

**SZAKDOLGOZAT**

Ludvigh Bertalan

Ludvigh Bertalan

2023

**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**  
**TÁJÉPÍTÉSZETI, TELEPÜLÉSTERVEZÉSI ÉS DÍSZKERTÉSZETI INTÉZET**  
**BUDAPEST**

**Meglévő városi fák gyökérélettér -javításának lehetőségei, különös tekintettel a Stockholm-módszerre**

**Ludvigh Bertalan**

**Favizsgáló és Faápoló szakmérnök**

**Készült a Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken**

**Közreműködő tanszék(ek): \_\_\_\_\_**

**Tanszéki konzulens: Sütöriné dr. Diószegi Magdolna**

**Konzulens(ek): Nagy Pál**

**Bírálok: \_\_\_\_\_**

**Budapest, 2023**

\_\_\_\_\_  
**tanszékvezető/szakirányfelelős**

\_\_\_\_\_  
**konzulens**

## Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzések .....	4
2. Irodalmi áttekintés .....	5
3. Anyag és módszer .....	6
4. Eredmények és értékelésük .....	7
4.1. A városi fák élőhelyének jellemzői, a városi fák helyzete .....	7
4.1.1. A városi klíma jellemzői .....	7
<i>Városi levegő</i> .....	7
<i>Városi csapadékeloszlás</i> .....	7
<i>Városi hőszigetelés</i> .....	8
4.1.2. Mechanikai tényezők .....	8
<i>Talajtömörödés</i> .....	8
<i>Gyökérsérülések</i> .....	10
<i>A Törzs sérülései</i> .....	11
<i>A Lombkorona sérülései</i> .....	11
4.1.3. Egyéb városi körülmények.....	11
<i>Az utak szózása</i> .....	12
<i>Kutyák kártétele</i> .....	12
4.2. A gyökérélettér javításának lehetőségei .....	13
4.2.1. A burkolat kezelése .....	13
4.2.2. Talajjavítás.....	13
<i>Talajöblítés</i> .....	14
<i>Talajszellőztetés</i> .....	14
<i>Talajszellőztetés fűrt lyukakkal</i> .....	14
<i>Talajszellőztetés növényekkel</i> .....	15
<i>Talajszellőztető berendezések</i> .....	15
4.2.3. Tápanyag-utánpótlás .....	16
<i>A tápanyagok adagolása</i> .....	17
<i>Tápanyagpótlás módszerei</i> .....	18
<i>A tápanyagok talajfelszínre szórása</i> .....	18

<i>Tápanyagutakkal történő tápanyagutánpótlás</i> .....	18
<i>Vizes, öntözéses tápoldatozás</i> .....	19
<i>Egyéb tápanyag-utánpótlási lehetőségek</i> .....	19
<i>Bioszén</i> .....	19
4.2.4. <i>A fák öntözése</i> .....	20
<i>Öntözési technológiák</i> .....	20
4.2.5. <i>Talajcsere</i> .....	21
<i>A talajcsere módszerei</i> .....	21
4.2.6. <i>A gyökérélettér javításának műszaki megoldásai</i> .....	22
<i>Függesztett burkolatok</i> .....	22
<i>A Stockholm Faültetési Rendszer</i> .....	22
<i>A Stockholm Faültetési Rendszer kialakításának technológiája</i> .....	23
<i>SFR irányzatok</i> .....	24
<i>Meglévő fák stockholmosítása</i> .....	25
<i>Hazai példa a meglévő fák stockholmosítására</i> .....	28
5. <i>Következtetések és javaslatok</i> .....	30
5.1. <i>A Stockholm Faültetési Rendszer értékelése</i> .....	31
5.1.1. <i>A SFR Stockholm Faültetési Rendszer előnyei</i> .....	31
5.1.2. <i>A Stockholm Faültetési Rendszer korlátai</i> .....	31
5.1.3. <i>A bioszén és a termőföldet alkalmazó faültetési technológiai irányzat értékelése</i> .....	32
5.2. <i>Javaslatok meglévő fák stockholmosításának érdekében</i> .....	32
5.2.1. <i>Betartandó alapszabályok a stockholmosítás érdekében</i> .....	33
5.2.2. <i>A stockholmosítást megelőző favizsgálatok javaslata</i> .....	34
5.2.3. <i>A stockholmosítás javasolható kivitelezési munkaelőírásai</i> .....	34
5.2.4. <i>A stockholmosítás javasolható utómunkái, fenntartási munkái</i> .....	35
6. <i>Összefoglalás</i> .....	36
7. <i>Köszönetnyilvánítás</i> .....	38
8. <i>Irodalomjegyzék:</i> .....	39
<i>Ábrajegyzék</i> .....	41

## 1. Bevezetés és célkitűzések

A városban a fák a normál körülményekhez képest folyamatosan rosszabb, nehezebb és megterhelőbb környezeti viszonyok közé szorulnak. Ez napjainkban egyre romlik, a negatív behatások tovább fokozódnak. Ezzel párhuzamosan azonban mindennél nagyobb a fák szerepe az élhető városi környezet megteremtésében. Egyre többen költöznek városokba, ahol fokozódó környezeti és természeti kihívásokkal kell mind az embereknek, mind a fáknak megküzdenie. Ennek eredményeképpen egyre nagyobb figyelmet fordít a szakma a fák jobb életkörülményeinek megteremtésére, újabb és újabb technológiák kerülnek előtérbe. Az irányelvek változnak, ugyanakkor továbbra is lépéshátrányban vagyunk. A városi fák csak annyira tudnak fejlődni, egészségesen növekedni, és szerepüket betölteni, amennyire életkörülményeik engedik, kezdve ezt a föld alatti, gyökérélettér minőségével, hiszen minden a gyökérszintnél kezdődik.

Jelenleg szűk és sivár, tápanyagban, vízben és oxigénben szegény gyökértér jellemzi az általánosan elfogadott, jogszabályban meghatározott faültetési gyakorlatot. Új ültetésű fák esetében valamivel egyszerűbb a helyzet, tekintve, hogy az alapoktól kezdődik az életterük kialakítása, az új irányelvek, szabványok pedig sokat javultak. Ugyanakkor a fák idődimenziója kiemelten fontos szempont. Ideális esetben is több 10 év, mire eléri a legtöbb és legmagasabb minőségű ökológiai szolgáltatást nyújtó méretüket. Így különös figyelmet kell fordítani a már meglévő fák életkörülményeinek javítására, mert egy koros fa kiemelkedő értéket képvisel.

Célom, hogy felkutassam és bemutassam a jelenlegi hazai és nemzetközi irányelveket, technológiákat, amelyek javítják a meglévő fák gyökérélettérének a minőségét és ezzel a fák vitalitását. A technológiákat áttanulmányozom, értékelem, kifejezetten azokra a részekre koncentrálva, melyek meglévő, burkolt felületen is alkalmazhatóak. Szakdolgozatom jelentős részében pedig egy adott technológiára helyezem a figyelmemet, mégpedig a Stockholm Faültetési Rendszerre (továbbiakban SFR), mint összetett, meglévő fák esetében is alkalmazható műszaki megoldásra. Feltételezem, hogy ez sem olyan módszer, amely minden területen alkalmazható, de nem is az a célom, hogy mindenhol ennek alkalmazását erőltessem, hanem egy összképet kapjunk, mikor, milyen esetben és feltételek mellett érdemes és kifizetendő alkalmazni.

## 2. Irodalmi áttekintés

Céлом minél több hazai és külföldi szakirodalom, kutatás és forrás felkutatása a minél jobban megalapozott következtetés levonása érdekében. Ahogy a szakdolgozatom felépítését, az irodalmi áttekintést is a nagyobb léptéktől a kisebb felé tekintem át, végén a kifejezetten egyes módszerekre vonatkozó anyagokat vonultatom fel. Szeretnék tágabb értelemben az alapvető városi környezet okozta nehézségekről írni, helyzetértékelést végezni, majd a fák közvetlen környezetével, a fahelyekkel, valamint nagyon fontos részlettel a talajjal, talajösszetétellel foglalkozni, az arra vonatkozó forrásokat, szakirodalmakat áttekinteni és értékelni. Ezek után számba veszem az egyes módszereket, irányelveket, az ezekre vonatkozó értekezéseket. Végül a meglévő fák gyökéréletterének javítására irányulva végzek irodalmi kutatást, a témakörben rendelkezésemre álló szakirodalmi írások feldolgozása után.

Ahogy Ongjerth Richárd és szerzőtársai is egy átfogó tanulmányban leírták, a városi fák helyzete meglehetősen nehéz, közel sem ideális, a megváltozott klimatikus és környezeti viszonyok miatt egyaránt (Ongjerth és mts., 2011). Budapest főtájépítésének, Bardóczy Sándornak szavaival élve „a városi környezet kényszermunkatábor a fáknek”. Lukács Zoltán szerint a természetes életfeltételekhez hasonló körülmények szükségesek, anélkül a kedvezőtlen életterük miatt nem tudnak jól alkalmazkodni, csak szenvednek. A jelenlegi szabályozásban a 346/2008. (XII. 30.) Korm. rendelet a fás szárú növények védelméről csak annyit ír elő, hogy a fáknek mindössze 2,25 m<sup>2</sup> szabadfelületet kell biztosítani, de az ültetőgödör méretét nem határozza meg. Ugyan az MSZ 12172:2019 szabvány nagyméretű fák esetében már 8 m<sup>3</sup> minimális ültetőgödört ír elő teljes talajcserével, ez a szabályozást tekintve csak szakmai ajánlás, nem kötelezően betartandó, így sok esetben ez nem valósul meg. A már meglévő, korábban ültetett, koros fák esetében pedig semmilyen kötelezettség, de nagyon ajánlás sincs a rendszeres vagy időszakos állapotjavításra. Ennek okán újabb és újabb technológiák kerülnek kidolgozásra. Ezt a problémát ismerték fel Stockholmban is, ahol Björn Embrén és csapata a természetnek a mesterséges környezethez való alkalmazásából merített ihletet, miután ráébredtek, hogy Stockholmban minden harmadik fa közel áll a kipusztuláshoz, ahogyan azt a 2009-ben publikált „Planting Beds in the City of Stockholm” c. kézikönyvben is említi. Ugyan itt részletesen mutatja be az úgynevezett Stockholm Faültetési Rendszert, mint a fák helyzetén javító egyik lehetséges faültetési módszert. Stefan Schmidt, az osztrák Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau und Österreichische Bundesgärten - HBLFA - szervezet tájépítésmérnöke és kollégái a „Schwammstadt” - magyarul szivacsváros – projekt keretében elkezdték átvinni, a helyi adottságokra adaptálva azt. Schmidt szóbeli adatközlése alapján a fáknek csak úgy van esélye, ha megfelelő minőségű és méretű gyökéréletteret alakítunk ki. Lukács Zoltán és Szaller Vilmos szakelőadásai is igazolják, miszerint a fa gyökéréletterének állapot alapvetően határozza meg a fa vitalitását, ha az egészséges és jó körülmények között fejlődhet, a fa is az lesz (Lukács és Szaller, szóbeli közlés, 2022).

### 3. Anyag és módszer

Módszertanom első és legjelentősebb része a források felkutatása, főként nemzetközi, valamint a hazai elméleti és gyakorlati példák számbavétele. Elsősorban a sűrűn burkolt, belvárosi környezetben nevelt, tereken, utak mentén ültetett és élő fák helyzetével fogok foglalkozni, hiszen ezek azok a viszonyok, ahol a legnagyobb mértékben érik negatív behatások a fákat. Így elsőként a városi fák helyzetét tárom fel, majd a gyökéréletterük javításának lehetőségeit veszem végig már meglévő irodalmak alapján. Egyúttal értékelem is őket, hogy melyik alkalmas, és milyen módon a burkolt területű fák esetében is. Hazai források közül több más mellett főként Lukács Zoltán Faápolás című könyvét (Lukács, 2020), a Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatal által kiadott Zöldinfrastruktúra Füzetek sorozatának 3. (Csizmadia, 2013), a 4. (Bardóczi és mts., 2018) és a 6. (Stefanics és mts., 2021) kötetét veszem alapul, valamint olyan neves szakemberek tanításaiból dolgozok többek között, mint Lukács Zoltán és Szaller Vilmos (Faápoló és Favizsgáló Szakmérnöki képzés, 2022; Díszkertész Szakmai Napok 2022), valamint Bardóczi Sándor. Nemzetközi források közül Björn Embrén által kiadott gyakorlati útmutatók (Embrén, 2009; 2016), valamint az osztrák HBLFA szervezet szakembereinek. Stefan Schmidt és Erwin Mürer előadásai, szakanyagai és szóbeli adatközlései (Díszkertész Szakmai Napok 2022; szóbeli közlések, 2022) adják kutatásom gerincét.

Végeredményként a meglévő fák életfeltétel javításának lehetőségeire térek ki, ezen belül is főként a Stockholmosítás módszertanának kidolgozásához teszek javaslatokat. Jelenleg Magyarországon még nem elterjedt, viszont egyre több gyakorlati példa valósul meg. Ezt a Magyar Faápolók Egyesülete szakembereinek segítségével összeállított *MSZ 12042 Fák védelme építési területen szabvány* és az ebből írt útmutató, az Útmutató a fák védelméről építési területen (Lukács, 2018), a szakképzésen szerzett tudásból, valamint a külföldi gyakorlati példák és a hazai tapasztalatok alapján kívánom elkészíteni.

## 4. Eredmények és értékelésük

E fejezetben források feldolgozásának eredményeit és az azokból levont következtetéseimet fejtem ki. Elsődlegesen a fák városi helyzetét, a rájuk ható különböző környezeti tényezőket tárgyalom, majd az állapot javításuk, kifejezetten a gyökérzetük, gyökéréletterük javításának lehetőségeit veszem számba.

### 4.1. A városi fák élőhelyének jellemzői, a városi fák helyzete

A városi, azon belül is kiváltképpen a burkolt felületekkel körülvett fák vannak a legnehezebb helyzetben. Az életfeltételek itt a legrosszabbak, pedig jelentőségük itt a legnagyobb, előnyeik, ökológiai hasznosságuk ilyen típusú környezetben emelkedik ki igazán. Jelen fejezetben felkutatom és végig veszem a releváns negatív hatásokat, amelyek a burkolt felületek menti zöldsávokba vagy egyedi fahelyekbe ültetett fákra leginkább hatnak. Egyrészt vannak a városi klímához köthető hatások, mechanikai behatásokhoz kapcsolható hatások, valamint egyéb városi környezetre jellemző körülmények okozta kártételek (Stefanics és mts., 2021).

