párhás levéllel rendelkeznek. Leveleik levélkacsá módosulhatnak. Viráguk pillangós, termésük hüvely (Penksza, 2001). A takarmánynövényként is termesztett, ázsiai származású *Medicago sativa* felálló szárú, 40–90 cm magasra megnövő, bokros növekedésű szárazságtűrő évelő. Levele három visszas tojásdad alakú levélkéből áll. Májustól szeptemberig hosszú kocsányokon hozza fürtvirágzatát, amelyet apró ibolya színű pillangósvirágok alkotnak. Szára és hüvelytermése szőrös (Kropog et al., 2002). A másik két *Medicago* faj morfológiája számos hasonlóságot mutat. Kúszó, heverő szőrözött hajtásrendszerrel rendelkező alacsony termetű növények. Levelük párhás, hármasan összetett, a levélké főere hangsúlyos, jól látható. A *lupulina* levélkéi enyhén fűrészesek, levélcsúcsuk lekerekített, a középső levélke hosszú nyelű. Apró sárga pillangósvirágaikat hosszú kocsányon, tömött fürtben hozzák. A *lupulina* termése vese alakú, erősen bordázott és egymagvú (Podhajská, 1991). A *minima* jellemző morfológiai bélyege a borsó méretű kampós tövisekkel rendelkező spirális hüvelytermés. A *lupulina* egy- vagy kétéves, májustól októberig virágzik, a

minima évelő, tavasz végén, nyár elején hozza virágait (Simon, 1992). Mindkét faj őshonos. A *Coronilla varia* habitusát tekintve lehet szétterülő vagy felegyenesedő. Ha az előbbi, akkor legfeljebb 30 cm magasra nő, ha az utóbbi, akkor a 100 cm magasságot is elérheti. Levele páratlanul szárnyalt, levélkéi aprók, a levélalap felé egyre ritkábban helyezkednek el. Pálhalevelei kisebbek, mint a levélkéik. Rózsaszín vagy lila pillangósvirágait tömött, gömb alakú virágzatban hozza májustól szeptemberig. Hüvelytermése vékony és szögletes (Kropog et al., 2002). A *Vicia hirsuta* sűrűn elágazó, felálló növekedésű. Párosan összetett levelein sok hosszúkas levélke található. A levél általában kunkorodó, többágú kacsban végződik. Kicsi, lilásfehér virágait tavasz végétől nyár közepéig, végéig hozza. Hüvelytermése borzasan szőrös, két magot tartalmaz (Podhajská, 1991).

3.4.3. *Poaceae* család

A pázsitfűfélék családjából hat faj él a vizsgált területen: *Bromus squarrosos*, *Bromus tectorum*, *Eragrostis minor*, *Festuca myuros* (syn. *Vulpia myuros*), *Setaria viridis*. A *Poaceae* családba tartozó fajok általában tarackolnak, gyepszerűen növekednek. Az ebbe a családba tartozó fajok legfontosabb bélyegei: a szalmaszár, ritkábban a fásodó nádszár, a levélhüvely, a nyelvecske és a fülecske (Penksza, 2001). Leveleik ép szélűek, párhuzamos erezetűek. Összetett virágzatuk lehet torzsa, fürt (buga) vagy füzér (kalász). A virágtakaró jellegzetes része a toklász, amelyhez szálkaszerű függelék tartozhat. Jellegzetes termésük a szemtermés. Anemofil (szélmegporzású) egyéves vagy évelő növények (Beffa, 2001). A *Bromus squarrosos* felálló növekedésű egyéves faj. Szőrös levéllemeze keskeny. Az alsó leveleken található zárt levélhüvely mindig szőrös. Virágzata laza, enyhén elágazó, egy oldalra hajló bugát alkot. A toklász csúcsa alatt eredő száлка 8–12 mm hosszú. Májusban és júniusban virágzik (Penksza, 2001). A *Bromus tectorum* 10–60 cm magasra megnövő egyéves faj. 2-4 mm széles fokozatosan kihegyesedő levelei szőrösek, akárcsak a csőszzerű levélhüvelye. A nyelvecske fogazott. Egy oldalra bókoló buga virágzatot hoz. A száлка érdes, 10–18 mm hosszú (Grau et al., 1998). Az *Eragrostis minor* szintén egyéves faj, melynek töve erősen elágazik, csomókban nő. A nyelvecske hiányzik, annak helyén szőrkoszorú jön létre. A levélhüvely fedőszőrökkel borított, a levéllemez élén mirigyszőrök figyelhetők meg. Megnyúlt, laza bugájában sokvirágú füzérkéik találhatók, a külső toklász sötétlila, szálkátlan. Júliustól októberig virágzik (Penksza, 2001). A *Festuca myuros* egy vagy kétéves faj. A toklász szálkás, keskeny, a legalsó bugaágnál többször hosszabb. A füzérke virágzás után kiszélesedő. Virágzási ideje: május–július (Simon, 1992). A *Setaria viridis* egyéves, laza, felálló növekedésű fűféle. Levele legfeljebb 30 cm hosszú és 10 mm széles. A nyelvecskét

szőrkoszorú helyettesíti, a levélhüvely széle szőrös. Tömött, sertés bugája egyenes, legfeljebb 10 cm hosszú, színe zölde, bíboros. Júliustól októberig virágzik (Grau et al., 1998).

3.4.4. Egyéb családok

További tíz növénycsaládból 1-1 fajt azonosítottam a vizsgált területen. Ezek morfológiáját, életmódját az alábbiakban röviden ismertetem. Az *Amaryllidaceae* családból a Dél-Kelet Ázsiából származó, 20–25 cm magasra megnövő, évelő *Allium tuberosum* fordul elő a területen. Levele lapított, legfeljebb 35 cm hosszú és 5 cm széles. Fehér csillag alakú virágai nyár végén és kora ősszel nyílnak (Rice, 2006). Az *Asteraceae* családból az idegenhonos *Erigeron annuus* található meg a területen. A 40–80 cm magasra megnövő egynyári növény felálló szára a felső részén elágazik. Alsó levelei tojásdad alakúak vagy lándzsásak, szélük fűrészes. A bogernyőt alkotó fészek virágzatának nyelves virágai fehérek, csöves virágai sárgák. Júniustól novemberig virágzik (Beffa, 2001). A *Caryophyllaceae* családból az őshonos, egyéves *Petrorhagia prolifera* levele szálcs, csészéjét a kemény, barnás pikkelylevelek szinte teljesen beborítják. Júniustól novemberig hozza apró rózsaszín virágait (Simon, 1992). Az *Euphorbiaceae* családból az *Euphorbia maculata* elágazó, heverő szárú egyéves. Levele ferde vállú, bordós foltos. Júliustól szeptemberig virágzik (Simon, 1992). A *Geraniaceae* családból az *Erodium cicutarium* egy- vagy kétéves szétterülő gyomnövény. Levele szárnyasan összetett, levélkéi szeldeltek. Lilás, sötétrózsaszín virágai márciustól szeptemberig nyílnak. Termése hosszú, csőr alakú (Kropog, 2002). A *Linaceae* családból a *Linum perenne*, hazánkban is honos többszárú évelő, élénkzöld levele tagolatlan. A 15–20 mm égszínké szirmainak szélei fedik egymást. Júniustól szeptemberig virágzik (Király, 2009). Az *Oxalis dillenii* az *Oxalidaceae* család tagja, szára szőrözött, sárga virágait júniustól októberig hozza (Simon, 1992). A *Plantaginaceae* családból az egyéves *Veronica arvensis* levele tojásdad, széle ép vagy csipkés. Sötétkék apró virágait márciustól májusig hozza (Király, 2009). A *Portulacaceae* családból a *Portulaca oleracea* idegenhonos egyéves gyom, pozsgás levelei lapítottak, fényesek. Levélhómalj 5 tagú sárga virágai a délelőtti órákban nyílnak, júliustól szeptemberig virágzik. Toktermést érlel (Penksza, 2001). A *Saxifragaceae* családból a *Saxifraga tridactylites*, egy- vagy kétéves, legfeljebb 5–10 cm magasra megnövő, tölévélrózsás. Levele ékvallú, száranként több fehér színű virágot hoz márciustól májusig (Simon, 1992).