#### 4.1.1. A városi klíma jellemzői

A nagyvárosok éghajlata egyedi, eltér a környezetüktől, a környező területekre jellemző éghajlati viszonyoktól. Kialakulásának oka a városok nagyarányú burkolt és beépített felületei, az emberi tevékenységekből származó hőhatások, valamint a zöldfelületek hiánya, alacsony aránya (Ongjerth és mts., 2011). Ahogyan kialakulásának okai, úgy hatásai is sokrétűek. Sokszor igen szélsőségesek is tudnak lenni, amit a zöldfelületeknek, növényzetnek, így a fáknek is szintén el kell viselni (Stefanics és mts., 2021).

#### Városi levegő

Napjaink egyik legközismertebb városi problémája a szennyezett levegő, szálló por, ami az emberi egészségre közvetve is igen káros. A nagyarányú motorizált közlekedés, épületek fűtéséből adódó melléktermék, tehát az emberi tevékenységek, valamint a sűrű beépítettség okozta átszellőzés hiánya nagy mértékben felelős a problémáért. A falevelek sztómáinak eltömítésével megnehezíti a légzést, valamint a káros anyagokat juttat a növénybe, melyek mérgező hatást gyakorolnak rá. A különböző fajok és fajták eltérő módon reagálnak ezekre. Alapvetően elmondható, hogy a lombhullatók – az évenkénti lombcsere miatt – jobban viselik, mint örökzöld társaik (Schmidt, 2003).

Másik jelentős probléma a városi szél. Az épített környezet következtében megváltozik a szél, valamint a levegőáramlás természetes iránya, módja. Alapvetően csökken az átszellőzöttség mértéke. Ezzel párhuzamosan azonban szélcsatornák, ventilációs folyósók, helyi forgószелеk jönnek létre, melyek nem megfelelő tervezés mellett komoly veszélyt jelentenek a fákra nézve. A mechanikai sérülések mellett télen növelik a fagyveszélyt, nyáron pedig a kiszáradás kockázatát (Stefanics és mts., 2021.)

#### Városi csapadékeloszlás

A városi környezet sajátosságai miatt extrém vízháztartási és vízkörforgási tényezőkkel kell szembenéznie a fáknek, a helyzetükön a kisméretű és sokszor burkolt, vagy jelentősen letaposott, tömörödött szabadfelszíni



fahelyek sem segítenek. A nagyvárosokban a csapadékvíz mennyisége szélsőségesé vált. Aszályok és villámárvizek váltogatják egymást. Hol túl sok a csapadék okozta pangóvíz, hol pedig a szárazság nehezíti a fák életkörülményeit. A burkolt területen lévő fásori fák és köztéren lévő fák folyamatosan szomjaznak. Míg természetes környezetben a csapadék fele beszívárog a talajba, városi környezetben csupán nagyjából 10% jut el a gyökerekig (Csizmadia, 2018), a maradék elpárolog és elfolyik, a körbeburkolt fahelyek estében pedig gyakran még annyi sem. Az idősebb fák már mind a mélyebben meghúzódó talajvizekből, csapadék- és szennyvízcsatornákból szívják fel a nedvességet. Budapesten azonban a talajvízszint is pár évtized alatt 4-5 méterrel csökkent a szakemberek szerint (Bardóczy és Szaller, szóbeli közlés, 2022). A 2022. évi rendkívül aszályos nyár jól megmutatta, hogy már nemcsak a fiatal, de a középkorú és idősebb, meglévő fák is vízhiányban szenvednek. A kevesebb csapadék kevesebb párologtatáshoz vezet, amely öngerjesztő folyamatként növeli a légköri aszályt és a hőszigetelést. Ez a rég látott mértékű aszály – amely már koros fák életét is követelte - kiválóan megmutatta a probléma súlyosságát. Az agyagos, keményre tömörödött talaj sokszor – főleg új fák ültetésekor, amikor még az öltetőgödör talaja kellően laza – nem engedi leszivárogni a fához folyó vizet, a folyamat pangó vizet okoz, mely a gyökerek és a fa fulladásához vezethet (Stefanics és mts., 2021).

#### Városi hőszigetelés

A felforrósodott burkolt felületek, valamint épületek, üvegfelületek visszaverik a napsugarakat, extra hőt termelnek. A fák a kevés vízfelvétel miatt kismértékben tudnak párologtatni, a sűrű beépítettség pedig az átszellőzést és a hűtést gátolja. Ennek következtében úgynevezett városi hőszigetek alakulnak ki, a városi környezethez képest is jóval melegebb hőmérsékletű területeket eredményezve. Továbbá segíti kialakulni a légköri aszályt, mely során növények még nehezebb körülmények közé kerülnek. Ez a jelenség is a növények kiszáradásához és lombkárosodáshoz vezethet (Lukács, Szaller közlés, 2022).

#### **4.1.2. Mechanikai tényezők**

Az éghajlat mellett a másik, kifejezetten a városi környezethez köthető károsító tényező–csoport a mechanikai sérülést okozó tevékenységek köre, melyeket minden esetben a városi étellel összekapcsolható gyakorlatok okoznak.

#### Talajtömörödés

Talán a legjelentősebb probléma a talajtömörödés, mivel a talaj a fa alapvető életfeltételeinek lehetőségét, védekezőképességét, immunrendszerét befolyásolja (Lukács, 2020). Ahhoz, hogy javítani tudjunk a gyökérélettéren, ismerni kell a problémákat. A felszínek jelentős burkolása, a folyamatos gépjárműterhelések, a gyalogos közlekedés okán súlyosan tömörödött talajok alakulnak ki a fák gyökérszónájában (1-2. ábra).



1. ábra. A gépjárművek talajtömörítő hatása a budapesti Kléh István utcában (saját fotó, 2022)

Levegőtlen, lecsökkent pórustérrel rendelkező, többnyire nem természetes összetevőjű talajok ezek, ahova a víz sem tud megfelelően beszivárogni. A levegőtlen közegben a talajéletért felelős mikrobiológiai elemek, élőlények nem képesek túlélni, így a talaj élettelené válik (Farsang, 2011). A fa minden fontos tápanyagot a gyökérzetén keresztül vesz fel, amit a tömörödött talajok megakadályoznak. Ennek okán a természetes védekezőképességük is leromlik, így az általános ellenálló képessége is.



2. ábra: A gyökérélettér felszínének túlzott burkolása a budapesti Hollósy Simon utcában (saját fotó, 2023).

Ennek következtében betegségekre hajlamosabbak, valamint a többi nehezítő tényezőt is rosszabbul viselik (Embrén, 2009). Megfelelő gyökérélettér, tápanyag-, levegő- és vízutánpótlás esetén a fák védekezőképessége is erősebb, így minden más veszélyeztető tényezővel, károkozással szemben ellenállóbbá válnak (Lukács, 2020).

### Gyökérsérülések

A gyökérzet az elsődleges és legfontosabb tápanyag felszívó szerv. Emellett a fa statikáját, állékonyságát is biztosítja (Lukács, 2020). Akár egy kisebb sérülés is a fa állapotromlásához, rosszabb esetben pedig a pusztulásához vezethet, nagyobb mértékű, a tartógyökérzetét érő sérülés pedig akár a fa azonnali kidőléséhez is vezethet, ami igen balesetveszélyes, ezért fokozott figyelmet kell rá fordítani. Nehezítő tényező, hogy a gyökérzet esetleges sérülései nem láthatóak, igen nehezen észlelhetőek. Legtöbb és legjelentősebb kárt a fák környezetében végzett földmunkák, kiváltképpen a közművezetékhez kapcsolódó, valamint az építkezési (pl. alapozási) munkálatok okozzák. A fák gyökereit gépekkel, kéziszerszámokkal szakítják el, jobb esetben szakszerűen, készakarva metszik. A szakadás következtében a szállító szövetek nemcsak keresztben, de hosszában is roncsolódnak, valamint az előzőeken túl relatív nagy sebfelületek is keletkeznek, amelyek korokozók, betegségek gócpontjává válhatnak (Bardóczi és mts., 2018; Stefanics és mts., 2021). A gyökérzet károsodásához vezethet a talajsint gyors megváltozása, a feltöltés vagy lehordás. Lehordáskor fizikailag sérülékenyebbé válik a gyökérzet, kevesebb víz és tápanyag felszívására képes és a csökken a talaj általi lesúlyozás mértéke is. A felszínre került gyökérzet pedig védtelenné válik a további mechanikai behatásokkal, például a parkoló autók, az áttaposás és a kutyák által okozott károkkal szemben (3. ábra). A feltöltés nehezíti a víz és levegő gyökerekhez történő lejutását, ekkor a tápanyagfelvétel korlátozottá válik (Lukács, 2020).

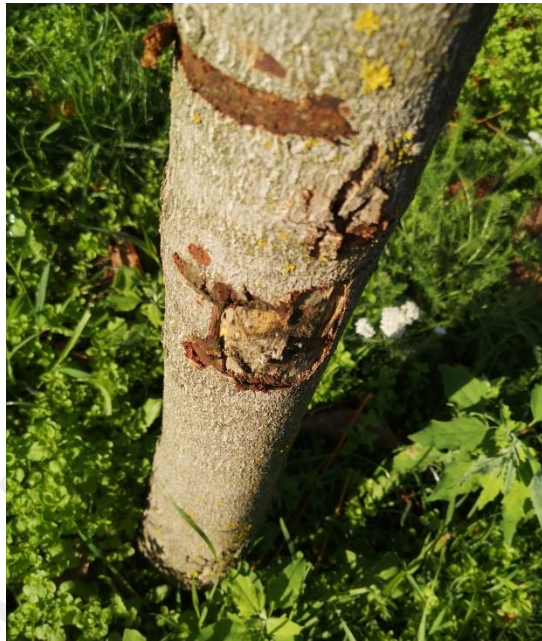


3. ábra. Sérült, felszínre került gyökérzet a budapesti Kiss János altábornagy utcában (saját fotó, 2022).



### A Törzs sérülései

A törzs sérüléseit leggyakrabban a közlekedés, a gépjármű- és kerékpáros forgalom, valamint a nem megfelelő zöldfelület-fenntartás és az építkezések okozzák. A fáknak tolató autók, vagy hozzájuk kötött kerékpárok, a fenntartást végző fűkasza sok esetben okoznak mechanikai sérüléseket (4. ábra). Megsérül a kéreg, súlyosabb esetben a szállító szövetek is. Ezzel egyrészt közvetlenül is kárt szenved a fa, közvetetten pedig a kórokozók számára teremt bejutási lehetőséget a nyílt seb. Súlyosságát tekintve beszélhetünk kéreg-, háncs- vagy fatestsérülésekről (Stefanics és mts., 2021). Kéregsérülés esetén a védekezőképesség romlik, háncssérülés esetén az már a szállító funkcióját sem képes ellátni, a legsúlyosabb sérülés esetén a fatest is sérül már. Ilyenkor a tápanyag- és vízszállítás megszakad a sérülés helyén, mely a fa részeinek pusztulásához vezet (Lukács, 2019). Az új telepítésű fák nagy része ültetés után nem sokkal olyan sérülést szenved, mely a pusztulásához, vagy életének drasztikus rövidüléséhez vezet.



4. ábra. A törzs mechanikai sérülései, kutya kártétel a budapesti Gesztenyész-kertben (saját fotó, 2022).

### A Lombkorona sérülései

A fák lombkoronája leggyakrabban a közlekedés miatt károsul. Közlekedési úrszelvények biztosítása, kresztáblák, közlekedési lámpák, kereszteződések láthatósága, beláthatósága miatt, de egyéb okok, például közművek – villanyvezeték, térfigyelő kamerák, közvilágítás – miatt is folyamatosan, időszakos visszametszésekkel kell a fáknak megbirkózniuk. Az így keletkezett sebek és a természetellenes koronaforma folyamatos egészségügyi kockázatot is jelentenek.

#### **4.1.3. Egyéb városi körülmények**

A városi környezetben új keletű problémákkal is találkozhatunk, mint az utak sózása, vagy a kutyák vizeletéből származó károsító tényezők.

### Az utak sózása

A téli időszak biztonságos közlekedésének megteremtése, a síkosságmentesítés minden településen és közúton kötelező. Ezt leggyakrabban nátrium-klorid és homok keverékével biztosítják. Hatékony eszköz a téli síkosságmentesítéshez, azonban a legtoxikusabb sóvegyület. Káros a környezetre, kiváltképpen a zöld környezetre, de az épületekre, fémekre, gépjárművek alvázára, emberi ruházatra és a háziállatok talpára is. A növényzet esetében kifejezetten az útmenti zóldsávok, fasorok vannak kitéve a „sózásnak”. A 346/2008 (XII.30.) rendelet ugyan kimondja, hogy az úttest kivételével nem használható olyan anyag, ami károsítaná a zöldfelületeket, az úttestről kifröccsenő csapadék, hólé beszivároghva eléri a fa gyökéréletterét is (Internet 04). Sok esetben munkaszervezés miatt előre sóznak, így az is előfordul, hogy végül fölöslegesen, mert a várt fagy, hóesés végül elmarad. A beszivárgó sós csapadék megnöveli a talaj sótartalmát, aminek következményeként a fa nem tud kellő mennyiségű vizet felvenni. Mivel télen csekély a vízfelvétel, csak a növekedési időszakban – amikor megnövekszik a vízfelvétel mértéke is - jelentkeznek a só károsító tünetei. A lombfelület a visszazáradt levelek miatt elkezdi csökkenni. A bejutott só ráadásul utánpótlás nélkül is több évig a rendszerben marad (Urban, 2010). A sóoldatot felveszik a szállítóedények, majd a levelekig jut, ahol elraktározódva korai lombhullást okoz. A levelek lebomlásával a só újra bekerül a talajba, ahol újra felveszi a fa. Ez így ismétlődik a növény pusztulásáig (Herr, 2019). A só közvetlen a lombra, rügyekre kerülve is károsítja a fákat, mivel a gépjárműforgalom felkavarja és elporlasztja a sós levelet.

### Kutyák kártétele

A kutyák és a kutyatartók száma az elmúlt években jelentősen megnőtt. Az egyik legnagyobb, kutyákkal foglalkozó alapítvány által közölt 2018-as kutatás szerint a fővárosban élők 20-25% tart kutyát (Internet 05). Az Állatorvostudományi Egyetem kutatása alapján 2018-ban a magyar lakosság 36% százaléka tartott kutyát, 2021-ben pedig már 50% feletti volt ez az arány (Internet 11). A kutyatartási trendet a koronavírus tovább erősítette. Azonban az ilyen mértékben megszorított kutyák számával nem tudott lépést tartani a zöldfelületek száma és minősége. A több kutya több kárt is okoz.

A legjelentősebb kárt a kutyavizelet okozza, kiváltképpen a burkolt területek, útmenti fák esetében, ahol koncentráltan jelentkezik. A kutyavizelet erősen maró hatású a magas nitrogéntartalma miatt, mely a növény kiégetéséhez vezet. A hajszálgökök elpusztulnak, így a tápanyag- és a vízfelvétel csökken, vagy teljesen meg is szűnhet, a fa halálát okozva ezzel. Egyes frekvencián elhelyezett kísérleti mérésekből kiderül, hogy éves szinten 10 liter vizelet kerülhet a fákhöz (Balder, 1998). Szaller (2021) szóbeli közlése alapján egy Drezdában végzett kísérlet során 27 litert is mértek egyes kereszteződéseknél lévő fák esetében. Ez főként a fiatal fákra jelent veszélyt, mivel a felszívó hajszálgökök a fa tövéhez közel helyezkednek el (Internet 06).

Megemlíthetők a kutyák által okozott mechanikai sérülések is. A kaparás, gödörásás következményeként sok esetben felszínre kerülnek a gyökerek, vagy el is szakadnak. Rágással szintén a felszínre került gyökereket, valamint a törzset károsítják (4. ábra), a kutyák általi taposás pedig tömöríti a talajt (Balder, 1998).

## 4.2. A gyökéreltér javításának lehetőségei

Ahogy az előző alfejezetekben végigvett települési környezeti adottságok alapján jól látszik, a városi fák helyzete közel sem mondható ideálisnak, de még megfelelőnek sem. A fáknek helyben kell megteremteni a megfelelő életkörülményeket, ugyan valamelyest van „mozgásterük” – gyökereik gyorsan, messzire tudnak nyúlni a tápanyag, víz irányába – de helyváltoztatásra nem képesek, rossz körülmények között nem tudnak odébb állni (Lukács, 2020). Egy fa életműveltségnek javítására manapság számtalan módszer, technológia áll rendelkezésre, az egészen egyszerű, olcsó módszerektől egészen a már építészeti megoldásokat, komplex tervezést igénylő és költségesebb megoldásokig. Meg kell különböztetnünk új ültetésű fák esetében használható, valamint meglévő fák esetében használható technológiákat. Meglévő fák gyökérszónájához nyúlni mindig nagy felelősség, beállt rendszerhez nyúlunk, nagy odafigyelést és körültekintést igényel kiváltképpen, ha burkolt területről van szó, azonban a fák meghálálják azt. A dolgozatomban kifejezetten a már meglévő fák lehetőségeit veszem számba. E fejezetben forráskutatás nyomán áttekintem a gyökérszóna életfeltételeinek, a gyökéreltér javításainak lehetőségeit, szakdolgozatom témájából adódóan a burkolt környezetben alkalmazható technológiákra kihegyezve.

### 4.2.1. A burkolat kezelése

A gyökéreltér javítása érdekében a legtöbb esetben kikerülhetetlen, nulladik lépésként minden javító beavatkozás esetében burkolat-feltöréssel, -felszedéssel kell számolni. Ez plusz feladatot és költségeket jelent, enélkül azonban valódi változás nem indikálható ilyen környezetben. A burkolat választóréteggé funkcionál, mely a csapadékot, a tápanyagokat és a levegőt is elzárja a fák gyökérszónájától. Ennél fogva egyik legfőbb javítási lehetőség a gyökéreltérre nézve a burkolat feltörése, valamint a burkolat cseréje víz- és légáteresztő típusra. Beszélhetünk ideiglenes feltörésről, amikor a talaj javítása (tápanyagdúsítás, talajcsere), műszaki gyökérjavító megoldások alkalmazása (pl. Stockholm Rendszer utólagos beépítése, függesztett burkolat kialakítása) idejére eltávolítják, majd funkcionális okok miatt visszaépítik azt. Ilyen eljárás történt például a Blaha Lujza téren, ahol ráadásul áteresztő burkolatra is cserélték a fák környezetét. Más esetben a fahely szabad felszínének bővítése okán kerül feltörésre a burkolat, ami aztán nem is kerül visszaburkolásra. Költségvonzata kisebb, azonban térhasználati okok miatt ennek gyakorta korlátozottabbak a lehetőségei. Erre jó példa II. kerület Margit-körúti szakasza (Bardóczi, szóbeli közlés, 2022)

A burkolatfeltörés és burkolatcsere önmagában a legnagyobb változást indikáló és gyakorlatilag elengedhetetlen része a burkolt környezetben lévő, meglévő fák gyökértér javításának, ezzel együtt költségvonzata is magas. Legcélravezetőbb, ha a burkolatcsere, burkolatfeltörés együtt jár a következőkben részletezett egyéb technológiákkal is.

### 4.2.2. Talajjavítás

A fák telepítésükkor jó esetben nagyméretű és jó talajú ültetőgödörbe kerülnek. Azonban az idő múlásával ez a talaj elhasználódik, tápanyagtartalma kimerül, tömörödik, levegőtlené válik. Kézenfekvő módszer lehet a fák gyökéreltér javítására a talaj javítása. Ez esetben a meglévő talajt nem távolítjuk el teljesen. A talajjavításnak is

több lehetősége van. Esetenként konkrét kártétel, szennyeződés kárelhárításával javítjuk, van, amikor szerkezete (pl. levegőztetés), máskor pedig kémiai, biológiai állapota, tápanyagtartalma kerül javításra. Léteznek kombinált eszközök, több technika együttes alkalmazása során. A következőkben az egyes lehetőségeket kutattam fel.

### Talajöblítés

Talajöblítés konkrét szennyeződés esetén alkalmazandó. Ez főképp a talajállapot romlásának kezelésére szolgál, azonban lehetőséget teremt az azonnali javításra is. Vízen oldható szennyeződések esetén a szennyezett földtömeget nagynyomású vízszugárral mossuk át. Ez automatikusan vonzza magával azt is, hogy a talaj egy része is lemosódik, a földlabda átázik, fellazul, így mindenképpen fokozott figyelemmel kell lenni a fa statikai állékonyságára, azt biztosítani szükséges. A tározó árokba történő átmosás után mindenképpen szükséges a tápanyagot és a lemosott talajt pótolni (Lukács, 2020).

### Talajszellőztetés

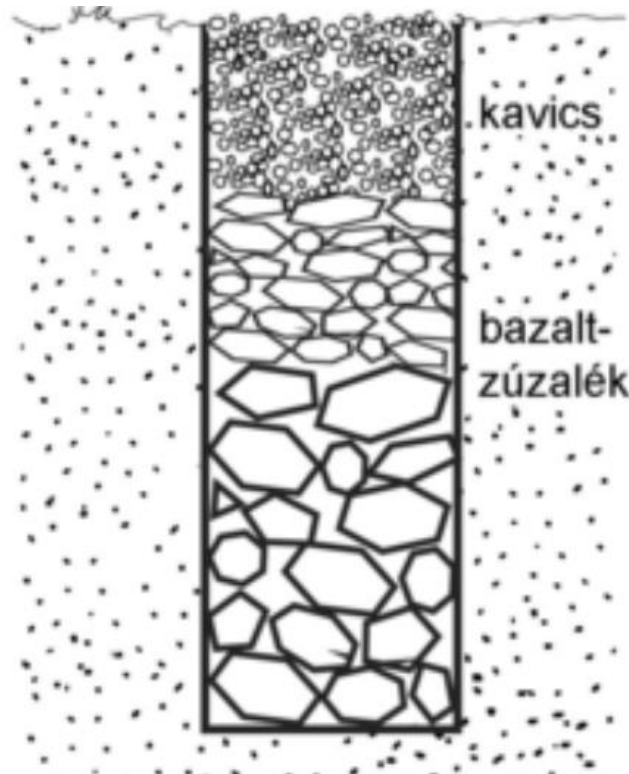
A talajszellőztetés alapvetően a talaj fizikai paramétereit, szerkezetét javítja. Célja a talaj tömörödését követő levegőtlen állapot javítása. Ideális esetben a talaj térfogatának egyharmadát levegő teszi ki, a fák akkor érzik igazán jól magukat. Ennek hiányában levegőtlen környezetben a tápanyagfelvétel és a légcserefolyamatok sem tudnak megfelelően lezajlani (Farsang, 2011). A talajszellőztetésnek több fajtája ismert és gyakorlatban is használt. Három alapvető technológiát lehet megkülönböztetni. Egyik esetben mesterségesen kialakított szellőztető lyukakat, furatot készítünk, egy másik esetben növényeket használunk (Lukács, 2020), valamint rendelkezésre állnak kész szellőztető berendezések.

### Talajszellőztetés fúrt lyukakkal

Technikai kivitelezésükben eltérőek lehetnek, ez alapján az alábbi kivitelezési módszerek léteznek:

- Kézzel (ásóval);
- Talajfúróval;
- Nagynyomású levegővel készített;
- Vizes fúróval történő kialakítás.

Közös tulajdonságuk, hogy minden esetben lyukat, furatot, talajszellőztető kutat alakítunk ki a gyökértérben. Szerkezeti felépítésük hasonló. A mintegy 1 méter mély lyukak zúzott kővel kerülnek feltöltésre, a felszín felé egyre kisebb frakcióval (1. ábra). Ez biztosítja a tömörödésmentes kitöltéseket. A lyukakat a csurgóterületen kell elhelyezni, nagyjából 2,5 méterenként, minden esetben óvatosan, fokozott figyelmet fordítva a főgyökerek és tartó gyökerek védelmére (Lukács, 2020). A technológia kiválasztása sok mindentől függ, mint például a rendelkezésre álló eszközök, szakemberek, költségvetés adta lehetőségektől, a fa helyzetétől, korától, értékességétől.



5. ábra: Talajszellőztető lyuk szerkezeti felépítése (Lukács 2020).

Burkolt felületeknél a burkolat pontszerű feltörésével – térkő esetén felszedésével - alakíthatók ki, a lyukak teteje pedig szabványos, esetleg egyedi csatornafedéllel vagy víz- és légáteresztő burkolattal fedhető.

#### Talajszellőztetés növényekkel

E módszer esetén a fák alá növényeket telepítenek. Gyökereik javítják a talaj szerkezetét és élénkítik a talajéletet is. Fontos, hogy mélyre nőző, karógyökerű fajokat alkalmazzunk, mivel ezek képesek megfelelő mélységben lazítani az ültetőközeget. Árnyékkelvelő, árnyéktűrő, erős szerkezetű cserjék alkalmazásával az áttaposás és a talajtömörödés is csökkenthető (TDAG, 2014; Bardóczy és mts., 2018). Ez burkolt felületek esetén fiatalabb fáknál igazán hatásos, amikor a fahely szabad felszínű részéig fejlődtek csak a gyökerek. Meglévő fák esetében a nagyobb fatányérral rendelkező egyedek esetében jó megoldás.

#### Talajszellőztető berendezések

Ma már számos, kifejezetten erre a célra kialakított gép vagy eszköz is rendelkezésünkre áll. Azonban pont emiatt főként új ültetésű fák esetében használhatóak megfelelően, mivel fával együtt szükséges a telepítésük (6. ábra).





6. ábra: Talajszellőztető berendezés (Internet 07).

Meglévő fák esetében a gyökérsértés elkerülése miatt csak a vertikálisan elhelyezhető rendszerek alkalmazása javasolt. Különböző anyagokból készülnek, egyszerűbb lyuggatott műanyag, KPE csövektől kezdve duplafalú dréncsőveken keresztül az összetettebb, zárható fém kutakig sok fajta rendszer áll rendelkezésre. Az eltömődés elkerülése végett mindenképpen érdemes köpenyt készíteni köréjük például geotextíliából, filcből, jutazsákból. Működési elvük az előzőekben részletezett szellőző lyukakhoz hasonlatosak (Lukács, 2020, Internet 07). A földbe helyezett műtárgyak, mint pólusok segítik a talaj légcseréje folyamatait. Az egyszerű talaj lazítással szemben azonban ezek – megfelelő fenntartási munkálatok mellett - hosszú távon biztosítják azt a talaj szellőzését

#### 4.2.3. Tápanyag-utánpótlás

Városi fák esetében - kiváltképp a burkolt környezetben -, ahogy a helyzetelemzésből jól kiderül, nincs megfelelő tápanyag -utánpótlás, a fák folyamatosan éheznek. A burkolt felület a lehullott lombot felfogja, elválasztja a talajtól, emiatt nincs természetes biomassza utánpótlás, a nyílt fahelyre hullott levelet pedig eltakarítják. Az elégtelen tápanyagmennyiség következtében a fák hajlamosabbak a betegségekre és feltehetően korábban is öregszenek, pusztulnak el. Nehézség azonban, hogy a tudomány és a szakma nem állapította meg a díszfák pontos tápanyagigényeit (Lukács, 2020). Tápanyagutánpótlásra sok eszköz és anyag áll rendelkezésre, a teljesen természetes komposztól kezdve a szerves trágyákákon keresztül a műtrágyákig. Hasonlóan a többi életfeltétel javító eszközhöz, itt is mindegyiknek megvan a maga előnye és hátránya, feltehetően nincs tökéletes módszer, adott helyzettől függ, hogy melyik alkalmazandó, típusai a következők:

- Természetes trágyakomposzt
- Szilárd szervestrágya
- Folyékony szervestrágya
- Száritott szervestrágya

- Szilárd műtrágya
- Folyékony műtrágya
- (Növényi bioszén).

Az itt felsorolt trágyák fajtái egymással kombinálhatóak is. A felhasznált trágya fajtája és állaga meghatározza a kijuttatás és bekeverés technológiáját, de ez fordítva is igaz lehet. A következőkben ezeket kutatom és elemzem.