3.5. A vizsgálat módszere

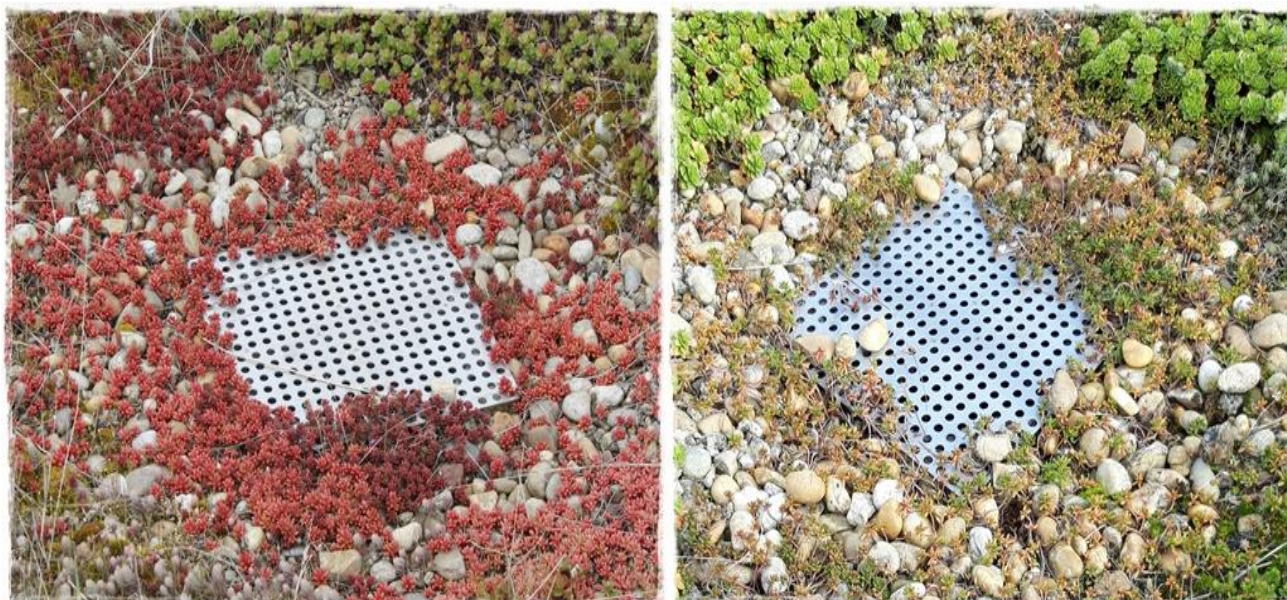
A vizsgálatot egy általános felméréssel és a tető növényzetével való ismerkedéssel kezdtem 2024. március 25-én. Témavezetőimmal engedélyt kaptunk a zöldtető megtekintésére. Ez a zöldtető fenntartójának közreműködésével valósulhatott meg, aki körbevezetett a tetőn, tájékoztatott a zöldtető létesítésének lépéseiről, a telepített növényekről és az esetleges fenntartási munkákról, valamint digitalizált anyagokat továbbított részemre. A következő felvételezést április 15-én, majd április 22-én végeztem, melynek során témavezetőimmal kidolgoztuk a vizsgálat módszerét. Első feladatként meghatároztuk és kijelöltük a vizsgálat helyszínét – egy 4-szer 4 méteres területet. Az itt fellelhető növények vizsgálatához és meghatározásához öt forrásból láttam hozzá. Első lépésként a helyszínen végzett organoleptikus vizsgálatokra támaszkodtam. További forrásként a felméréseim során a területről készített több száz felvételt használtam. Ezt követően a saját felmérésemet összevetettem az ökológusok által 2015-ben és 2021-ben végzett felmérések eredményeivel. Majd az Új magyar Fűvészkönyv határozókulcsai, egyéb növényhatározók, valamint internetes források (pl. Kew, iNaturalist) segítségével határoztam meg az adott növényfajokat. Áprilist követően még hét alkalommal (május 13., június 18., július 24., augusztus 29., szeptember 24., október 15. és október 29.) látogattam ki a tetőre felvételeket készíteni és megfigyelni a változásokat.

IV. EREDMÉNYEK

4.1. *Crassulaceae* család megjelenése a tetőn

A vizsgált területnek a varjúhájfélék adják az *alapját*. Szabad szemmel is jól látható, hogy a területet legnagyobb részben a *Crassulaceae* családba tartozó 3 varjúháj faj borítja (*Petrosedum rupestre*, *Phedimus kamtschaticus*, *Sedum album*). Mindhárom faj sarjvetés útján került a zöldsztetőre, 2014 őszén. A *Sedum album* leginkább a kontrollakna közvetlen közeli területén figyelhető meg, ahol szinte csak kavics található, és a közeg csupán 5 cm vastag. A területnek ezen a részén kizárólag a *Sedum album* él meg. A márciustól októberig végzett felmérések során egyértelműen megfigyelhető volt színének hónapról hónapra történő változása (13. ábra).

13. ábra: A kontrollakna körüli *Sedum album* tavaszi és őszi színei. A bal oldali fotót áprilisban, a jobb oldalt októberben készítettem (Forrás: saját fotó, 2024.04.22. és 10.15.)



A másik két varjúháj faj (*Petrosedum rupestre*, *Phedimus kamtschaticus*) szinte a teljes vizsgált területen megtalálható, kivéve a taposott úton és a járdaszegély melletti 10–12 cm-es sávban. Mindkét faj gypszerű, nagyobb foltokat alkot a területen, májusban és júniusban sárga virágaikkal díszítettek. A *P. rupestre* a szürkészöld lombjával, a *Ph. kamtschaticus* pedig az ősszel vöröses barnára színeződő leveleivel is díszített (14., 15., 16. ábra).

14. ábra: A *Petrosedum rupestre* jól kivehető szürkészöld lombja a vizsgált területen (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.04.22.)



15. ábra: *Petrosedum rupestre* virágzása (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.06.18.)



16. ábra: *Phedimus kamtschaticus* őszi lombszíneződése (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.10.29.)



4.2. *Poaceae* család megjelenése a tetőn

A *Poaceae* családból 5 fajt határoztam meg a területen. Ez a növénycsalád nagyobb fajszámban képviselteti magát a vizsgált területen, mint a *Crassulaceae* család, mégis jóval kisebb területet borítanak, mint a varjúhájfélék. Első ránézésre a pázsitfűfélék határozottan kivehetőek a taposott úton, illetve a taposott terület és az antropogén hatástól mentes terület határán húzódó 5–10 cm-es sávban. Közelebbről megfigyelve a területet, jól láthatóvá válik, hogy egy-egy fűféle megjelenik elszórtan vagy csomókban a belső, sűrű vegetációban is, illetve a terület keleti határán a járdaszegély mellett. A taposott úton hónapról hónapra jól megfigyelhető volt, ahogy a fűfélék váltották egymást. Márciusban és áprilisban az utat a *Bromus tectorum* borította, júniusban már nagyszámban megjelent a *Setaria viridis*, ekkor a *Festuca myuros* már elszáradt. Júliusban és augusztusban szinte teljesen száraz volt a taposott út, csak az *Portulaca oleracea* zöldellt és hozta élénksárga apró virágait, jól látható foltokban. Szeptemberben és októberben újra zöldbe borult az út, ekkor tömegesen jelent meg, és szinte teljesen elfedte a *Portulaca*-t az *Erodium cicutarium*, a *Medicago minima*, illetve a *M. lupulina* és a *Festuca myuros* (17. ábra). A *Bromus squarrosus* szintén itt a füves területen fordult elő, de csak elvétve.

17. ábra: A taposott utat borított növényzet változása júniustól októberig. A jobboldali képeken látható fajok júniustól októberig: *Setaria viridis*, *Portulaca oleracea*, majd a *Portulaca oleracea*-t szinte teljesen beborító őszi gyepszőnyeg (Forrás: saját készítés)



4.3. *Fabaceae* család megjelenése a tetőn

A *Fabaceae* családból szintén 5 fajt határoztam meg a vizsgált területen. Habitusánál fogva jól látható, viszonylag nagyobb foltot alkot a vizsgált terület észak-keleti sarkában a takarmánynövényként is termesztett, ázsiai származású *Medicago sativa*. Ez a növényfaj mélyre hatoló gyökérzettel rendelkezik, jelen esetben azonban mindössze 12 cm mély közegben fejlődött, így aszályos időszakban sem tudott elég mélyre hatolni és vízhez jutni. Ennek ellenére extenzív körülmények között is képes volt 60–70 cm magasra megnőni. Nyár elejétől 2 hónapon keresztül díszítette a területet ibolyaszínű pillangós virágaival. Ebből a családból további 4 fajt határoztam meg a kijelölt területen. Ezek alacsony növekedésük és apró viráguknál fogva első ránézésre nem észlelhetők a területen, díszítő értékük minimális, a terület biodiverzitását tekintve azonban fontos jelentőséggel bírnak. A *Medicago lupulina*-t és a *M. minima*-t több ponton is megtaláltam, utóbbi jelenlétéről a jellegzetes magjai is árulkodtak. A *Vicia hirsuta*-ból csupán egy példányt találtam, a *Coronilla varia*-t egy helyen fedeztem fel, és itt több tövét is megtaláltam – a terület észak-keleti sarkához közeli részen az *Allium*ok és a *Sedum*ok között.