#### A tápanyagok adagolása

Az adagolás mennyisége és ideje, valamint gyakorisága kulcskérdés mindegyik esetben. Idős, vagy meglévő fák esetében még nehezebb a kérdés, mivel a pontos mennyiségekhez nagyon részletes talajvizsgálatok, favizsgálatok lennének szükségesek. Alapvető elv, hogy inkább alul, mint felül legyen méretezve. A túl sok trágya kielégetheti a növényt, ez főként a mesterséges trágyákra igaz, míg az alulméretezéssel legrosszabb esetben csak nem sikerül teljesen kielégíteni a fák igényeit, de még így is jobb lesz a helyzetük. Minden trágya a talaj felső pár 10 centiméterébe bedolgozva fejt ki legjobban a hatását. Pusztán a talajra szórva a nagy részét az időjárási körülmények és az emberi taposás lehordják. A műtrágyák esetében a gyártók rendszerint megadják az ajánlott adagolási mennyiséget. Szerves trágya esetében csak a tapasztalatra lehet hagyatkozni. Nemzetközi szinten Siewniak például több receptet is összeállított. Egyik esetben a törzsátmérő alapján számította ki a megfelelő mennyiséget. A 130 centiméteren mért törzsátmérő értékét osztotta kettővel. Az így kapott érték adta meg a szükséges trágya mennyiségét kilogrammban. Másik számítása során már részletesebb és tudományosabb módszerrel a nitrogén, foszfor és kálium szükséges arányát határozta meg, 0,8:1:2 arányban. A pontos mennyiségeket itt is a törzsátmérő alapján határozta meg (Siewniak és mts.,1979). Bécsi források szerint a komposzt minőségétől függően körülbelül 10% térfogatarányban keverik a termőföldhöz, ültetőközeghez vagy meglévő fák esetében felületre szórva és 10-20 cm-re bedolgozva adagolják, 3-5 liter/ m<sup>2</sup> mennyiségben (Schmidt, szóbeli közlés, 2022). Magyar vonatkozásban nem találunk sok leírást. Kiáczy György és Szendrői József a következő mennyiségeket határozták meg, ugyancsak új ültetésű fák esetében: 8-12 kg istállótrágyát, vagy komposztot, vagy 6-8 kg tápanyaggal dúsított tőzeget kell az ültetőgödör aljára tenni, majd péti sót (10 dkg), szuperfosztátot (8dkg) és 40%-os kálisót (10 dkg) kell kijuttatni, amit aztán jóminőségű talajjal fednek. Meglévő fákkal nem rendelkeznek (Kiáczy és Szendrői, 1980).

A trágyázás, tápanyagutánpótlás sikeressége minden esetben - módszertől és anyagtól függetlenül - nagymértékben függ a megfelelő időpont kiválasztásától. A trágyákat akkor kell kijuttatni, amikor a fák leginkább képesek azt felvenni. A megfelelő időpont pontos meghatározása a talaj szerkezetétől, a trágya fajtájától és az időjárástól is függ. Főként a vegetációs időszak elején és közepén érdemes tápanyagutánpótlást végezni (Lukács, 2020).

Ennél a témánál fontos megemlíteni a talaj mikrobiológiai adottságának kérdéskörét. A talajtan tudománya mára már rájött arra, hogy egy talaj tápanyagtartalma mellett legalább ugyanannyira fontos a mikrobiológiai változatossága és a mikroorganizmusok mennyisége, vagyis a talajélet. A mikrobiológiai alkotóelemek, s a talajélőlényei (pl. gombák, baktériumok, fonálférgék) felelősek azért, hogy a tápanyagokat a növények számára

hozzáférhető, felvehető állapotba hozzák (Jeff- Wayne, 2010). Megfelelő mikrobiológiai változatosság nélkül, hiába tápanyagdús a talaj, vagy jól trágyázott, nem történik változás. Megfelelő komposztban ezek együtt megtalálhatóak, viszont a műtrágyában önmagukban nem (Jeff és Wayne 2010).

#### Tápanyagpótlás módszerei

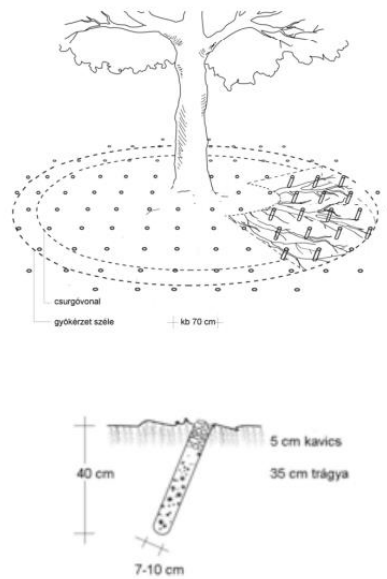
A trágyaféleségek kijuttatására és bedolgozására számos módszer rendelkezésre áll meglévő fák esetében is. Van azonban néhány alapszabály, amely mindegyik módszer esetben követendő. Trágyázás előtt a fatányért, gyökérvérzést meg kell tisztítani, ki kell gyomlálni, a talajt fel kell lazítani. A trágyát mindig a fa teljes gyökérterületén, egyenletesen kell elosztani, de elsődleges, hogy a csurgóterületre jusson. A trágyát lehetőleg – a már korábban tárgyalt okok miatt – be kell dolgozni a felszínbe. Ennek a mélysége alapvetően a fa gyökérzetének mélységétől függ. A gyökérvérzés felső kétharmadát kell feltölteni tápanyaggal, valamint minden tápanyag-utánpótlás után szükséges a bőséges beöntözés (Lukács, 2020).

#### A tápanyagok talajfelszínre szórása

A felületre szórás a legegyszerűbb módszer, mellyel mindegyik fajta trágyát ki lehet juttatni, az egyenletes kiszórás után a megfelelő mélységbe – a gyökérzet védelme mellett – bedolgozva fejt ki a hatását. Az elfolyás, valamint a nem megfelelően mélyre jutás veszélye azonban magasabb. Ez a technika burkolt felületek esetében nem releváns.

#### Tápanyagkutakkal történő tápanyagutánpótlás

Szintén inkább szabad földterületen elhelyezkedő fák – parkfák – esetében van létjogosultsága. A tápanyagkutak sűrűn, arányosan elhelyezett apró, ferde, 7-10 cm átmérőjű és 40 cm mély mélyedések, lyukak (7. ábra). Tápanyaggal töltik fel, majd zúzottkővel zárják le. Ferde irányuk a minél nagyobb felületű kimosódás miatt szükséges. Burkolt terület esetében a levegőztető kutakhoz hasonlóan alakíthatók ki.



7. ábra: Tápanyagutak alkalmazása (Lukács 2020).

A módszer bonyolultabb, költségesebb, azonban precízebb és hatékonyabb tápanyag-utánpótlást tesz lehetővé. Kifejezetten az idős és meglévő fák tápanyagutánpótlására alkalmas eljárás.

#### Vizes, öntözéses tápoldatozás

A módszerrel vízben már oldott tápanyagokat juttatnak el a fához, ezek pedig gyorsan és nagy arányban tudnak hasznosulni. További előnye, hogy sokféle képpen – lajtos kocsi, öntözőkanna, öntözőrendszer – lehetséges a tápanyag kijuttatása, a folyamat egyszerű és gyors. Burkolt környezetben lévő fák esetében a burkolat alatt vezetett öntözőrendszerek segítségével egyszerűen kijuttatható a tápoldat.

#### Egyéb tápanyag-utánpótlási lehetőségek

Előfordul, hogy a tápanyagok kijuttatása nem kifejezetten a gyökéreltérben történik, azonban az általános életfeltételeket képesek javítani, így szükséges szót ejteni az injektálás és lombfelület trágyázása során történő tápanyag-utánpótlásokról.

Injektálás során a fa nedvkeringésébe közvetlenül juttatják a tápanyagokat. Igen gyorsan, azonban rövidebb ideig hat. Kifejezetten idős fák gyors állapotjavítására vagy mikroelemhiány pótlása esetén alkalmazandó.

Lombtrágyázás során kifejezetten a lombra kerül kijuttatásra, leginkább vízben oldott vagy folyékony állapotban, permetezéssel. Városban számos nehézséggel járhat, valamint magas a tápanyagveszteség aránya. Előnye viszont, hogy gyors hatás érhető el vele, és nem igényli a törzs vagy a gyökérszóna bolygatását. Kifejezetten sekély és sűrű gyökérszettel rendelkező vagy erősen burkolt környezetben álló fáknál lehet előnyös, ahol kockázatos vagy éppen nem lehetséges a trágya gyökerekhez történő bejuttatása (Lukács, 2020).

#### Bioszén

A bioszén nem a szó szoros értelmében vett trágyaféleség, azonban a nyugati országok zöldfelület-gazdálkodásában, valamint a mezőgazdaságban egyre elterjedtebb természetes talajjavító, talajkondicionáló szer

(Schmidt, 2022). A bioszén (angolul biochar) aktív növényi szén, melyet magas hőmérsékleten, rövid idő alatt pirolízissel állítanak elő. Így a növény vázszerkezete teljesen megmarad, mely hatalmas felülettel rendelkezik. Számos előnyét a mezőgazdaságban már régóta kihasználják, utóbbi években pedig a zöldfelület-gazdálkodásban is feltörekvően van az alkalmazása. Legfőbb tulajdonsága a hatalmas felülete. 1 gramm bioszén körülbelül 300 négyzetméter felülettel rendelkezik (Schmidt, szóbeli közlés, 2022; Björn, 2019). A pórusaiban a tápanyagok, a víz és a levegő is a növények számára hozzáférhető módon elraktározódnak, a talajt porózussá teszi és igen hosszú ideig biztosítja azt, ami a városi zöldfelületgazdálkodásban kulcskérdés. Másik jelentős szerepe a megkötő képessége. Egyrészt megakadályozza a tápanyagok kimosódását, másrészt a káros anyagokat, nehézfémeket is megkötö, tisztítva ezzel a talajt (Björn, 2019). Javítja továbbá a víz kapilláris mozgását és a talaj általános vízháztartását is.

Hátránya azonban, hogy jelenleg kevésbé ismert még, nem elterjed Magyarországon. Jelenleg egy helyen kapható, a külföldi import köbméter ára pedig igen magas, még úgy is, hogy nem kell nagy arányba a talajhoz keverni. Legjobban úgy fejti ki pozitív hatását, ha jó minőségű komposzttal keverik, más néven beoltják vele azt, és ezt kell hozzákeverni a termőföldhöz, vagy a felületre szórva kell bedolgozni a talaj felső 10-20 centiméterébe. Ebben az esetben térfogatonként 10-20% aránnyal lehet számolni, így már az ára sem magas (Internet 02, 03).

#### **4.2.4. A fák öntözése**

A korábbi fejezetekben a trágyázás kapcsán már volt az öntözésről szó, jelentősége miatt külön fejezetben kívánom tárgyalni. A helyzetelemzésben feltárt okok miatt kulcskérdés a megfelelő vízellátás biztosítása, ma már a meglévő, korosabb fáknál is. A fák ideális esetben napi szinten rengeteg vizet, több 10, vagy akár 100 litert is képesek elpárologtatni. Városi fáink folyamatosan szomjaznak. Ha csak a természetet vesszük alapul, és átlagos (az utóbbi pár évre vonatkozó) csapadékmennyiséggel számolunk, 500-600 milliméter csapadékot kapnak a természetes közegben élő fák. Ez éves szinten egy közepes méretű fánál, feltételezett 10 négyzetméter gyökérzóna esetében 5 köbméter vizet jelent fánként, a fák vízfelvételi időszaka alatt (Lukács, 2020). Az osztrák szabvány évente 3200 litert ír elő 10 négyzetméter szabad felülettel számolva. A fákat ideális esetben ritkábban, viszont nagy mennyiségű vízzel kell öntözni, hogy gyökereik ne maradjanak felszín közelében (Önorm, 2010).

A vízmennyiség mellett a minőség is kardinális kérdés. Jelenleg a bevett gyakorlat az ivóvízzel való öntözés. Drága, pazarló és nem természetes csapadék. Megoldást a fúrt kutak, esővíztározók létesítése, vagy éppen a nagy vízfolyásaink, vízfelületeink, például a Duna vizének hasznosítása nyújthat.

#### Öntözési technológiák

Megfelelő fák öntözési technológiáiról főleg ültetéskor lehet beszélni és gondoskodni. Meglévő fák esetében szintén nehezebb és költségesebb a megvalósítása, a már beállt gyökérzet és környezete miatt. Megfelelő odafigyeléssel azonban jó pár évvel meghosszabbíthatja a fák életét. Felszíni öntözés esetében nem szükséges a gyökérzet bolygatása, azonban folyamatos és rendszeres fenntartást igényel, hogy a talaj és a burkolat beszivárogtatási képessége megmaradjon. Nagy körültekintéssel utólagosan is behelyezhetőek öntözőkutak, és dréncsövek, de csak a gyökérzet károsítása nélkül.

A korábban tárgyalt talajszellőztetési technológiák itt is alkalmazhatók, mivel a levegős területen a víz is megfelelően tud beszivárogni. Ezek tulajdonképpen kettő az egyben megoldások, így igen hatékonyak, arányaikban költséghatékony lehetőségek.

Szilárd burkolat esetén a burkolatcsere vízáteresztővé teheti a burkolatot, vagy a burkolatba épített vízbevezető kutak javíthatják az öntözési lehetőségeket. Ezek azonban kifejezetten a gyalogos járófelületek esetében lehetségesek. A burkolatcsere költséges, és a fa statikájára nézve kockázatos lehet. Csak megfelelő körültekintéssel végzendő.

E fejezetben szót kell ejteni a felesleges vizek elvezetéséről is, a pangóvizek kezeléséről. Bár Budapesten jellemzőek a homokos hordaléktalajok, de leggyakrabban mesterséges közeg, silt, háborús törmelék képző a talaj alsó rétegeit (Szaller, Baróczy szóbeli közlés, 2022), mégis vannak esetek, hogy a megálló víz okoz kárt a gyökérzetben. Azonban ezeket a problémákat mind csak új ültetésnél lehet kezelni az altalaj lazításával, vagy drénezés kialakításával. Meglévő fák esetében a tömörödött talajok, burkolatok mértéke miatt jellemzően amúgy sem jelentkezik ez a probléma.

#### **4.2.5. Talajcsere**

A talajcsere drasztikus eljárás, csak súlyos helyzetben, végszükség esetén javasolt a használata, leginkább helyben történt erős szennyeződés esetén. Mivel a talaj nagymennyiségű kitermelésével jár, komoly kockázatot jelent a gyökérzetre nézve és a fa statikáját tekintve is. Éppen ezért csak ritkán, nagyértékű fáknál alkalmazott élettérjavítási technológia. Kizáró ok, hogyha tápanyagfelvételt végző talajgombák jelenléte tapasztalható. Talajcsere előtt mindenképpen kurtító metszést kell végezni, hiszen elkerülhetetlenül gyökérkárokozással jár. Statikai vizsgálatról, szükség esetén megerősítésről minden esetben gondoskodni kell. A talajcsere szakaszosan végzendő, mely során vagy a teljes gyökérterületet, vagy csak a fertőzött részt kezelik. Technológiái hasonlatosak a talajszellőztetés fejezetben taglaltakhoz, itt is a talaj eltávolítása a cél, csak jóval nagyobb mennyiségben (Lukács, 2020). Meglévő fák esetében leginkább csak haváriahelyzetekben alkalmazott.

##### A talajcsere módszerei

Kézi vagy gépi technológiával is történhet talajcsere. Technikai szempontból a legegyszerűbb módszer a kézzel végzett talajcsere, mert ez a folyamat nem igényel komoly eszközöket. A szennyezett talaj 30 centiméter mélyen távolítandó el, kézi szerszámokkal. Nem igényel beruházást, azonban időigényes és nagyobb a károkozás veszélye.