4.4 Egyéb családok

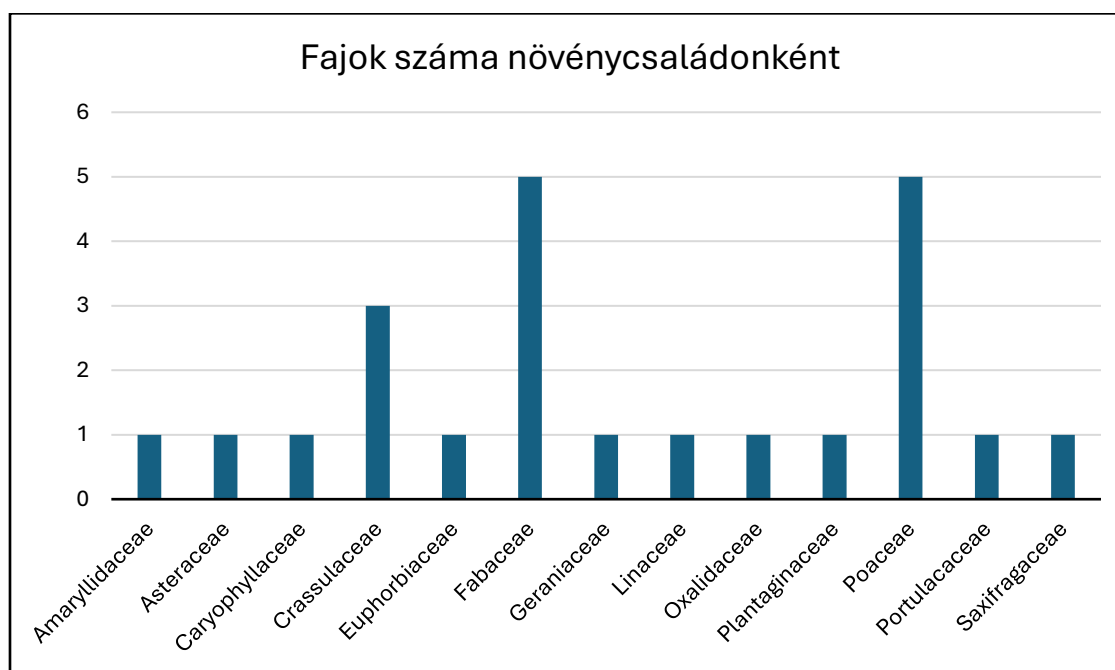
A terület egy másik éke a *Linaceae* családból a *Linum perenne*. A vizsgált területen három nagyobb és egy kisebb tő található. Áprilistól hozta égszínkék virágait, júniusban magot érlelt, majd másdovirágzásban egészen szeptemberig díszített. Ez a faj a 2015-ös tavaszi magvetés útján került a zöldtetőre, magas díszítő értéke mellett, jó szárazságtűrő képessége miatt telepítése ajánlott extenzív körülmények közé. Szeptemberben az *Amaryllidaceae* családból az idegenhonos *Allium tuberosum* díszítette a területet fehér ernyő virágzatával. Az *Asteraceae* családból az *Erigeron annuus* fajt egyértelműen meg tudtam határozni, virágzó példánya is megfigyelhető volt a területen júniusban. Előfordult a területen még egy faj a családból, ennek meghatározásában azonban bizonytalan voltam, mert csak 2–3 levelét láttam korai fenológiai stádiumban. Emiatt az *Asteraceae* családból minden összegzésnél csak egy fajjal számoltam. A *Plantaginaceae* családba tartozó *Veronica arvensis* áprilisban hozta alig észrevehető, apró kék virágait. Néhány példányt találtam a taposott út és a *Sedumos* rész határán. Az *Euphorbia maculata* jellemzően a terület keleti határán, annak szinte teljes hosszában jelen volt. Az *Oxalis dillenii* szintén kizárólag a terület ezen oldalán nőtt, áprilisban hozta élénksárga virágait. A *Caryophyllaceae* családba tartozó *Petrorhagia prolifera* néhány

egyede apró világoslila virágaival júliusban díszített a területen. A *Saxifraga tridactylites* jellemzően az alacsony vegetációval rendelkező részeken volt megtalálható, a taposott út és a *Sedum*ok határán, illetve a *Sedum album*ok körüli mohás részeken.

4.5. Biodiverzitás a tetőn

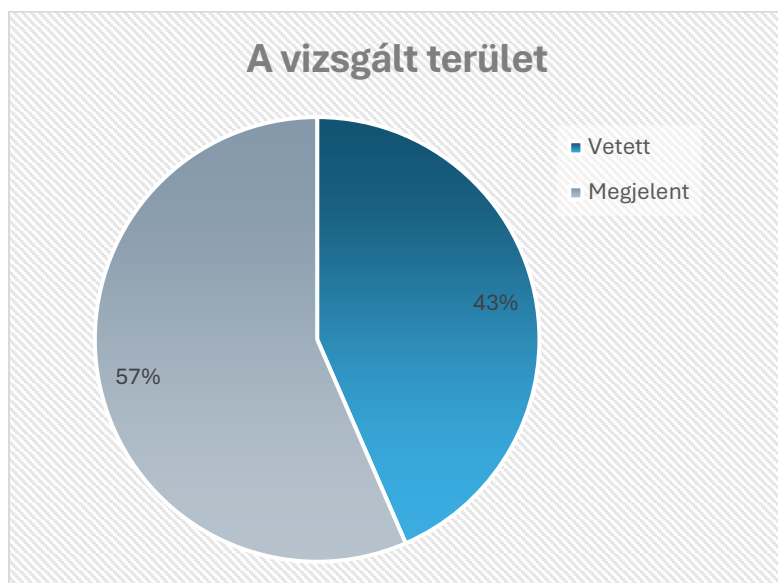
A vizsgált területen három évszak majdnem teljes leforgása alatt összesen 23 növényfajt határoztam meg. Ezek a fajok összesen 13 növény család tagjai (18. ábra). Ebből megállapítottam, hogy a biológiai sokféleség a vizsgált területen kiemelkedő.

18. ábra: A vizsgált területen az általam meghatározott fajok száma növény családonként (saját készítésű ábra)

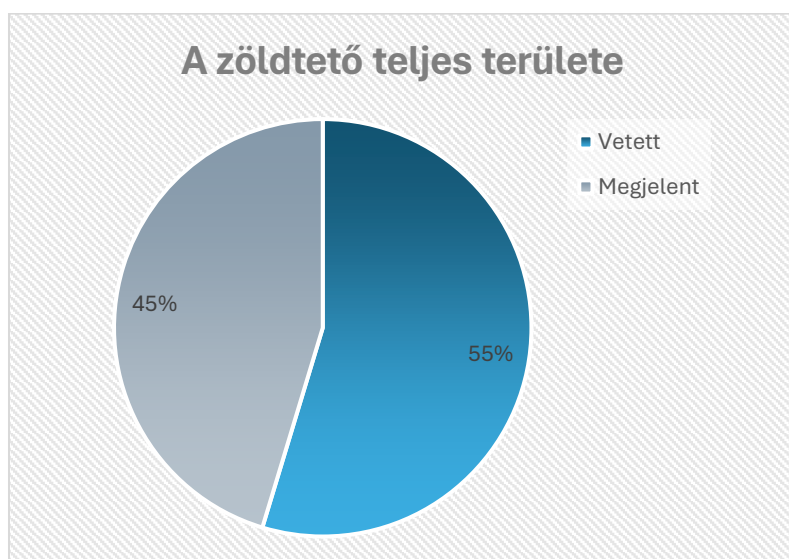


Ez négyzetméterenként 1,5 fajt jelent. A saját felvételezésemet összevetve a tető teljes vegetációjáról 2021-ben ökológusok által végzett felméréssel, azt az eredményt kaptam, hogy a vizsgált – viszonylag kis – területen, arányaiban nagyobb fokú a biodiverzitás, mint az egész zöldtetőn. A tető teljes zöldfelületén (6500 m²) összesen 139 fajt határoztak meg 2021-ben, ami négyzetméterenként 0,02 fajt jelent. Megállapítottam azt is, hogy a vizsgált területen nagyobb a spontán megjelent fajok száma, mint az eredetileg vetett fajoké (19. ábra). Ez a zöldtető teljes területére vonatkozóan fordítva igaz (20. ábra).

19. ábra: A vetett és a spontán megjelent növényfajok aránya a vizsgált területen (16 m²) (saját készítésű ábra)

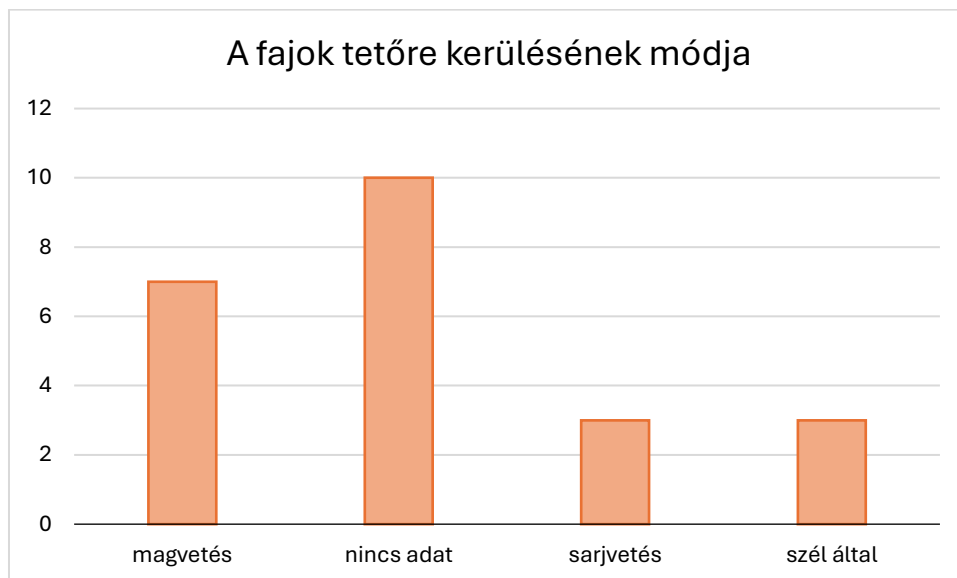


20. ábra: A vetett és a spontán megjelent növényfajok aránya a teljes tető területén



A zöldtető teljes területére (6500 m²) összesen 76 fajt telepítettek. A vizsgált területen ebből 10 faj található meg, ami a telepített fajok 13 százaléka. A többi spontán megtelepedett faj. Ebből a megállapításból egyenesen következik a biodiverzitás növekedése. Az általam meghatározott 23 faj közül 10 faj került a tetőre a 2014-es őszi, a 2015-ös tavaszi vagy a 2017-es tavaszi magvetés során. A maradék 13 faj szél útján vagy egyéb módon (például állati vagy emberi közvetítéssel) kerülhetett a zöldtetőre. A 21. ábrán ezt arányaiban ábrázoltam, a 3. táblázatban pedig a fajok alapján tüntettem fel tetőre kerülésük lehetséges módját.

21. ábra: A vizsgált területen meghatározott fajok tetőre kerülésének lehetséges módjai, a 2021-es felmérés nyomán (saját készítésű ábra)



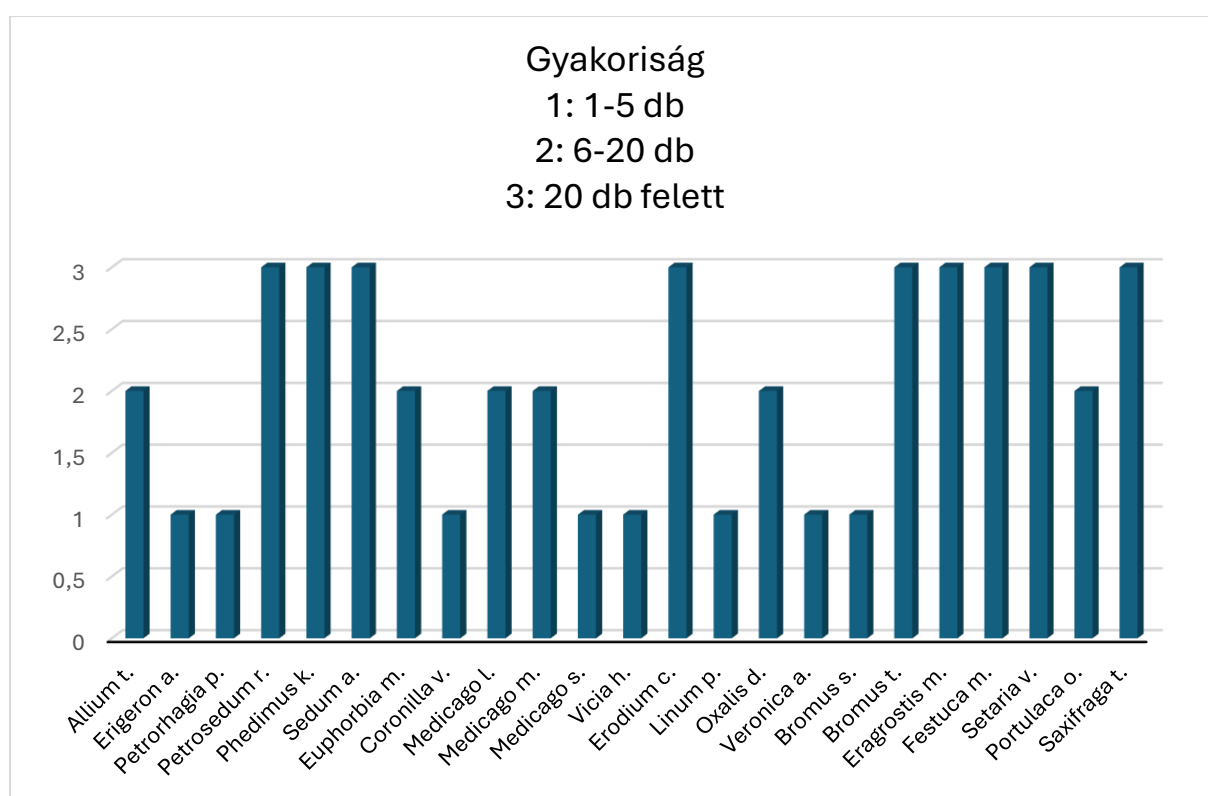
3. táblázat: A vizsgált területen meghatározott fajok tetőre kerülésének lehetséges módja a 2021-es felmérés alapján (saját készítésű táblázat)

	Faj latin neve	Tetőre kerülés módja
1	<i>Allium tuberosum</i>	magvetés
2	<i>Bromus squarrosus</i>	nincs adat
3	<i>Bromus tectorum</i>	nincs adat
4	<i>Coronilla varia</i>	magvetés
5	<i>Eragrostis minor</i>	nincs adat
6	<i>Erigeron annuus</i>	szél által
7	<i>Erodium cicutarium</i>	magvetés
8	<i>Euphorbia maculata</i>	nincs adat
9	<i>Festuca myuros</i>	nincs adat
10	<i>Linum perenne</i>	magvetés
11	<i>Medicago lupulina</i>	magvetés
12	<i>Medicago minima</i>	nincs adat
13	<i>Medicago sativa</i>	magvetés
14	<i>Oxalis dillenii</i>	nincs adat
15	<i>Petrorhagia prolifera</i>	magvetés
16	<i>Petrosedum rupestre</i>	sarjvetés
17	<i>Phedimus kamtschaticus</i>	sarjvetés
18	<i>Portulaca oleracea</i>	nincs adat
19	<i>Saxifraga tridactylites</i>	szél által
20	<i>Sedum album</i>	sarjvetés
21	<i>Setaria viridis</i>	nincs adat
22	<i>Veronica arvensis</i>	szél által
23	<i>Vicia hirsuta</i>	nincs adat

A meghatározott fajok majdnem fele gyomnövényfaj: *Bromus squarrosus*, *Bromus tectorum*, *Eragrostis minor*, *Erigeron annuus*, *Erodium cicutarium*, *Festuca myuros*, *Oxalis dillenii*, *Portulaca oleracea*, *Setaria viridis*, *Veronica arvensis*, *Vicia hirsuta*.

Első ránézésre a biodiverzitás foka a kiválasztott területen nem volt egyértelműen megállapítható, ez abból is adódott, hogy egy-egy faj gyakorisága nem egyenesen arányos a borítottsággal. Az *Allium tuberosum*-ból például kevesebb egyed található a területen, mint a *Saxifraga tridactylites*-ből, mégis sokkal hangsúlyosabb foltja a területnek – ez elsősorban a növény méretéből adódik. A meghatározott növényfajok becsült darabszámát a 22. ábrán szemléltetem.

22. ábra: Fajok becsült gyakorisága a vizsgált területen (saját készítésű ábra)



A vizsgált terület biodiverzitását a havonta változó színek is jelezték. Az egyes fajok díszítő értékét a 4. táblázatban foglaltam össze. Előfordultak ugyan még olyan fajok, amelyek virágoztak a területen, de díszítő értékük olyan csekély volt, hogy ezeket nem szerepeltettem a táblázatban (4. táblázat).