Gépi eszközökkel végzett talajcsere esetén beszélhetünk porszívós, levegőfújós, vagy vizes kimosással végzett talajcseréről. Előnyük a gyors és precíz munkavégzés, azonban komolyabb eszközberuházást és szakértelmet igényelnek. Előbbi főként laza talaj esetén alkalmazható jól, kötött talaj esetén előbb talajlazítást igényel. A levegőfújós technológia viszonylag újkeletű. Magas nyomású levegő segítségével távolítja el a talajt a gyökerek közül. Hatékony kötött talaj esetén is, azonban kérdés, hogy a hajszálgyökereket mennyire károsítja.

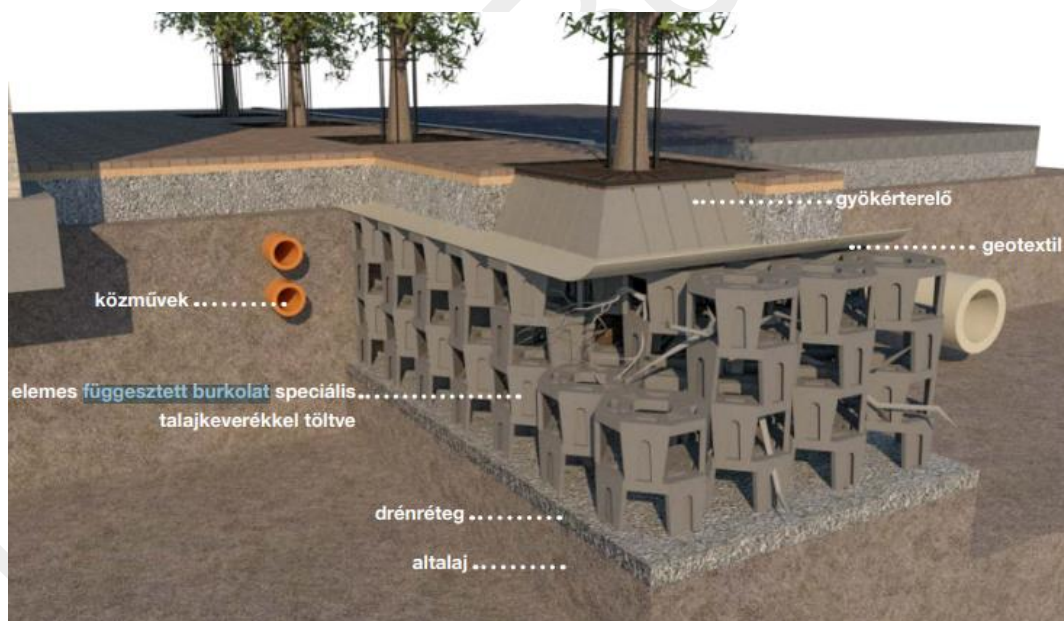
A legkíméletesebb megoldás a vizes kimosás. Magasnyomású vízszugárral feliszapolja, fellazítja, majd kimossa a gyökerek közül a talajt. Külön előnye, hogy a gyökerek nedvesítése is megtörténik a folyamat során. Azonban ez egyúttal a földabdára és ezáltal a fa statikájára is hatással van. Ezzel együtt a tápanyagokat, hasznos sókat is kimossa, így fokozottabb figyelmet igényel a megfelelő tápanyag-utánpótlás a technológia alkalmazásakor (Szaller, Lukács szóbeli közlés, 2022).

#### 4.2.6. A gyökérélettér javításának műszaki megoldásai

A műszaki megoldásokhoz összetett, épített elemekből álló komplex megoldásokat soroltam. Ezek rendszerint nem csak egy-egy problémát javítanak, hanem komplexen segítik elő a megfelelő gyökértér kialakítását.

##### Függesztett burkolatok

Függesztett burkolatok (angolul suspended pavement) gyűjtőfogalom, minden olyan technológiai megoldás ide tartozik, mely tehermentesíti a felszín alatti talajt, ezáltal megfelelő életteret biztosít a fák gyökérzetének (pl. geocella) (8. ábra). Alapját stabil, üreges, rekeszes, főként kemény műanyagból készült elemek alkotják, melyeket az ültetődörben és a környező burkolt felületek alá helyeznek, ezáltal biztosítják a tömörödésmentes, porózus közeget. Új telepítésű fáknál használhatóak, számos jó példa található, meglévő fáknál azonban nem használható, utólag nem integrálható (Bardóczi és mts., 2018).



8. ábra. A függesztett burkolat sematikus ábrája (Bardóczi és mts., 2018)

##### *A Stockholm Faültetési Rendszer*

Működési elve hasonló a függesztett burkolatokéihoz, de annál sokkal természetesebb anyagokból áll össze és már meglévő fáknál, utólagosan is kialakítható, alkalmazható. A Stockholm Faültetési Rendszer (a továbbiakban rövidítve SFR) Svédország fővárosából, Stockholmból ered, Björn Embrén Stockholm faszakértője, építőmérnök, által bevezetett faültetési módszer, aki a Svéd Agráregyetem, az SLU adjunktusa is egyúttal. A módszert a 2000-es évek elején kezdte el kifejleszteni finn és svéd kutatókkal, valamint Klaus Schröder tájépítővel karöltve, miután



megállapítást nyert, hogy Stockholm minden harmadik fája haldoklik a levegőtlen, tömörödött, ezáltal rossz vízellátású és tápanyaghiányos talajok miatt. Az ötletet és az elméleti alapokat a vasúti töltésen gyors ütemben növekedő, vitális fák adták meg (Internet 09).

A töltések mellett nagy tömegterhelés ellenére is jó állapotú fás állományok alakultak ki, aminek az okát az vasúti alapként szolgáló zúzottkövekre vezették vissza. A kövek megakadályozták a tömörödést, ezáltal a réseket kitöltő talaj levegős és jó vízelvezető képességű maradt, ideális környezetet biztosítva a fák gyökérzetnek. Ennek mentén alakult ki a Stockholm Faültetési Rendszer szerkezeti alapja. Mára már egyre terjedő megoldás, Svédország után Svájc, Anglia, Ausztria is átvette és aktívan alkalmazza, utóbbi években pedig Magyarországon is megjelent és válik egyre ismertebbé (Schmidt, Bardóczi szóbeli közlés 2022).

#### A Stockholm Faültetési Rendszer kialakításának technológiája

A technológia lényege, hogy a fáknek lehető legnagyobb, kiváló minőségű, pórusos gyökéréletteret teremt, miközben a felszíni, burkolt felületeket igénylő funkciók sem sérülnek. Számos külső tényező befolyásolhatja a folyamatot, így részleteiben eltérő megvalósítások jelennek meg, de fő irányelvei, sarokpontjai minden esetben megvannak. Az ültető gödör méretét az adott fajaj várható koronamagassága határozza meg (9. ábra). A stockholmi előírás alapján például egy nagyméretű, 15-25 méter végleges magasságú fa esetében 36 köbméter szerkezeti talaj kialakítása ajánlott. Amennyiben több fa osztozik az SFR-en, úgy arányaiban az előírt méret csökken (Internet 01). Ez azon túl, hogy a fajlagos költségeket is csökkenti, a fák egymás közötti kommunikációt is segíti, ami további előnyökkel jár.

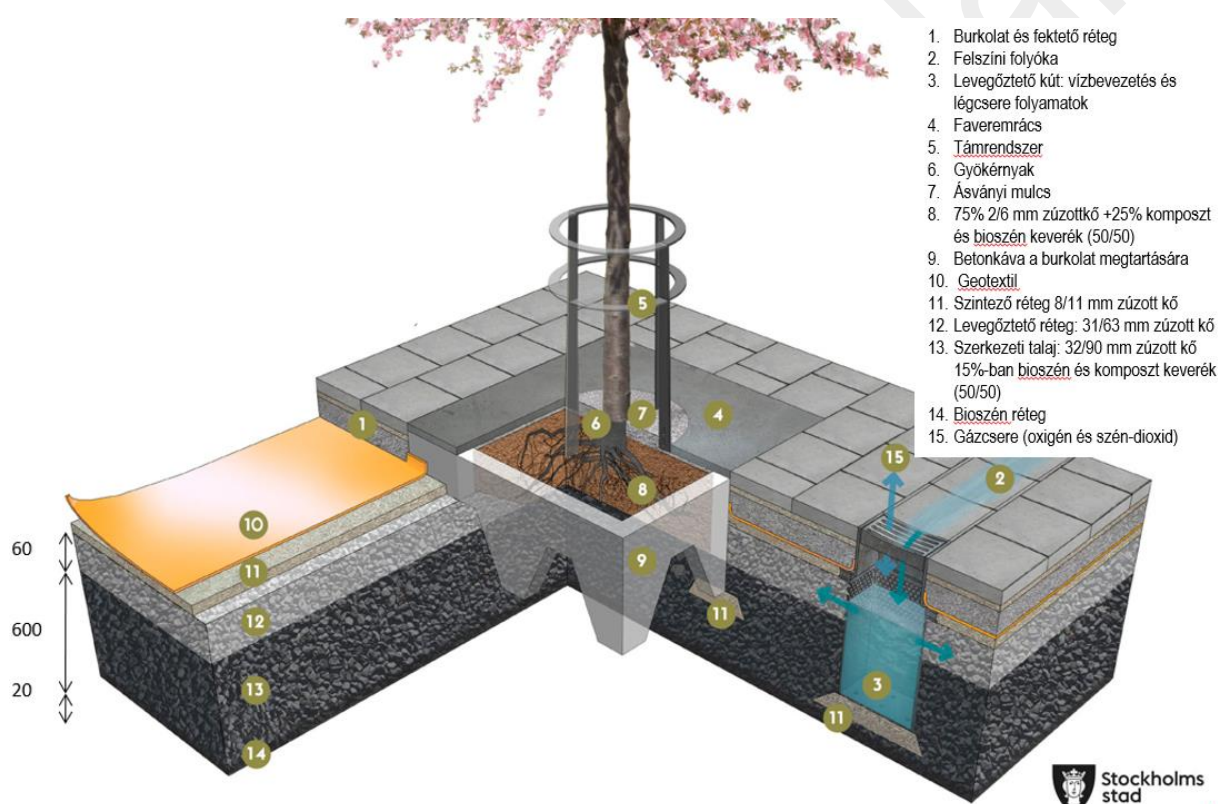
	Várható maximális koronamagasság				
	kis növekedésű (<5m)	alacsony növekedésű (5-10m)	közepes (10-15m)	magas (15-25m)	Nagyon magas (>25m)
<b>Szerkezeti talaj ajánlott minimális mérete</b>	<b>8m<sup>3</sup></b> megosztva 6 m3	<b>15m<sup>3</sup></b> megosztva 12 m3	<b>26m<sup>3</sup></b> megosztva 20 m3	<b>36m<sup>3</sup></b> Megosztva 28 m3	<b>45m<sup>3</sup></b> megosztva 35 m3
<b>Levegőztető kutak ajánlott száma</b>	<b>1</b> megosztva 0.5	<b>1</b> megosztva 0.5	<b>1</b>	<b>2</b> megosztva 1.5	<b>2</b>

9. ábra. Stockholm Faültetési Rendszer ajánlott méretezése. (Internet 01, saját fordítás)

A gyakorlati tapasztalatok alapján a különböző korlátozó tényezők, például a közművek miatt ez ritkán kivitelezhető, így a folyamat a lehető legnagyobb területű munkagödör kiásásával kezdődik. A munkagödör mélységét a végleges burkolatrétegrend határozza meg. Az első réteg nagy frakciójú (100-180-as) zúzott kövel, 60-70 centiméter vastagságban kerül kialakításra, méghozzá két részletben. A fent írt példa esetében ez azt jelenti, hogy kb. 21 négyzetméter felületű fahellyel kell tervezni. Ez lesz a szerkezeti réteg, amit a megfelelő teherbírás miatt 30 centiméterenként erőteljesen tömöríteni kell. Ide kerül bemosásra a tápanyagokban dús termőréteg, aminek



eredménye, hogy létrejön a megfelelő gyökérszóna. A szerkezeti rétegre kerül a drén – vagy levegőztető réteg, amely 20 centiméter vastag, kisebb frakciójú por- és termőtalajtól mentes, légszáraz zúzottkő réteg. Funkciója a gyökérszóna gázcserefolyamatainak biztosítása, valamint az, hogy megakadályozza a gyökérszóna felszínre törését. A levegőztetést és a megfelelő vízbeszívargást úgynevezett levegőztető kutak biztosítják (6. ábra). A frakcióméretek hozzávetőlegesek, adott környezetben, országoként a rendelkezésre álló készlet alapján eltérések lehetnek. A kivitelezést megelőző tervezés kiemelt feladata, hogy a lehető legtöbb felszíni víz kerüljön bevezetésre aburkolatokról, valamint ereszcatornákon keresztül a tetőkről is. Külföldi tapasztalatok alapján fánként legalább egy levegőztető kút szükséges. Víz- és légáteresztő burkolatokkal tovább javítható a beszívargás, valamint részben kiválthatóak a kutak is. Végül a szállópor és szennyeződések felfogására geotextil réteggel fedik a drénréteget, amelyre bármilyen alapozás, szabvány rétegrend helyezhető (Schmidt szóbeli közlés, 2022 és Björn, 2016).



10. ábra. A Stockholm Façade System felépítése (Internet 01., saját fordítás)

### SFR irányzatok

Az alatechnológia ugyan adott – teherbíró, nagy vízmegtartási képességgel rendelkező szerkezeti talaj, tápanyagdús kitöltőközeggel –, de az évek során és országoként is némileg változott. Kezdetben úgynevezett „D” típusú termőföldet mostak a kövek közé, az volt a kitöltőközeg. Ez egy jóminőségű, meghatározott tápanyagtartalommal, fizikai és kémia paraméterekkel rendelkező, komposzttal kevert termőföld, amit aztán műtrágyával is dúsítottak. A 2010-től átálltak a bioszén alapú, mesterségesen összeállított, de továbbra is csak természetes alapanyagokból készített, úgynevezett finomszubsztrátum alkalmazására. Ennek legfőbb, hogy a bioszén meggátolja a talaj tömörödését, ami a legnagyobb probléma a városi fák esetében, másrészt a bioszén már korábban részletezett, számos pozitív tulajdonsága volt. Arra jutottak, hogy a bioszén nagyjából 40% -al képes

javítani a talaj porozitását és hosszán, évtizedekig fent is tartja. Segít továbbá, hogy nincsen nullás frakciójú összetevő a finomszubsztrátumba. A megfelelő tisztaságú, pormentes ültetőközeg még kevésbé ülepedik és tömörödik az évek során, tovább segítve egy porózus szerkezetű gyökérélettér fenntartását (Internet 10). Ezt segítette egyidejűleg Stockholm városi bioszén gyártó üzemének felépítése, mellyel olcsón, körforgásos gazdálkodásként a folyamatos bioszén ellátás is biztosítottá vált. Az új technológiában a növényi szén minőségi komposzttal kerül beoltásra, amely a megfelelő biológiai közeget teremti meg. Ezt a keveréket 1:4 arányban keverik tiszta kvarchomokkal. Újításként még a munkagödör aljára (a szerkezeti réteg alá) is terítésre kerül egy 2-3 centiméteres, nyers bioszén réteg, melynek a tápanyag-kimosódás megakadályozásában, a kapilláris vízmozgás indukálásában és az általános vízmegtartásban van szerepe (Björn és Schmidt, 2016). Ezt a technológiát vette át Ausztria és Anglia is.