4. táblázat: A vizsgált területen meghatározott fajok díszítő értéke hónapokra lebontva (saját készítésű ábra)

	Díszítő érték							
	március	április	május	június	július	augusztus	szeptember	október
<i>Allium tuberosum</i>						fehér virág	fehér virág	
<i>Coronilla varia</i>			rózsaszín virág	rózsaszín virág				
<i>Erigeron annuus</i>				fehér virág				
<i>Erodium cicutarium</i>	lila virág							
<i>Linum perenne</i>		kék virág	kék virág	kék virág	kék virág	kék virág	kék virág	
<i>Medicago sativa</i>			lila virág	lila virág				
<i>Petrosedum rupestre</i>	szürkészöld lomb	szürkészöld lomb	szürkészöld lomb	sárga virág	szürkészöld lomb	szürkészöld lomb	szürkészöld lomb	szürkészöld lomb
<i>Phedimus kamschaticus</i>	levélforma	levélforma	levélforma	sárga virág	levélforma	levélforma	vöröses levél	vöröses levél
<i>Sedum album</i>	vöröslő levél	vöröslő levél	vöröslő levél	vöröslő levél				

4.6. Az ültetőközeg és a felszín felmérésének eredményei

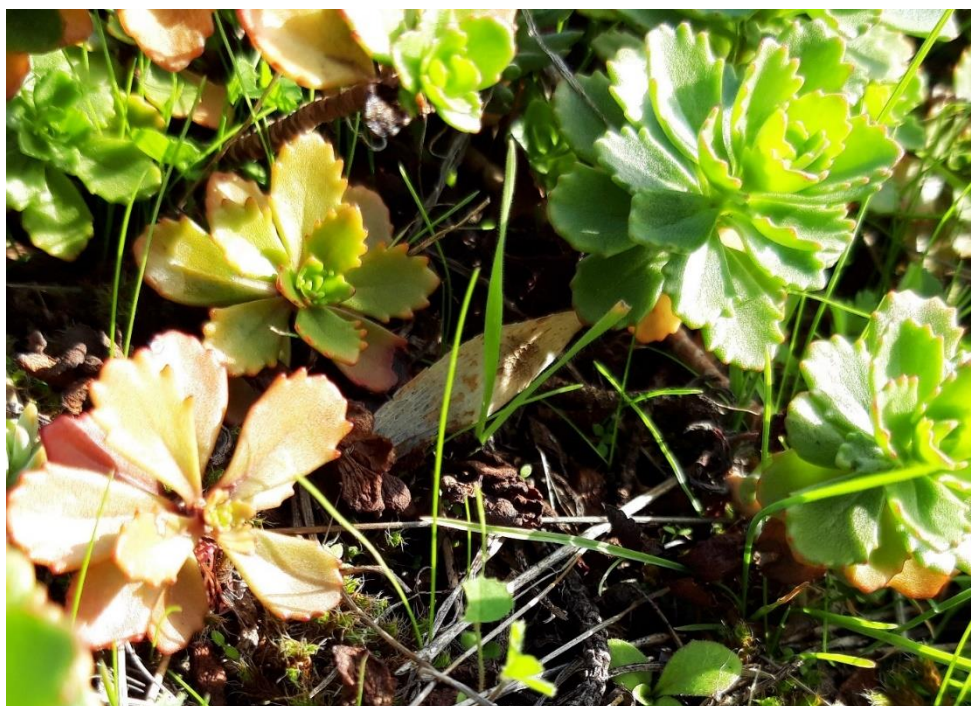
Az ültetőközeget közelebbről megvizsgálva jól látható volt a riolittufával vegyített homokos közeg. A nyári száraz időszakban a vízhiány nyilvánvaló jelei mutatkoztak repedések formájában (23. ábra).

23. ábra: Repedések a közeg felszínén a száraz időszakban (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.08.29.)



Ezeket a repedéseket elsősorban a taposott úton és a gyéresebb növénytakaróval rendelkező területeken figyeltem meg. Ebben a száraz időszakban a lombos mohák nem zöld színben pompáztak, hanem sötétbarna foltokat alkottak. Ezeket a területeket a napsugárzásra való nagyobb mértékű kitettség jellemezte. Jobban szemügyre véve a felszínt, a növényeken kívül egyéb élőlényeket – gombákat, rovarokat, csigákat –, valamint terméseket, magokat is felfedeztem. A területen megtaláltam az *Ailanthus altissima*, az *Ulmus sp.*, a *Tilia sp.* és a *Medicago minima* terméseit (24., 25., 26. ábra).

24. ábra: *Ailanthus altissima* termése a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.10.15.)



25. ábra: *Ulmus sp.* termése a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.04.22.)



26. ábra: *Tilia sp.* termése a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.04.22.)



27. ábra: *Medicago minima* termései a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.10.15.)



Ezek a termések szél útján kerülhettek a tetőre, kivéve a *Medicago minima* termését, mert az jelen volt a vizsgált területen. A taposott úton találtam dióhéjat is, amit valószínűleg madarak hagyhattak a helyszínen. A vizsgált területen nagy számban találtam kisebb csigaházakat is.

V. KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált területen a *Crassulaceae* családból a *Sedum album* is megtalálható kisebb-nagyobb foltokban, akárcsak a másik két varjúhájféle, de levelei kizárólag a kontrollakna körüli részen színeződtek bordóra. Ennek a pozsgás növénynek nem ősszel színeződnek sötétbordóra, vörösesre a levelei, hanem stressz hatására. Nagyfokú stresszt jelent számára például a sekély ültetőközege és a szárazság. A kontrollakna körüli rész pontosan egy ilyen sekély ültetőközeggel bíró terület, ahol a csapadék is hamar átfolyik a nagyméretű kavicsokon, így az itt élő növények extrém szárazságnak vannak kitéve. A *Sedum album* a kontrollakna körüli 20 cm-es sugarú körben nem hozott virágot – csak ettől a területtől távolabbi részeken virágzott, ami szintén a kontrollakna körüli extrém körülményeket támasztja alá. Ez a három varjúhájféle extenzív körülmények között is képes nagyobb foltokban elterjedni. Jó sarjadzási, szárazságtűrő és ellenálló képességük miatt telepítésük extenzív zöldtetőre ajánlott.

A vizsgált területnek megközelítőleg az egyharmadán voltak megfigyelhetőek azok a növényfajok, amelyek nem a *Crassulaceae* családba tartoznak. Míg a három varjúhájféle az intenzív sarjképzésével és a jó szaporodási képességénél fogva gyepszerűen beborította a teljes terület csaknem 70–75 százalékát, addig a *Poaceae* és a *Fabaceae* családból meghatározott 10 faj legfeljebb a terület 25–30 százalékát foglalta el. A *Medicago sativa*-ból csak egy nagyobb (60–70 cm magas) bokrosodó példány volt megfigyelhető a vizsgált területen, amely annak ellenére, hogy nem tudott elég mélyre hatolni a gyökerével a 12 cm vastagságú közegben, így is tűrte a szárazságot. Ebben a körülötte megtelepedett növények támogatták – a *Medicago s.* számára kedvező mikroklimát teremtettek (árnyékolással, párologtatással, szerves anyag szolgáltatásával, egyéb kedvező kölcsönhatásokkal). A *Medicago s.* a 2015-ös magvetés során került a zöldtetőre, és bár, a vizsgált területen csak egy példány található, szárazságtűrő képessége és talajjavító hatása miatt, telepítése extenzív körülmények közé ajánlott. A másik két *Medicago* faj, a *M. minima* és a *M. lupulina* több helyen is feltűnt, akadtak olyan területek is, ahol egész nagy számban, ezek azonban mindig olyan területek voltak, ahol elég napfényhez jutott, például a taposott út szélén a varjúhájfélék szomszédságában, ahol nem nőttek vagy lazább szövetet alkottak a *Sedum*-ok.

A fűfélék elsősorban a taposott, tömörödöttebb úton voltak megfigyelhetők. Ezek a fajok taposásállóbbak, mint a *Sedum*-ok vagy a *Fabaceae* családból meghatározott fajok, ezért is tudták beborítani az utat. A rövidéletű fűfélék váltották egymást a kitaposott úton, annak megfelelően, hogy mely faj számára voltak kedvezőek a körülmények (szárazság, csapadék,

lehűlés). Két nyári hónapban, júliusban és augusztusban, amikor a fűvek elszáradtak, megjelent az úton a *Portulaca oleraceae*. Erre pont azért volt lehetősége, mert a fűvek már nem árnyékolták le a területet, és a hőmérséklet is optimális volt számára. A *Portulaca* azzal, hogy takarta a közeget, egyben védte is a kiszáradástól. Ezeken a területeken nem repedezett fel a közeg. Szeptemberben azonban – a száraz időszak után – a fűmagok ismét kikeltek, és a *Portulaca*-t szinte teljesen elfedték. A vizsgált területen nem érvényesült Krupka (1992) korábbi megfigyelése, miszerint, ha a fűféléket és az évelőket *Sedumok*-kal társítjuk, a zöldtető folyamatos fenntartást igényel.

Összegezve a márciustól októberig tartó megfigyeléseket, arra az eredményre jutottam, hogy extenzív körülmények között nagy fokú biodiverzitás jellemzi a vizsgált területet. Az általam meghatározott 23 faj 13 növénycsalád képviselője (18. ábra). Az, hogy a 23 meghatározott faj, nem csak néhány (3–5), hanem 13 növénycsalád tagja, még változatosabbá és ellenállóbbá teszi a vizsgált ökoszisztémát, a különféle kölcsönhatások, együttműködések vagy akár gátló, védekező mechanizmusok által (pl. a *Fabaceae* család nitrogényűjtő baktériumai).

A biodiverzitás mértékét vizsgálva, arra az eredményre jutottam, hogy a vizsgált területen (16 m²) jóval nagyobb fokú a biodiverzitás, mint a teljes zöldtető területén. Ennek egyik oka az lehet, hogy a vizsgált területen több olyan rész található, amelyet különböző hatások érnek. A taposott utat antropogén hatás éri, a kontrollakna körüli terület extrém szárazságnak van kitéve, a keleti oldalt bizonyos mértékben védi az üveggúla. Emellett a vizsgált területen megtalálhatóak fizikai szerkezetükben eltérő közegű részek is. A taposott úton például riolittufában gazdagabb közeg található. Ezek mind olyan külső tényezők, hatások, amelyek lehetővé teszik a sokszínű vegetáció kialakulását és biztosítják annak fennmaradását. A zöldtető egész területén ez az egyetlen olyan hely, ahol taposott út található.

A biodiverzitásról tanúskodik a spontán megjelent fajok magas aránya is. Évente legalább egyszer a zöldtető tervezője és kivitelezője szakmai sétát is tart a zöldtetőn, ekkor 20–30 fő is tartózkodhat egyszerre a tetőn, ami szintén befolyásolhatja a vegetáció alakulását – például a cipő talpán vagy a nadrágszáron idegen fajt vihetnek fel a tetőre, ami aztán megtelepszik ott. De az is előfordulhat, hogy észrevétlenül elejtett dolgokkal szennyezik a közeget vagy a túlzott taposás is kedvezőtlenül hathat bizonyos vegetációs foltokra. A zöldtetőt ökológusok is rendszeresen látogatják, illetve az IKEA-ban dolgozók is olykor fellátogatnak a tetőre, szigorúan a fenntartó kíséretében. Ezek mind olyan külső hatások, amelyek befolyásol(hat)ják a növényzet fejlődését, diverzitását.

Krupka (1992) megfigyelései szerint különböző növényfajok feljuthatnak ugyan a tetőre, megtelepedni azonban az extenzív körülmények miatt hosszú távon nem képesek (Krupka, 1992). A megfigyeléseim alapján azonban egyértelműen megállapítható, hogy számos növényfaj sikeresen megtelepedett a zöldtetőn, amiből arra lehet következtetni, hogy az extenzív zöldtető optimális környezetet nyújt egyéb, nem telepített növényfajok számára is. Az általam tett megfigyelések alapján továbbá az is kiderült, hogy a vizsgált területen nagyobb a spontán megjelent fajok száma, mint az eredetileg vetett fajoké (17. ábra). Wilhelm Kreh német botanikus kavicszetőkön tett megfigyelései során az extenzív körülmények között megjelent fajok közé sorolt három olyan fajt, amelyet én is megfigyeltem a vizsgált területen hasonló körülmények között. Ezek a *Saxifraga tridactylites*, *Veronica arvensis* és az *Eragrostis minor* (Krupka, 1992). Ez a három faj spontán megtelepedett a vizsgált területen (3. táblázat). Míg Kreh ezeket a fajokat kavicszetőkön figyelte meg, én 10–12 cm vastag riolituffával kevert homokos közegen. Kreh az évelők közül a *Sedum album*-ot is megfigyelte a spontán kialakult zöldtetőn (Krupka, 1992). Az általam vizsgált területen is megtalálható a *Sedum album*, azonban itt nem spontán megjelent faj, hanem sarjvetés útján került a tetőre. Kreh többféle mohát is megfigyelt a spontán kialakult zöldtetőkön (Krupka, 1992). A vizsgált területen is megjelent a lombosmoha, melyet azonban fajra pontosan nem tudtam meghatározni. A vizsgált területen megtalált termések szintén azt jelzik, hogy a környékről, a szél vagy akár a madarak által, a tetőre kerülnek különféle magok.

A vizsgált területen a spontán megjelent fajok között meglehetősen sok a gyomnövényfaj. Ezek a növények nem csak megtelepsznek a területen, hanem kihajtanak és magot érlelnek. Az extenzív zöldtetőn azonban nem végeznek se gyomirtást, se más mesterséges módon nem avatkoznak be a természet folyamataiba, ezzel is hozzájárulva a nagyobb fokú biodiverzitás kialakulásához és megőrzéséhez. Ebben az esetben tehát ezek a növényfajok nem gyomnövénynek számítanak, hanem részei a biodiverzitásnak. A biológiai sokféleségnek is köszönhető, hogy az extenzív zöldtető jóval kevesebb fenntartást igényelnek (Hidy et al., 1995), mint például egy fűtető vagy egy intenzív tetőkert. Megfigyeltem, hogy a gyomnövények közül az adventív özönfajnak számító *Erigeron annuus* (Király, 2009) csupán néhány példánya jelent meg a vizsgált területen, miközben a tető egyes részein tömegesen virágzott júniusban. Az *Erigeron* nemzetségből Kreh is megfigyelt egy fajt a spontán kialakult zöldtetőn, az *Erigeron canadensis*-t. (Krupka, 1992).

VI. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban az IKEA extenzív, biodiverz zöldtető kiválasztott területének növényállományát, illetve az extenzív körülményeket vizsgáltam. Célom az volt, hogy a biodiverzitás mértékét megközelítőleg megállapítsam, az extenzív körülményeket bemutassam és az ilyen körülmények közé alkalmas élőlény dísznövényeket ismertessem. A vizsgálatot nyolc hónapon keresztül folytattam, ezalatt tíz alkalommal jártam a zöldtetőn – felvételeket készítettem, megmértem a közeg vastagságát, a fenntartótól információkat kaptam. A végzett felmérések során azt az eredményt kaptam, hogy a zöldtető vizsgált területét nagyfokú biodiverzitás jellemzi. A vizsgált területen a korábbi sarjvetés során telepített négy *Sedum* fajból három (*Petrosedum rupestre*, *Phedimus kamtschaticus*, *Sedum album*) megtalálható. Ezen fajok alkalmazása extenzív zöldtetőre ajánlott. Jó szárazságtűrő képességük miatt ugyancsak telepítésre ajánlott élőlény fajok a *Medicago sativa* és a *Linum perenne*. A vizsgált területen a spontán megjelent fajok száma magasabb, mint a telepített vagy vetett fajok száma. A sok gyomnövényfaj a biodiverzitás szemszögéből nézve sokkal inkább a biológiai sokféleség *hasznos* részét képezi, és nem *káros* gyomnak számít. A biodiverzitás kialakulása és fennmaradása érdekében az IKEA extenzív zöldtetőjén a fenntartási munkák minimálisak. A tető teljes mértékben ki van téve a helyi körülményeknek – például annak, hogy milyen növényeket telepítenek, ültetnek a környékre, valamint a helyi időjárási viszonyoknak. Ezek függvényében a tető növényzete állandóan változik. Az a nagyfokú biológiai sokféleség, amit a vizsgált területen tapasztaltam, egyfajta védelmet nyújt a kórokozókkal, egyéb behatolókkal, időjárási viszonyokkal szemben, mivel egy többféle növényből álló növénytársulás életerősebb, a növények stresszel szembeni toleranciája és ellenálló képessége magasabb. A sokféleség pedig magában hordozza azt, hogy nagyobb eséllyel lesznek olyan fajok, amelyek könnyebben alkalmazkodnak a változó körülményekhez. Ez a borítottság szempontjából is előnyös, hiszen így mindig lesz, ami takarja a felszínt. Az IKEA extenzív zöldtetője elsősorban nem az esztétikai szempontok alapján értékelhető, hanem az ökológiai szolgáltatások szempontjából – mint például a levegő minőségének javítása vagy a virágpor és nektár termelése a méhek számára.