Hazánkban e bioszemes megoldással (Bakáts utca, Bakáts tér) és a tápanyaggal dúsított termőföldes megoldással is találkozhatunk (Blaha Lujza tér). Hazai viszonylatban ez utóbbi típusnál a jó minőségű termőföldet ideális esetben a bevizsgálást követően kapott eredmény alapján dúsítják, erre azonban jelenleg nincs jogszabályi előírás, így főként a kivitelezőre és a tervezőre van bízva a dúsítás megtervezése. Alapvetően minőségi komposztot, valamint alginitet vagy bentonitot kevernek a termőföldhöz. Előbbit 10-15%-ban, utóbbit csak 2-3%-ban. Az agyagásványokat a vízmegtartás javítása érdekében kell bekeverni. Az alginitnek valamivel magasabb a szervesanyag tartalma is, ami plusz tényező, de leginkább az elérhető készlet határozza meg, hogy melyik kerül bekeverésre (Fülöp, szóbeli közlés, 2023, Blaha Lujza tér).

#### Meglévő fák stockholmosítása

Külföldön egyre gyakrabban alkalmazzák ezt a technológiát meglévő fák esetében utólagosan kialakítva, pozitív eredménnyel. A beavatkozás következtében kiszabadítják a gyökérzetet és tápanyagban gazdag laza, megnövelt méretű életteret alakítanak ki, mely során a fák vitalitása robbanás szerűen javul. (11-12. ábra). Technológiailag alapvetően megegyezik a fent írtakkal, mivel azonban utólag, a fa gyökérzete köré építik fel, ez bizonyos módosításokat is vonz maga után.

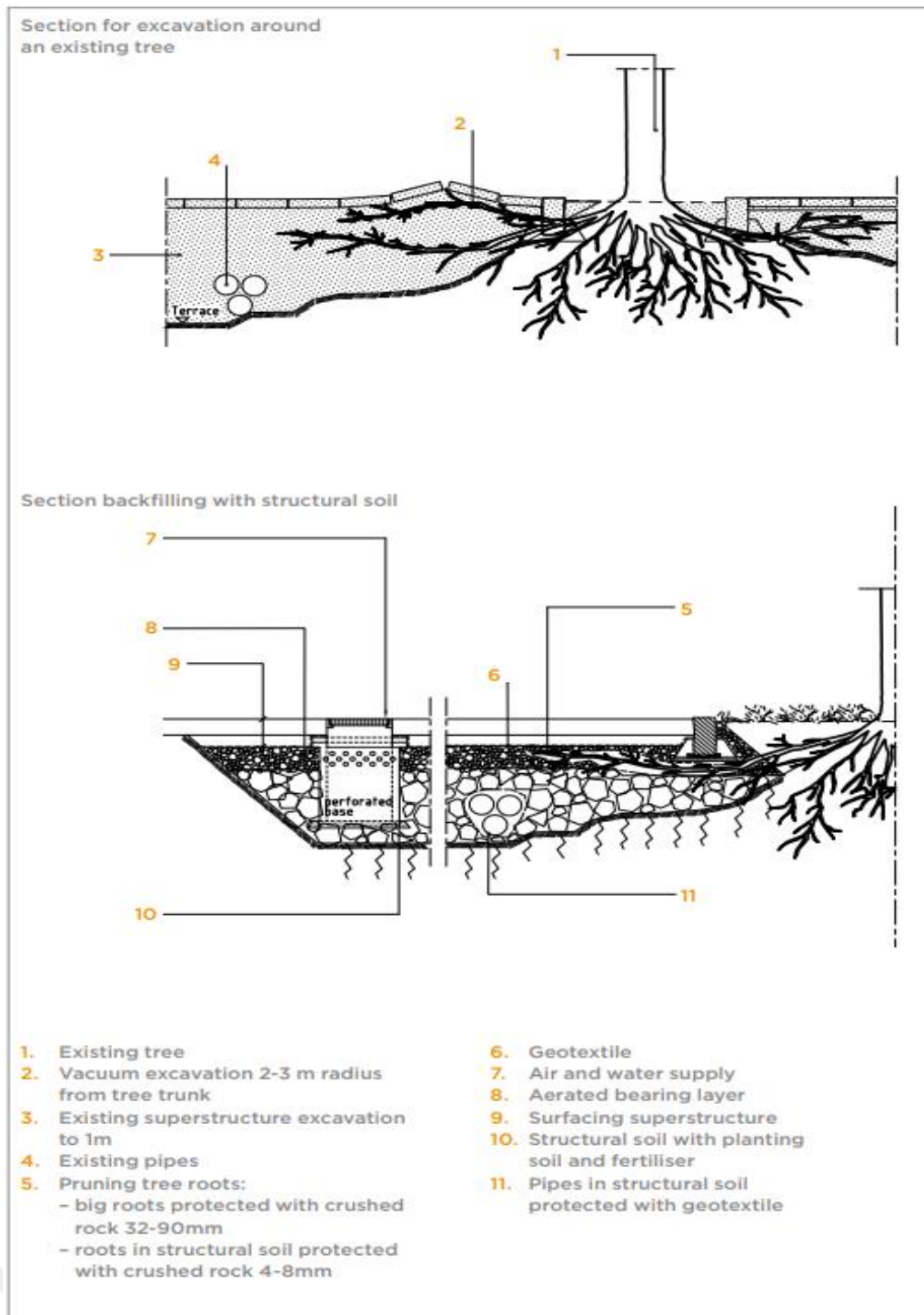


11. ábra. Stockholmi fa 2002-ben (bal) és 2013-ban (jobb), utólagos stockholmosítás után (Internet 09).



12. ábra. Stockholmi fa 2010-ben (bal) és 2012-ben (jobb), utólagos stockholmosítás után (Internet 09).

A munkagödört a gyökérszint védelme érdekében a favédelmi zónán belül kézzel, vagy a talaj kiszívásával vagy kifújásával alakítják ki, a fatörzs felé haladva egészen a felszívó gyökérszintéig. A gödör azonban nem végig azonos mélységű, hanem a fa törzse felé folyamatosan sekélyedik, hogy minél kevesebb gyökérszint jusson a felszínre (13. ábra). A rétegrend alapvetően megegyezik, a nagyobb frakció a nagy gyökereket hívatott védeni, a felső rétegű kisebb frakció pedig a vékonyabb felszívó gyökereket (TDAG, 2014).



13.ábra. A Stockholmi Faültetési Rendszer technológia sematikus ábrája meglévő fák esetében (TDAG, 2014).

Innentől kezdve a menete megegyezik az új fáknál alkalmazott alaptechnológiával, természetesen a gyökerek megfelelő védelmének biztosításával együtt.





14. ábra. Stockholmi meglévő fa stockholmosítása (Internet 09).

A HBLFA szervezete a meglévő fa gyökérzetének fejlettsége alapján továbbfejlesztette a technológiát. Kifejlettebb, vastagabb gyökérzettel rendelkező idős fák esetén a gyökerek fokozottabb védelme érdekében a nagy frakciójú szerkezeti réteget kiváltották a kisebb frakciójú (drénréteget is adó) kövekre, amit előre komposzttal kevert formában töltenek munkagödörbe. A kisebb frakció jobban és könnyebben ki tudja tölteni a gyökerekkel átszőtt teret, valamint az utólagos bemosás is elkerülhető, ami további veszélyt jelentene a hajszálgyökerekre nézve.

#### Hazai példa a meglévő fák stockholmosítására

Bár egyelőre nem sok, de már létezik megvalósult gyakorlati példa is Budapesten, valamint egyre több ilyen irányú terv is készül.

Elsőként a Városligetben alkalmazták a stockholmosításhoz nagyon hasonló módszert 4 darab meglévő fa esetében. Ez azonban nem kapott nagy hírértéket, így kevés információ áll rendelkezésre. Itt nagyjából a csurgóterület határáig tárták fel a fa gyökérzetét, ameddig az komoly veszély nélkül lehetséges volt. A kialakult munkagödörbe pedig közepes frakciójú (kb. 36/50-es) kővel kevert föld és komposzt került (Szaller szóbeli közlés, 2021).

Jelentősebb, teljes egészében az újított stockholm módszert követő beavatkozás történt a IX. kerületi Bakáts utca és Bakáts felújítása kapcsán. A kivitelezés tulajdonosként a Ferencvárosi Önkormányzat megbízásából valósult meg, az SFR szakértői tevékenységét a Gardenfutura csapata végezte a HBLFA munkatársainak szakmai közreműködésével. Az osztrák szervezet tapasztalatai alapján a területen lévő meglévő fát lehetett volna stockholmosítani kellő körültekintéssel (Szöllősi, 2021). Cserna Hajnalka kerületi főkertész elmondása alapján végül a projekthez kihelyezett faápoló szakmérnök és a tulajdonos kerület konszenzusa alapján csak a 25 cm törzsátmérőnél kisebb fáknál végezték el a beavatkozásokat. Szakvélemény alapján az annál nagyobb fák esetében már annyira beállt rendszerről beszélhetünk, hogy nagyobb kockázatot jelenthet a gyökérszóna

bolygatása. A jövőben mindenképpen érdemes lenne azonban nagyobb fák esetében is kísérleteket végezni a külföldi jó tapasztalatok alapján. A kiválasztott és engedélyezett fák esetében kézfeltárással alakították ki a munkagödöröket. Sok fa esetében a statikai védő zónán belül sem találtak gyökeret, így nagy körültekintés mellett addig haladtak a törzs felé, míg gyökérzetet találtak. A felszínre került gyökérzetet minden esetben azonnal paplan takarással látták el és folyamatosan nedvesen tartották, egészen addig ameddig az ültetőközeg nem került a helyére (13. ábra). Amennyiben lehetőség volt, több fának egy nagy, egybefüggő stockholm rendszert alakítottak ki, ami a fák közötti kommunikáció miatt további előnyökkel jár. A szerkezeti talajhoz az újított eredeti technológia szerint komposztal oltott bioszenes, kvarchomok keverékéből álló finomszubsztrátumot használtak. Bécsi mintára ezt már előre bekeverték a kisebb, 31/63-as frakciójú zúzott kővel és úgy terítették a gyökérzónába. A gyökérzet védelme érdekében minimálisan került tömörítésre lapvibrával, mely a rezgés által még megfelelőbben rendez el a szerkezeti talajt (Cserna, Szöllősi szóbeli közlés, 2022). A Főkertész elmondása szerint az így kezelt fák az első év után láthatóan jól érzik magukat. Ugyan valódi eredmény csak majd évek múltán tapasztalható, saját elmondása szerint biztatóak a jelek.



15. ábra. Bakáts utcai meglévő fák stockholmosítása (Sarkadi Péter greenfo,2021).

## 5. Következtetések és javaslatok

Ahogy a forráskutatás során megvizsgált gyökéréletér javításból is jól látható, számos lehetőségünk van egy fa életkörülményeinek a javítására. Ugyanakkor a meglévő, korosabb fák esetében jelentősen csökkennek a valós lehetőségek. Tovább árnyalja a képet, hogy ha burkolt területen helyezkednek el, gyakorlatilag töredékére csökkennek az alkalmazható technológiai lehetőségek. Ennek legfőbb oka nem is a technológia vagy szakmai tudás, esetleg az elhivatottság hiánya, hanem az olyan korlátozó tényezők, mint a jogszabályi háttér, költségvonzat és az idő. Jelen fejezetben a kutatásomra alapozott saját következtetéseimet és javaslataimat fejttem ki.

Elsődlegesen rendszerszinten és a jogszabályok terén sincs jelenleg igazán kikényszerítve, nem követelmény a megfelelő gyökéréletér kialakítása. Az utóbbi években több segítő szabvány került kiadásra a Magyar Faápolók Egyesületének közbenjárásával, azonban mivel a szabvány Magyarországon csak ajánlás, így a szabványok igazán nagy súllyal nem bírnak - nem becsülve le ezzel a fontosságukat. A 2019. évi Díszfák és díszcserjék ültetése települések közterületein című, MSZ 12172:2019 számú szabvány már 8 köbméteres, teljes talajcserés ültetőgödört ír elő, de természetesen csak új ültetésű fák esetére vonatkozik, meglévők esetében ezt nem szükséges kibővíteni.

Egy másik nagy probléma a korábban végig vett lehetőségek esetében a magas költségekre vezethető vissza. Sok esetben - a műszaki megoldások kivételével – nem maga a technológia drága, sokkal inkább arról van szó, hogy a legtöbb esetben elkerülhetetlen a burkolatbontás és a visszaépítés. Itt szükséges megemlíteni a megfelelő szemlélet kérdését, hiszen ez a célra szánt költségeket nagyban meghatározza. Folyamatos szemléletformálás, bemutatók szervezése, szakmai, döntéshozói és civil gondolkodási szinten is szükséges a technológiák létfontosságának népszerűsítése. Hiába költségesebb, vagy erőforrásigényesebb, később ez sokszorosan megtérülő befektetés akár a különböző – pl. fenntartási és közmű - költségek csökkentése, illetve az élhető városi környezet megteremtése szempontjából.

Egy-egy zöldfelület létesítés, faültetés után többnyire 3-5 évig, de az is előfordul, hogy csak 1 évig vállalja a kivitelező a fenntartást, majd a munka átszáll más üzemeltetőre, ezzel pedig csökken az adott fákra jutó figyelem a szakember-erőforrás hiányában. A korosabb, több tíz éves fák esetében jellemzően már csak a kötelező karbantartási és fenntartási munkákat végzik el, melyek többnyire nem is a fa állapotát javítják, hanem közbiztonsági, élet- és vagyonvédelmi kérdésekben hivatottak helytállni, vagy éppen a megfelelő úrszelvény biztosítás az oka (Bardóczi szóbeli közlés, 2022).