A szakdolgozatom írása során az IKEA zöldtetőjének fenntartójával közösen elértük, hogy az IKEA extenzív, biodiverz zöldtetője felkerüljön a természetalapú megoldásokat bemutató Urban Nature Atlas (UNA) nemzetközi adatbázisába. Ezzel az UNA honlapján mindenki számára elérhető tudásbázist még egy magyarországi természetalapú megoldással gazdagítottuk, felhívva a figyelmet a zöldtetők jelentőségére.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

E helyen mondok köszönetet témavezetőimnek, dr. Kohut Ildikónak és Hamarné Farkas Dórának. Köszönöm a tartalmas konzultációkat, a rendelkezésre állásukat, a téma iránti lelkesedésüket és segítőkészségüket. Köszönetemet fejezem ki Bodor Istvánnak, az IKEA zöldtető fenntartójának, aki lendületet adva a tetőlátogatások során, hónapról hónapra segítette munkámat. Köszönet illeti továbbá Dezsényi Pétert, az IKEA zöldtető tervezőjét és kivitelezőjét, aki készséggel és részletekbe menően válaszolt kérdéseimre. Köszönettel tartozom Csecserits Anikó és Halász Krisztián ökológusoknak, akik szintén készséggel válaszoltak a felmerült kérdéseimre, és akiknek a korábbi munkájára támaszkodhattam az összehasonlítások során.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Balogh, P. I., Bede-Fazekas, Á., Dezsényi, P. (2013): Ökológus növényalkalmazás és biodiverz zöldtető kialakítása a budapesti Green House irodaház tetőkertjénél. *4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat*, 30. sz., p. 2–23.
2. Bartholy J., Pongrácz R. (szerk.) (2013): *Alkalmazott és városklimatológia*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
3. Baumüller, J. (2020): Grüne Infrastruktur zur Anpassung an den Klimawandel in Städten. In: Lozán J. L. S., W. Breckle, H. Grassl, W. Kuttler, A. Matzarakis: *Warnsignal Klima – Die Städte*. p. 203–212.
4. Beffa, M. T. D. (2001): *Vadvirágok*. Budapest: Magyar Könyvklub.
5. Bellavics L. (2012): Zöldtetőn jobb a napelemek hatásfoka. *Magyar Építéstechnika*, 50. évf. 2–3. sz., p. 36–37.
6. Biodiversity perennial seedmix. Letöltés dátuma: 2024. 10. 28. forrás:
<https://www.optigruen.com/products/vegetation-and-fertilizer/seed-mix-bdm>
7. Brenneisen, S. (2008): Anwendung eines Modells zu stadtklimatischen Wirkungen von Dachbegrünungen. *Tagungsband 6. Internationales FBB – Gründachsymposium 2008*, p. 33–39.
8. Brenneisen, S. (2024): Fauna begrünter Dächer – insbesondere bei Solar-Dächern (előadás), Biotope City online előadássorozat, 2024. március 23.
9. Budapest Főváros Önkormányzata (2016): *Zöldhomlokzatok*. Budapest: Budapest Főváros Városház Építési Tervező Kft.
10. Budapest Főváros XII. Kerület Hegyvidéki Önkormányzat Képviselő-testületének 35/2021. (XII. 14.) önkormányzati rendelete (2021). Letöltés dátuma: 2024. 04. 12. forrás:
<https://or.njt.hu/ontkormanyzati-rendelet/2021-35-SP-261>
11. Budapest Főváros XIII. Kerületi Önkormányzat Képviselő-testületének 14/2021. (VI. 29.) önkormányzati rendelete (2021). Letöltés dátuma: 2024. 04. 12. forrás:
<https://net.jogtar.hu/rendelet?docid=A2100014.13R&dbnum=550&council=budapest13>

12. Budapest Klímastratégiája (2018). Letöltés dátuma: 2024. 10. 02. forrás: https://archiv.budapest.hu/Documents/klimastrategia/Bp_Klimastrategi%C3%A1ja_vegleges_KGY%20elfogadott.pdf
13. Budapest Környezeti Állapotértékelése (2023). Letöltés dátuma: 2024. 09. 30. forrás: https://archiv.budapest.hu/Documents/BKAE/2023/15_BK%C3%81%C3%89-2023_I-5-Klima.pdf
14. BuGG-Marktreport Gebäudegrün 2023, Letöltés dátuma: 2024. 10. 20. forrás: https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-fachinfos/Marktreport/BuGG-Marktreport_Gebaeudegruen_2023_komp.pdf
15. Catalano, C. – Brenneisen, S. – Baumann, N. – Guarino, R. (2016): Extensive green roofs: biodiversity at high levels. DOI: [10.13140/RG.2.2.12938.18888](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12938.18888)
16. Ciacci, C., Banti N., Di Naso, V., Bazzocchi, F. (2023): Green strategies for improving urban microclimate and air quality: A case study of an Italian industrial district and facility. Building and Environment (244), DOI: [10.1016/j.buildenv.2023.110762](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110762)
17. Csabina P. (2023): Csomópontok a zöldsztetőn (előadás), Zöld Épületszerkezetek 2.0. konferencia, Budapest, 2023. október 18. forrás: https://www.youtube.com/watch?v=NT7xHw_4PCY&t=3916s – 3:03:30–3:20:20
18. Csete L., Faragó T., Führer E., Harkányi K., Harnos Zs., Ijjas I., Jolánkai M., Kovács M., Ligetvári F., Major Gy., Schweitzer F., Szász G., Szirmai V., Veisz O., Vida G. (2006): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok* – KvVM – MTA „VAHAVA” projekt összefoglalása. REAL – MTA Könyvtár Repozitóriuma. Letöltés dátuma: 2023. 11. 21. forrás: http://real.mtak.hu/103152/1/2006-Klima_Vahava-MTA-KvM.pdf
19. Csóka G. (2023): 25-ször több hőség is lehet Budapesten a század végére, kritikus fontosságú a zöldfelületek óvása és kiterjesztése. Letöltés dátuma: 2023. 11. 25. forrás: <https://masfelfok.hu/2023/07/18/hosegnap-hohullam-budapest-klimavaltozas-varosi-hosziget-zoldfeluletek-fak/>
20. Dezsényi P. (2021): Zöldsztetők jelene és jövője (előadás), Hungarogreen 2021 Szakmai Napok, Budapest, 2021. szeptember 7–8. Letöltés dátuma: 2024. 10. 10. forrás: <https://www.disz kerteszek.hu/szakmai-napok-eloadasai/>
21. Diadem geotextíliák. Letöltés dátuma: 2024. 09. 17. forrás: <https://zoldteto.hu/diadem-geotextiliak/>

22. Gaochuan, Z., Bao-Jie, H., Zongzhou, Z., Dewancker, B. J. (2019): Impact of Morphological Characteristics of Green Roofs on Pedestrian Cooling in Subtropical Climates. International Journal of Environmental Research and Public Health (16) DOI: [10.3390/ijerph16020179](https://doi.org/10.3390/ijerph16020179)
23. Gerzson L. (2004): A klímaváltozás várható hatásai a zöldtetők növényzetének összetételére. In: Csete L. (szerk.): „Agro-21” Füzetek – Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. Budapest: „Agro-21” Kutatási Programiroda, p. 126–128.
24. Getter, K. L., Rowe, D. B. (2008): *Selecting Plants for Extensive Green Roofs in the United States*. Michigan State University. Letöltés dátuma: 2024. 10. 20. forrás: https://www.canr.msu.edu/resources/selecting_plants_for_extensive_green_roofs_in_the_united_states_e3047
25. Grau, Kremer, Mösel, Rambold, Triebel (1998): *Füvek*. Budapest: Magyar Könyvklub.
26. Hidy I., Gerzson L., Prekuta J. (2011): *A zöldtető*. Budapest: TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.
27. Hidy I., Prekuta J., Varga G. (1995): *Flóratetők*. Budapest: proNatur Kft.
28. Horváth S. (2023): Egy közös zöld gondolat (előadás), Zöld Épületszerkezetek 2.0. konferencia, Budapest, 2023. október 18. forrás: https://www.youtube.com/watch?v=NT7xHw_4PCY&t=3916s, 21:30 – 35:35
29. Horváthné Pintér J. (szerk.) (2023): *Zöldtetők tervezési és kivitelezési irányelvei*. Budapest: ÉMSZ.
30. Innovációs és Technológiai Minisztérium (2018): *Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia*. Magyar Közlöny honlapja. Letöltés ideje: 2023. 11. 21. forrás: https://magyarkozlony.hu/hivatalos-lapok/07dd2665e1acab30155638c4ab0c4d138958fb05/dokumentumok?fbclid=IwAR092zkrWEc3tmQXTKmm_ILrp3xUlwm8r9C5fZbhN3_v95rgcaYyAhaMM0Q
31. Jim, C.Y. (2017): Green roof evolution through exemplars: Germinal prototypes to modern variants. Sustainable Cities and Society (35), p. 69–82. DOI: [10.1016/j.scs.2017.08.001](https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.08.001)
32. Király G. (szerk.) (2009): *Új magyar fűvészkönyv*. Jósvafő: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság.
33. Kolb, W. (1987): *Grün auf kleinen Dächern*. München: BLV Verlagsgesellschaft.
34. Kolb, W. (2019): *Zöldtetők*. Budapest: CSER Kiadó.