Mivel a burkolatfeltörés a legköltségesebb része a gyökéréletér javításának, ilyen esetekben azok a módszerek működhetnek, amelyek ugyan összetettebbek, drágábbak is, de mondhatni önfenntartóak, tehát nem kell időről időre újra elvégezni – mint például: talajlazítás, tápanyag-utánpótlás -, hanem egyszeri beavatkozást igényelnek. Ennek megfelel a Stockholm Faültetési Rendszer új és utólagos alkalmazása is. Fajlagosan ugyan nagyobb emberi és anyagi erőforrást, valamint nagyobb előkészületeket igényel, de hatása többértű és a tapasztalatok alapján

végleges, összességében anyagilag is jobban megtérül, nem beszélve a fák élettani hatásaira gyakorolt pozitív hatásairól, ami a lényegi rész.

## **5.1. A Stockholm Faültetési Rendszer értékelése**

A kutatás során feltárt gyökérélettér javítások esetében a már többször említett okok miatt, a meglévő, burkolt környezetben lévő fák esetében az utólagos stockholmosítás megfelelő alternatíva lehet. Külföldön már bizonyítottan működő és bevált módszer, mely Magyarországon is egyre jobban terjed, éppen ezért véleményem szerint még nagyobb figyelmet érdemel, legalább tapasztalatgyűjtés és kísérletezés szintjén.

### **5.1.1. A SFR Stockholm Faültetési Rendszer előnyei**

A sokszor említett első és legfontosabb előnye a megfelelő gyökértér biztosítása. Tápanyagdús, megfelelően porózus és laza közeget biztosít, mely az egészséges gyökérzetten keresztül a teljes fa vitalitását és ellenállóképességét javítja. Csökkennek ezáltal a fenntartási és ápolási költségek is, és külföldi tapasztalatok alapján emiatt a fák gyorsabban és magasabbra nőnek a megfelelő gyökérméret kialakulása okán (HBLFA kutatóközpont, Schmidt, 2022). Mindezt oly módon, hogy közben teherbíró szerkezet révén a burkolt felületek funkcionalitása sem sérül. Szerkezeti talaja révén nagymennyiségű vizet képes tárolni és lassan elszikkasztani, így jelentősen csökkenti a villámárvizek okozta veszélyeket és károkat is, ráadásul ezzel hosszabb ideig biztosítva a megfelelő nedvességet is. Napjainkban hihetetlen energiát és költségeket fordítunk a vizek elvezetésére, majd a fák öntözőrendszereinek kiépítésére és magára az öntözésre. Ezt az ellentmondást oldja fel a rendszer, ami az utóbbi időszak egyre gyakoribb villámárvizeivel, majd hosszú aszályokkal tagolt éveiben hatalmas jelentőséggel bír. A szerkezeti talaj további előnye, hogy rezgéscsökkentő hatással és alulról történő felülethűtő hatással is bír. Mindezek alapján egy igazi aduásznak tűnhet, nem véletlen az sem, hogy Bécsben egész városrészt építenek ezzel a technológiával, Stockholmban pedig már több olyan utca van, amelyet ezzel a rendszerrel alakítottak ki és fásítottak, mint ami nem (Schmidt szóbeli közlés, 2022). Gyakorlatilag csak természetes elemekből áll, az eddigi tapasztalatok és a következtetések alapján önfenntartó, tehát egyszeri kialakítás után nem igazán igényel több törődést.

### **5.1.2. A Stockholm Faültetési Rendszer korlátai**

Az első és leggyakrabban felmerülő korlátozó tényező itthon egyértelműen a rendszer aránylag magas bekerülési költsége. És bár hajlandóság lenne rá, a zöldfelületek alapvetően is a költségvetés végén helyezkednek el, így nem sokszor van mozgástér ebbe az irányba, főként mivel a legtöbb esetben burkolatbontási és ezzel együtt forgalomirányítási feladatokkal is együtt jár. További problémát jelent az általános faültetési gyakorlathoz képest mért nagy helyigénye. Ahogy fentebb is részletezésre került, átlagosan több 10 négyzetméter területigénnyel kell számolni a jelenleg kötelező 2,25 négyzetméterhez képest. Ez sokszor a felszín feletti városi struktúra tekintetében sem tud megvalósulni (épületek, építmények elhelyezkedése), de leggyakrabban a földalatti közművek korlátozzák be a megépíthetőségét. Végezetül pedig mivel még újkeletű dolog, legalábbis itthon, ezért kevés a tapasztalat és értékelés született a hasznosságát tekintve, a köztudatba még nem igazán került be, amely általános ócodást generál.



### 5.1.3. A bioszenet és a termőföldet alkalmazó faültetési technológiai irányzat értékelése

A két technológia – bioszenes vagy termőföldes – esetén alapvetően az ár és a hatékonyság a két fő értékelendő irány. A bioszénrel és komposzttal készített finomszubsztrátum hatásfokát tekintve előremutatóbb a felkutatott források, tapasztalatok, külföldi szakmai vélemények és tudomány jelenlegi álláspontja alapján. Az is meggyőző, hogy nyugaton minden országban erre álltak át.

Magyarország azonban sajátos helyzetben van. Egyrészt rendelkezik valóban kiváló minőségű termőföldekkel, másrészt a bioszén szűk elterjedése igen nagy költségnövekedést okoz. Közel azonos fajlagos költségek esetén nem lenne kérdés számomra a bioszenes megoldás prioritizálása. Azonban nézetem szerint minden esetben, így a zöldfelület-fejlesztésben és a faültetéshez kapcsolódó beruházások esetében is az ár-érték arány a legmeghatározóbb szempont. Vajon tud-e valóban annyival többet az újított technológia, mint amennyivel jelenleg még növeli a fajlagos költségeket? Erre bizonyára csak évek múltán, sok gyakorlati megvalósulást követően fogunk tudni válaszolni. Ami biztos, legyen szó egyik vagy másik irányzatról is, önmagában hatalmas előrelépést jelent a fák életfeltételeinek javításában.

Nem mindig és minden esetben az SFR a legjobb megoldás. Számos előnye miatt megkérdőjelezhetetlen a létjogosultsága a hazai zöldfelületfejlesztésben és favédelemben, kiváltképpen az értékes, de rossz körülmények között fejlődő fák életminőségének javításának szempontjából. Főbb alkalmazási területei a burkolt, számos funkcióval rendelkező területek, ahonnan a felszíni csapadékot még be is tudjuk vezetni a szerkezeti talajba. Ilyen területek lehetnek a városi terek, sétányok, allék, szűkebb utcák, széles járdafelületek. Komoly előkészületeket és forrástanulmányozást, átgondolt tervezést igényel legtöbbször, azonban összességében sokrétű előnyökkel rendelkezik, így megtérülő beruházás lehet hosszú távon. Ami biztos, hogy az ilyen irányú fejlesztéseket sokszorozítani kell, folyamatosan újabb és újabb projekteken keresztül lehet tökéletesíteni, és valós eredményt meghatározni.

### 5.2. Javaslatok meglévő fák stockholmosításának érdekében

Ebben a munkarészemben a meglévő fák stockholmosításának a technológia gyakorlati alkalmazási lehetőségére teszek javaslatokat. Céлом egy útmutató, módszertan kialakítása, a *MSZ 12042 Fák védelme építési területen c.* szabvány és az ebből írt útmutató, az ausztriai HBLFA Schönbrunn und Österreichische Bundesgärten szervezet „Schwamstadt” – magyarul szivacsváros – projektet vezető csapat anyagai, szóbeli adatközlései (Schmidt, Murer, 2022) és tapasztalatai alapján.

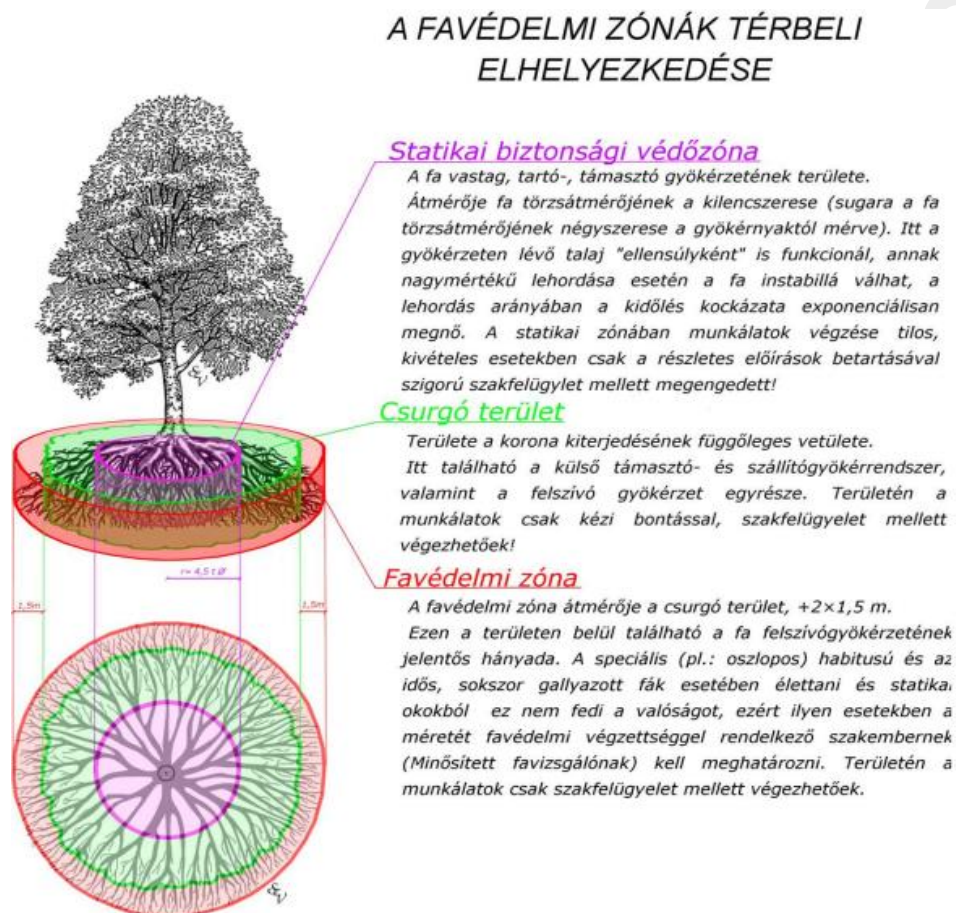
Ugyan külföldön már bevett szokás, itthon még sok a kérdőjel, nincs kifejezett konszenzus, hogy hogyan is kellene meglévő fák esetében intézkedni. Mivel azonban maga az SFR kezd elterjedni és a meglévő fák stockholmosításának esetére is van már hazai gyakorlati példa is (Bakáts utca, Bakáts tér környezetrendezése), így mindenképp fontos egy technológiai egységesítés.

A bécsi szakemberek szerint kellő körültekintéssel és elővigyázatossággal, a megfelelő intézkedések mellett bármilyen méretű és korú fát lehet és érdemes utólagosan is Stockholm Rendszerezni, amit a stockholmi

tapasztalatok is alátámasztanak. Hazai gyakorlatban a Bakáts téren 25 cm nagyobb törzsátmérővel rendelkező fák esetében nem alkalmazták a technológiát (Cserna, szóbeli közlés, 2022). Ezek alapján, valamint a kevés gyakorlati példa okán, ezek összemossott változatát gondolom célszerűnek.

### 5.2.1. Betartandó alapszabályok a stockholmosítás érdekében

Mint minden gyökérszónában történő beavatkozásnak, ennek alapját is a MSZ 12042 szabvány szerinti favédelmi zónák adják, amelyek meghatározzák a végezhető beavatkozásokat (16. ábra). Minden ilyen irányú munkavégzés teljes ideje alatt hivatásos faápoló és favizsgáló szakember szakfelügyelete szükséges.



16. ábra: Favédelmi zónák (MSZ 12042)

A meglévő fák stockholmosítási technológiájának lényege, hogy a fentebb részletezett szerkezeti talaj a fa köré kerül, azt utólag alakítják ki. Ezáltal a burkolt felületek alatt is ideális méretű, megfelelő gyökérélettér alakítható ki. Ennél fogva az utólag kialakított stockholm rendszer minimális technológiai eltéréseket tartalmaz az új telepítésű fákna alkalmazott SFR-hez képest. A favédelmi zónákat tekintve a csurgóterület a lényeg. A munkagödört addig kell a fa törzse felé ásni, hogy a felszívó gyökerek hosszabb szakaszai belelógjanak, legalább 50 centiméterrel. Fontos és lényegi szempont, hogy megfelelően elérje a fa az így kialakított minőségi ültetőközeget már a kezdetekben is, ezáltal segítve a fa állapotjavulását és tovább terjeszkedését. A statikai védőzónát alap esetben tilos bolygatni, ottmunkát végezni. Azonban – ahogy a Bakáts téren is volt rá példa – amennyiben nem található gyökérzet, úgy egyéni mérlegeléssel és körültekintéssel lehetséges.

### 5.2.2. A stockholmosítást megelőző favizsgálatok javaslata

A gyökérzet -a tápanyagfelvétel mellett - a fa stabilitásáért, valamint állékonyságáért is felelős, így minden, a gyökérzetet érintő beavatkozás esetén fokozott, erre irányuló előzetes vizsgálatok szükségesek. Első körben vizuális favizsgálat készítése szükséges. Elsődleges a fa alapadatainak és egészségügyi állapotának felmérése – különös figyelemmel a korhadásokra, repedésekre, valamint a ferde növekedésre, külpontosságra -, a fa környezeti állapotának felvételezése, mivel ez határozza meg a további lépéseket. A fa alapvető statikáját befolyásolható beavatkozásról van szó, a vizuális favizsgálat alapján, valamint kortól, mérettől függően indokolt dinamikus gyökérvizsgálat és/ vagy gyökér térképezés, a kiterjedésének, stabilitásának meghatározása érdekében.

Amennyiben a teljes körű vizuális favizsgálat alapján a fa jó állapotú, nem található veszélyeztető tényezőre (nincs korhadás, nem külpontos, vagy erősen ferde növekedésű) utaló jel, úgy 25 cm törzsátmérő alatt nem szükséges további statikai vizsgálat. 25 cm felett csak akkor engedélyezhető a stockholmosítás, ha a fa jó állapotban van a felmérések szerint, de ez esetben is kötelező a gyökérzet állapotfelmérése húzóvizsgálattal vagy gyökérszkennelrel.

Amennyiben az eredmények alapján engedélyezhető a tevékenység, úgy megkezdődhet a munka.

### 5.2.3. A stockholmosítás javasolható kivitelezési munkaelőírásai

Kivitelezés közben maximális körültekintés és odafigyelés szükséges, ahol elsődleges feladat a gyökérzet védelme és a fa állékonyságának biztosítása.

25 cm alatti törzsátmérő esetén burkolat felszedése közben a munkálatok teljes ideje alatt a fa három pontos biztosítása szükséges karózással, megtámasztással vagy lehorgonyzás által. 25 centiméter felett a biztosítás mellett a burkolt felületet csak szakaszosan szabad eltávolítani, a hirtelen súlycsökkenés okozta dőlésveszély miatt.

A favédelmi zónában nehézgépekkel munkát végezni tilos, a munkagödört kézi, esetleg levegős fújó, vagy szívó berendezéssel szabad kialakítani kívülről a fa törzse felé haladva egészen a felszívó gyökerekig.

A felszínre került gyökérzetet azonnal takarni kell kókuszrosttal vagy geotextiliával és folyamatosan nedvesen kell tartani. A gyökérzetet szándékosan elvágni, elszakítani szigorúan tilos.

Az esetleges gyökérsérülést azonnal el kell látni, a keletkezett sebeket megfelelően kezelni kell.

Gyökérszakadás esetén a szakadt gyökérvéget szakszerűen vissza kell metszeni és szintén kezelni kell.

A szabad levegőre került gyökérzetet a lehető leghamarabb vissza kell temetni, majd alapos beöntözést kell végezni.

#### **5.2.4. A stockholmosítás javasolható utómunkái, fenntartási munkái**

A Stockholm Faültetési Rendszer megfelelő kialakítása után a burkolat rétegrend mielőbbi visszaépítése szükséges.

Lehetőség szerint a szerkezeti talaj feletti burkolatot teljes egészében, de legalább részterületeken víz- és légáteresztő elemekkel kell kialakítani.

A burkolatépítés után újabb ellenőrző statikai vizsgálatot kell végezni. Amennyiben kockázatra utaló eredményt jön ki a vizsgálat, a 3 pontos biztosítást fenn kell tartani és egy év múlva ismételt ellenőrzés szükséges.

Megfelelő eredmény esetén a biztosítás elbontható.

A levegőzgető aknákat legalább negyedévente kotrással tisztítani kell, vagy felső szűrőrács beépítése szükséges.

A burkolatot, annak fugáit évente magasnyomású vízmosóval ki kell tisztítani.

## 6. Összefoglalás

A városi népesség, az élhető városi környezet számára elengedhetetlen a megfelelő mennyiségi és minőségi zöldfelület. Ezek fő elemei a fák, melyek folyamatos káros hatásoknak, nehezítő tényezőknek vannak kitéve. A városi éghajlat száraz, a levegő szennyezett, a fák gyökérélettere pedig kicsi. Talajuk tömörödött, ezáltal levegőtlen és száraz, tápanyagban szegény, ami a legfőbb probléma, mivel a gyökérzet állapota a fa vitalitásának alapja. Ezek a problémák fokozottan jelentkeznek a már meglévő, burkolt környezetben élő fák esetében, amelyeknek az ökoszisztéma szolgáltatásai azonban a legjelentősebben érzetik hatásukat, így kulcsfontosságú a gyökéréletterük állapotának javítása. E fák többsége gyenge, vitalitásuk és a külső tényezőkkel – mechanikai sérülések, fertőzések - szembeni ellenálló képességük alacsony, könnyebben betegszenek meg hamarabb pusztulnak el.

Kutatásaim alapján elmondható, hogy számos technológiai megoldás áll rendelkezésre a gyökérzet életterének javítására, egészen a komplex műszaki megoldásokig (levegőztető kutak kialakítása vagy éppen a Stockholm Faültetési Rendszerű utólagos kialakítása). Ugyanakkor hatékonyságukkal és komplexitásukkal arányosan költségesebbek és összetettebbek is ezek a módszerek, így mindenképp mérlegelést igényel, hogy melyiket alkalmazzuk. Dolgozatom rámutat arra, hogy a valódi és hatékony javulás érdekében minden esetben szükséges a burkolat kezelése, felbontása és/vagy cseréje. Egy technológia akkor tekinthető igazán sikeresnek, ha önfenntartó, tehát elég egyszer, vagy csak nagyon ritkán elvégezni, valódi és komplex megoldást nyújt és járulékos előnyökkel jár együtt. Szakdolgozatomban a kutatott megoldások közül ezeknek az irányelveknek felel meg a Björn Embrén által kidolgozott, mára már számos európai országban elterjedt és itthon is alkalmazott Stockholm Faültetési Rendszer. A tápanyagban dús közeggel kitöltött szerkezeti talaj révén segíti a megfelelő gyökéréletter kialakítását és megtartását, a fák gyökereinek megfelelő fejlődését, még burkolt, aktívan használt városi környezetben is. Megállapítást nyert, hogy gyorsabb a megeredés és a kezdeti növekedés, valamint valódi koronamagasság jellemzi az így ültetett fákat, az utólag stockholmosítottak pedig új erőre kapnak már egy-két év múltán. Kiváló csapadékvíz-kezelési tulajdonsága mellett rezgéscsillapító és felülethűtő hatással is szolgál, ami további jelentős előnyökkel jelent városi környezetben. Dolgozatomban a korlátozó tényezőket is feltártam. Alkalmazását leginkább a magas fajlagos költség, sokszor a nem megfelelő szaktudás, felszíni és felszín alatti – közművek okozta – helyhiány nehezítik, valamint fontos a szemléletmódbeli változtatás is. Meglévő fák esetében pedig leginkább a tapasztalat és gyakorlat hiányából fakad egy általános óvatosság, kételkedés a technológiával kapcsolatban, pedig külföldön szép eredménnyel régóta sikeresen alkalmazzák.

A külföldi és – kevéske – hazai tapasztalat, szakirodalmak, a favédelmi szabvány, valamint a kutatásaim eredményéből kialakított következtetéseim alapján készítettem el javaslatomat egy gyakorlati útmutatóra, ami megfelelő kiindulási alapként szolgálhat a meglévő fák stockholmosításának módszertani útmutatójához. Ebben az előkészítő, kivitelezési és utógondozási munkálatokkal kapcsolatosan fogalmazok meg előírásokat, korlátozásokat, betartandó szabályokat. Mindenképpen további gondolkodást, részletezést igényel, mert a technológia

egyértelműen érdemes a használatra, de igazán csak újabb és újabb megvalósult gyakorlati példán keresztül ismerhetjük meg igazi lehetőségeit, előnyeit és korlátait is.

Ludvígh Bertalan

## 7. Köszönetnyilvánítás

Szagdolgozatomért, képzés lehetőségéért és minőségéért sok személynek jár köszönet, akik nélkül ez nem sikerült volna. Elsődlegesen is szeretnék köszönetet mondani a szakképzés összes oktatójának, akik ezt a csodálatos tudományt átadták számunkra, idejüket áldozva a legjobb tudásuk szerint. Kifejezett köszönet jár két konzulensemnek, akik sok segítséggel és tudással láttak el. Sütöriné Diószegi Magdolnának, aki nemcsak szakmailag támogatott, de az egész képzést és szakdolgozatírást operatív szempontból is végigvezette, lankadatlan kedvességgel és lelkesedéssel ált mindig rendelkezésünkre, rendelkezésemre. Másik konzulensemnek, Nagy Pálnak, aki szakmai tudásával, tapasztalatával és helyszínek biztosításával járult hozzá szakdolgozatom minőségének javításához.

Köszönöm a külföldi és hazai szakembereknek a kiemelten fontos személyes beszélgetéseket, tudásátadást, akik szóbeli közléseikkel segítették tanulmányomat és dolgozatom megírását.

Végül, de nem utolsó sorban családomnak a motiválásért, és kifejezetten kedves páromnak jár a köszönet, aki lelkiileg támogatott és segített a mindennapokban, amikor a tanulmányaimra kellett koncentrálni.

## 8. Irodalomjegyzék:

### Könyvek, folyóiratok, kiadványok

Arboriculture & Urban forestry. 2019. Scientific Journal of the International Society of Arboriculture Volume 45, No. 6, November 2019, ISA

Balder, Hartmut. 1998. Die Wurzeln die Stadtbäume; Parey Buchverlag Berlin

Csizmadia D. 2018. Zöldinfrastruktúra füzetek 3., 'Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken,

Björn E. 2009. Planting Beds in the City of Stockholm, A Handbook. City of Stockholm.

Björn E. 2016. Planting Urban Trees with Biochar. The Biochar Journal 2016, Arbaz, Switzerland.

Dr. Farsang A. 2011. Talajvédelem, Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet

Gary W. 2014. Tree planting, second edition, International Society of Arboriculture, Martin Grapics, USA

Herr H. 2009. A fák és a környezettervezés kapcsolata, faszemléletű tervezési megoldások

Hilbert és társai. 2019. Hilbert, D.R., L.A. Roman, A.K. Koeser, J. Vogt and N.S. van Doorn (2019). Urban tree mortality – A literature review. Arboriculture & Urban Forestry Vol. 45(5):167–200

Jeff L. Wayne L. 2010. Teaming with microbes, Timber Press, China

Kiác és társai. 1980. Zöldfelületek fenntartása, Mezőgazdasági kiadó, Budapest

Lukács Z. 2020. Faápolás, Garden Kft. Budapest.

Lukács Z. 2019. Útmutató a fák védelméről építési területen, jegyzet

Ongjerth et és társai. 2011. Városlíma kalauz; Magyar Urbanisztikai Tudásközpont Nonprofit Kft.

The Trees and Design Action Group – TDAG. 2014. Trees in Hard Landscapes: A Guide for Delivery. Trees and Design Action Group. London.

Urban J. 2010. Minimizing the Effects of Salting on Urban Trees

Bardóczi S. és társai. 2018. Zöldinfrastruktúra füzetek 4.- Városi fák és közművek kapcsolata (2019), Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatal, Budapest

Stefanics B., Ráskai-Kiss D., Sógor G. 2021. Zöldinfrastruktúra füzetek 6. – Fahelyek és zöldsávok védelme a városi utak mentén, Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatal, Budapest

### **Szabványok:**

MSZ 12042 Fák védelme építési területen szabvány



MSZ 12172:2019 Díszfák és díszcserjék ültetése települések közterületein szabvány

**Internetes források:**

Internet 01: <https://stockholmtreepits.co.uk/> - tree pits with structural soil practice note

Internet 02: [https://www.agraroldal.hu/bioszen\\_img-5.html](https://www.agraroldal.hu/bioszen_img-5.html)

Internet 03: <https://magyarmezogazdasag.hu/2020/02/07/bioszen-es-klimavaltozas-milyen-lehetoseget-kinal-novenyi-szen>

Internet 04: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800346.kor>

Internet 05: <https://zoldeb.hu/varosi-kutyak-helyzete-magyarorszagon/>

Internet 06: [https://index.hu/belfold/budapest/2018/07/27/faapolas\\_fokert\\_facsonkolas\\_fovaros/](https://index.hu/belfold/budapest/2018/07/27/faapolas_fokert_facsonkolas_fovaros/)

Internet 07: [LUWA systeem | Greenmax groenoplossingen](http://LUWA_systeem_|_Greenmax_groenoplossingen)

Internet 08: <https://sfbiochar.com/docs/urban/More-porosity-with-stone-biochar-compost.pdf>

Internet 09:

[https://www.tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/22.06.15\\_the\\_stockholm\\_system\\_biorn\\_embren.pdf](https://www.tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/22.06.15_the_stockholm_system_biorn_embren.pdf)

Internet 10: [https://sfbiochar.com/docs/urban/Planting\\_Urban\\_Trees\\_with\\_Biochar.pdf](https://sfbiochar.com/docs/urban/Planting_Urban_Trees_with_Biochar.pdf)

Internet 11: <https://www.agrarszektor.hu/allat/20220114/meglepo-eredmennyel-zarult-a-kutatas-mar-ennyien-tartanak-kutyat-magyarorszagon-35146>

**Szóbeli közlések:**

Bardóczi Sándor, Budapest Főtájépítész, 2022

Fülöp Viktor, Garden Kertészeti Kft. Telefonos megbeszélés, 2023

Szaller Vilmos, Szaller Vilmos, faállomány fejlesztési szakértő, Faállományi Főosztály, Fafejlesztési osztály, Szakképzés, 2022

Stefan Schmidt, Erwin Mürer, HBLFA Gartenbau Schönbrunn Díszkertész Szakmai Napok, Balatonfüred; Szóbeli konzultációk, 2022

Cserna Hajnalka, Ferencváros Főkertésze, Bakáts tér helyszínelés 2022

Szőllősi Gábor, Gardenfutura ügyvezető, 2022

## Ábrajegyzék

1. ábra. Gépjármű talajtömörítő hatása.....	9.o
2. ábra. A gyökérélettér felszínének túlzott burkolása .....	9.o
3. ábra. Sérült felszínre került gyökérzet.....	10.o
4. ábra. Törzs mechanikai sérülései, kutya kártétel.....	11.o
5. ábra. Talajszellőztető lyuk szerkezeti felépítése.....	15.o
6. ábra: talajszellőztető berendezés.....	16.o
7. ábra: Tápanyagkutak alkalmazása.....	19.o
8. ábra. Függesztett burkolat sematikus ábra.....	22.o
9. ábra. Stockholm Faültetési Rendszer ajánlott méretezése.....	23.o
10. ábra. Stockholm Faültetési Rendszer felépítése.....	24.o
11. ábra. Stockholmi fa 2002-ben (bal) és 2013-ban (jobb), utólagos stockholmosítás után.....	26.o
12. ábra. Stockholmi fa 2010-ben (bal) és 2012-ben (jobb), utólagos stockholmosítás után.....	26.o
13. ábra. Stockholm rendszeres Faültetési technológia sematikus ábrája meglévő fák esetében.....	27.o
14. ábra. Meglévő fa stockholmosítása Stockholmban.....	28.o
15. ábra. Bakáts utcai meglévő fák stockholmosítása.....	29.o
16. ábra: Favédelmi zónák.....	33.o

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Ludvigh Bertalan  
A Hallgató Neptun kódja: HAQY97  
A dolgozat címe: Meglévő városi fák gyökérélettér -javításának lehetőségei, különös tekintettel a stockholmosítás módszertanára  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens tanszék 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, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

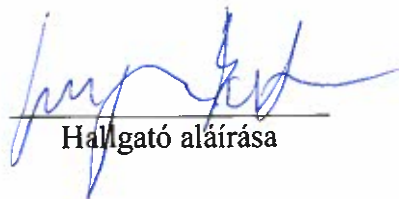
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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 szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év 05 hó 02 nap



Hallgató aláírása

## KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Ludvigh Bertalan (hallgató Neptun azonosítója: HAQY97) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2023. április 26.

  
Belső konzulens