35. Kropog E., Mándics D., Molnár K. (2002): *Erdők, mezők virágai*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
36. Krupka, B. (1992): *Dachbegrünung – Pflanzen- und Vegetationsanwendung an Bauwerken*. Stuttgart: Ulmer.
37. Liu, W., Qian Y., Yao, L., Feng, Q., Engel, B. A., Chen, W., Yu, T. (2022): Identifying city-scale potential and priority areas for retrofitting green roofs and assessing their runoff reduction effectiveness in urban functional zones. *Journal of Cleaner Production* (332).
38. Magkeverékek zöldtetőre. Letöltés dátuma: 2024. 10. 28. forrás:
<https://greenroof.hu/noveny>
39. Megyesi É. (2023): Magyar biodiverz magkeverékek. *Kertészet és Szőlészet*, 12. sz., p. 23–25.
40. Minke, G. (2009): *Zöldtetők*. Budapest: CSER Kiadó.
41. Missouri Botanical Garden. Letöltés dátuma: 2024. 10. 28. forrás:
<https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=439714&isprofile=0&>
42. Pál J. (2005): *Növényekkel borított épületek*. Budapest, Levegő Munkacsoport.
43. Penksza K. (szerk.) (2001): *A hajtásos növények ismerete*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó Rt.
44. Podhajská, Z. (1991): *Európa vadvirágai*. Pozsony: Madách.
45. Radó Dezső Terv (2021): Budapest Zöldinfrastruktúra Fejlesztési és Fenntartási Akcióterve. Letöltés dátuma: 2024. 10. 15. forrás:
https://archiv.budapest.hu/Documents/Rado_Dezso_Terv_2021.pdf
46. Rice, G. (ed.) (2006): *Encyclopedia of Perennials*. London: Dorling Kindersley Ltd., 50. p.
47. Schmidt, G. (szerk.) (2019): *Évelő növények ismerete, termesztése, felhasználása – egyetemi jegyzet*. Budapest: Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar.
48. Schmidt S. (2008): Untersuchungen zur Pflanzenverwendung in schattigen Lagen. *Tagungsband 6. Internationales FBB – Gründachsymposium 2008*, p. 21–28.
49. Simon T. (1992): *A magyarországi edényes flóra határozója*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

50. Sproul, J., Wan, M. P., Mandel, B. H., Rosenfeld, A. H. (2014): Economic comparison of white, green, and black flat roofs in the United States. *Energy and Buildings* (71), p. 20-27. DOI: [10.1016/j.enbuild.2013.11.058](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.058)
51. Sulyok M. (1983): *Virágos ablakok, erkélyek és tetőkertek*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
52. Szabó L. (2009): *A zöldtetőépítés hazai kilátásainak vizsgálata Budapest példáján*. [szakdolgozat] Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem Tájépítészeti Kar Kert- és Szabadtertervezési Tanszék.
53. V. Horn V. (2023): Városi lakókörnyezet javítása zöldszerkezetekkel 1. LÉGKÖR folyóirat (68), p. 131–137. DOI: [10.56474/legkor.2023.3.3](https://doi.org/10.56474/legkor.2023.3.3)
54. Walbridge, S., Wills, K. (2016): The green roof: a worthwhile investment. Letöltés dátuma: 2024. 09. 30. forrás: https://www.canr.msu.edu/news/the_green_roof_a_worthwhile_investment
55. Wilkinson, S., Castiglia Feitosa, R. (2016): Technical and Engineering Issues in Green Roof Retrofit. In: *Green Roof Retrofit: Building Urban Resilience*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., p. 14–36.
56. Zéosz (2013): Zöldtető és zöldfal szakmai alapfogalmak. Letöltés dátuma: 2023. 12. 10. forrás: <https://zeosz.hu/alapfogalmak/>
57. ZinCo (2023): Planning Guide, Systems for Pitched Green Roofs. Letöltés dátuma: 2024. 09. 17. forrás: https://zinco-greenroof.com/sites/default/files/2023-08/ZinCo_Pitched_Green_Roofs.pdf
58. 1997. évi 253. (XII. 20.) kormányrendelet. Letöltés dátuma: 2023. 11. 25. forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700253.kor>

Interjú:

Bodor István – Csik Katalin: Az IKEA zöldtetőjének fenntartása. Budapest, 2024.03.25.

TÁBLÁZAT- ÉS ÁBRAJEGYZÉK

1. táblázat: Anyagok tetőfelületi hőmérsékletének maximális értékei (Forrás: Hidy et al., 1995 nyomán)	8
2. táblázat: Az egybefüggő, legalább 10 m ² -t elérő területű tetőterek beszámítása a zöldfelületbe. 5. számú melléklet a 253/1997. (XII. 20.) Kormányrendeletre (Forrás: 1997. évi 253. (XII. 20.) Korm. rendelet)	12
3. táblázat: A vizsgált területen meghatározott fajok tetőre kerülésének lehetséges módja a 2021-es felmérés alapján (saját készítésű táblázat)	38
4. táblázat: A vizsgált területen meghatározott fajok díszítő értéke hónapokra lebontva (saját készítésű ábra).....	40
1. ábra: A városi hősziget nappali és éjszakai keresztmetszete a léghőmérséklet és a felszínhőmérséklet alapján (Forrás: Bartholy et al., 2013)	6
2. ábra: A nappali hűtési mechanizmus sematikus ábrázolása egy hagyományos (1.), egy extenzív (2.) és egy intenzív (3.) zöldtető esetében Gaochuan et al. nyomán (Forrás: Gaochuan et al., 2019)	6
3. ábra: Egy zöldtető és egy hagyományos lapostető közötti különbség hőkamerás felvételen	7
4. ábra: A városi zöldinfrastruktúra rendszere (Hidy et al., 2011).....	10
5. ábra: Budapest zöldfelületeinek aránya – a XIV. kerületben, ahol a szakdolgozatban szereplő IKEA is található, 24,6 százalék a zöldfelületek aránya (saját kiegészítéssel, forrás: Csóka, 2023)	11
6. ábra: A zöldtető rétegrendje a DIADEM® ábráján (Saját szerkesztéssel, forrás: Diadem geotextíliák, 2020).....	15
7. ábra: A budapesti Örs vezér téri IKEA felülnézete (Forrás: Google Maps, 2024.)	22
8. ábra: A vizsgálatra kiválasztott mintaterület (Forrás: saját fotó, 2024.04.15.)	23
9. ábra: Pirossal jelölve a vizsgált terület elhelyezkedése a zöldtetőn (Forrás: Google Maps, 2024.).....	24
10. ábra: A vizsgálatra kiválasztott mintaterület keleti határa (Forrás: saját fotó, 2024.04.15.)	24
11. ábra: Ültetőközege vastagsága a vizsgált területen (Forrás: saját fotó, 2024.10.15.)	25
12. ábra: Ültetőközege vastagsága a kontrollakna körül (Forrás: saját fotó, 2024.10.15.).....	25
13. ábra: A kontrollakna körüli Sedum album tavaszi és őszi színei. A bal oldali fotót áprilisban, a jobb oldalt októberben készítettem (Forrás: saját fotó, 2024.04.22. és 10.15.)	31
14. ábra: A Petrosedum rupestre jól kivehető szürkészöld lombja a vizsgált területen (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.04.22.)	32
15. ábra: Petrosedum rupestre virágzása (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.06.18.)	32
16. ábra: Phedimus kamtschaticus őszi lombszínéződése (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.10.29.)	33
17. ábra: A taposott utat borított növényzet változása júniustól októberig. A jobboldali képeken látható fajok júniustól októberig: Setaria viridis, Portulaca oleracea, majd a Portulaca oleracea-t szinte teljesen beborító őszi gypsosnyeg (Forrás: saját készítés	34
18. ábra: A vizsgált területen az általam meghatározott fajok száma növénycsaládonként (saját készítésű ábra).....	36

19. ábra: A vetett és a spontán megjelent növényfajok aránya a vizsgált területen (16 m ²) (saját készítésű ábra).....	37
20. ábra: A vetett és a spontán megjelent növényfajok aránya a teljes tető területén.....	37
21. ábra: A vizsgált területen meghatározott fajok tetőre kerülésének lehetséges módjai, a 2021-es felmérés nyomán (saját készítésű ábra).....	38
22. ábra: Fajok becsült gyakorisága a vizsgált területen (saját készítésű ábra)	39
23. ábra: Repedések a közeg felszínén a száraz időszakban (Forrás: saját készítésű fotó, 2024.08.29.)	40
24. ábra: Ailanthus altissima termése a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.10.15.)	41
25. ábra: Ulmus sp. termése a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.04.22.).....	41
26. ábra: Tilia sp. termése a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.04.22.)	42
27. ábra: Medicago minima termései a vizsgált területen (saját készítésű fotó, 2024.10.15.)	42

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Csik Katalin
A Hallgató Neptun kódja: EHA5OT
A dolgozat címe: Az IKEA extenzív, biodiverz zöldtető
növényállományának vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti
Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024. október 31.



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Csik Katalin (hallgató Neptun azonosítója: EHA5OT) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Budapest, 2024. október 30.



dr. Kohut Ildikó
belső konzulens