

SZAKDOLGOZAT

Tóth Dávid

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet

Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

**Favizsgáló és Faápoló szakmérnök szakirányú
továbbképzési szak**

**Öntözési lehetőségek a faápolásban öntözőzsákok lefolyási
sebességének mérésével**

Belső konzulens: Sütöriné dr. Diószegi Magdolna
egyetemi adjunktus

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

Külső konzulens: Markovics István

Készítette: Tóth Dávid

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	3
1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. A fák és a víz kapcsolata	7
2.1.1. A fák gyökérzetének jelentősége, feladata, felépítése	7
2.1.2. A fák törzsének szerkezete	9
2.1.3. A fák koronájának felépítése.....	10
2.1.3.1. A koronaalap.....	11
2.1.3.2. A fák koronájának tartószerkezete.....	11
2.1.3.3. A korona tartószerkezetén elhelyezkedő képletek.....	11
2.1.4. A fák fejlődését, törzsvastagodását, növekedését befolyásoló környezeti tényezők.....	12
2.1.5. A víz és a vízben oldott tápanyagok útja a fában	14
2.1.6. A növények és fák víztartalma	15
2.2. Víz a talajban	16
2.2.1. A különböző talajok vízmegtartó és áteresztőképessége.....	16
2.2.2. Vízformák a talajban.....	17
2.3. A városok környezeti viszonyainak rövid bemutatása	18
2.3.1. Vízfelvétel	18
2.3.2. Csapadék a városban	19
2.4. A fák öntözésének lehetőségei	19
2.4.1. A fák beiszapoló öntözése	19
2.4.2. Öntözőgyűrű	20
2.4.3. Dréncsöves öntözés	21
2.4.3.1. A mannheimi módszer.....	21
2.4.3.2. A stuttgarti módszer	21

2.4.3.3.	Dréncső rendszerek	22
2.5.	Automata öntözés	24
2.5.1.	Felszíni automata öntözés	24
2.5.2.	Felszín alatti automata öntözés	25
2.6.	Öntözőzsák	26
2.6.1.	Az öntözőzsákok típusai	27
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER	30
3.1.	Anyag	30
3.1.1.	Az alkalmazott öntözőzsák típusok:	30
3.1.2.	Az öntözőzsák lefolyását biztosító asztal	30
3.1.3.	Mérőeszközök	30
3.2.	Módszer	31
4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	32
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	35
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	37
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	39
	IRODALOMJEGYZÉK	40

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Az újonnan telepített fák az ültetést követően, az egyre szárazabb klíma, a magyarországi éghajlat miatt öntözést igényelnek. A gyakorlat azt mutatja, hogy öntözés nélkül nagy állománypusztulás következik be a telepítés utáni időszakban. A fák megtartása érdekében egyre nagyobb szükség van a fasorfenntartás keretein belül az öntözésre. A fa egyedi értékének kiszámításából látható, hogy egy fa ültetésével és megfelelő ápolásával mekkora értéket teremtünk a jelenkor és az utódaink részére is. Az ültetési költség és a faápolás hiánya miatti esetleges állomány-pusztulás utáni újra telepítése messze túllépi azt az összeget, mint amibe egy fa folyamatos és szakszerű ápolása kerül. Nyilvánvaló, hogy a megfelelő faápolás számottevően gazdaságosabb, mint az elhalt fák folyamatos cseréje. A fának kiváló élettani hatásai, úgynevezett ökológiai szolgáltatásai a városlakók számára jelentősek. A fák oxigént állítanak elő, megkötik a szén-dioxidot, mérsékelik a talajrezgéseket és kedvezőbbé teszik a városi mikroklimát. Hűvösebbé teszik az alattuk elhelyezkedő területet az árnyékukkal. Akár 6-7 fokkal hűvösebb van egy fa alatt, mint a napon. Az egyik nagy érdekünk az is, hogy a nagy fokú városi szennyeződést mérsékljük, a port is megkötik. A lombzat úgy viselkedik, mint egy szűrő, amit az esők lemosnak és utána újra üzemképes (Radó, 1981).

A víz a földi élet egyik alapfeltétele. Nem csak az emberi és állati szervezet elengedhetetlen része, de a növényeknek is szükségük van rá az életben maradáshoz. A víz nagymértékben fontos szerepet betöltő kémiai anyag, a Föld vízburkának alkotórésze, a világ óceánjai és tengerei is ebből állnak.

Kiváltképpen a nyári forróságban mindannyian több folyadékot igénylünk. Növényeinknek is hasonló szükségletei vannak, csak ők kiszolgálásra szorulnak. Sajnos a legtöbb esetben a fáinkra kevesebb gondot fordítunk, nem öntözzük őket kellő mennyiségben. Legnagyobb veszélyben a facsemeték vannak, melyek könnyebben kiszáradnak, mert a gyökereik még a felszín közelében tartózkodnak. Ezért is kiemelkedően fontos a rendszeres öntözésük a városi környezetben is.

Úgy gondolom, hogy a jelen és a jövő szakembereinek különösen fontos feladata a lehetőségekhez képest maximálisan törekedni arra, hogy a fák számára az optimális életfeltételeket biztosítsák. Különösen fontos dolognak gondolom a jelenleg uralkodó klímaváltozáshoz történő alkalmazkodást. Jelenlegi világképünkben jelentős szerepet játszik a víz – mint élet alkotó elem –, de muszáj okosan és bölcsen gazdálkodni vele, hiszen véges a

menyisége ezen a bolygón. Szakdolgozatomban ezért is szeretnék ezzel a témakörrel foglalkozni, hogy tudjunk utat mutatni e-téren az előbbre haladáshoz.

Célul tűztem ki, hogy a szakdolgozatomban bemutassam a jelenleg ismert fa öntözési lehetőségeket. A módszerek közül az öntözőzsákos technológia részleteit szeretném részletesen kifejteni. Szakdolgozatomban arra keresem a választ, hogy az eltérő űrtartalmú, különböző vízáteresztő képességű öntözőzsákok mennyi idő alatt és milyen mértékben engedik ki a vizet.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A fák és a víz kapcsolata

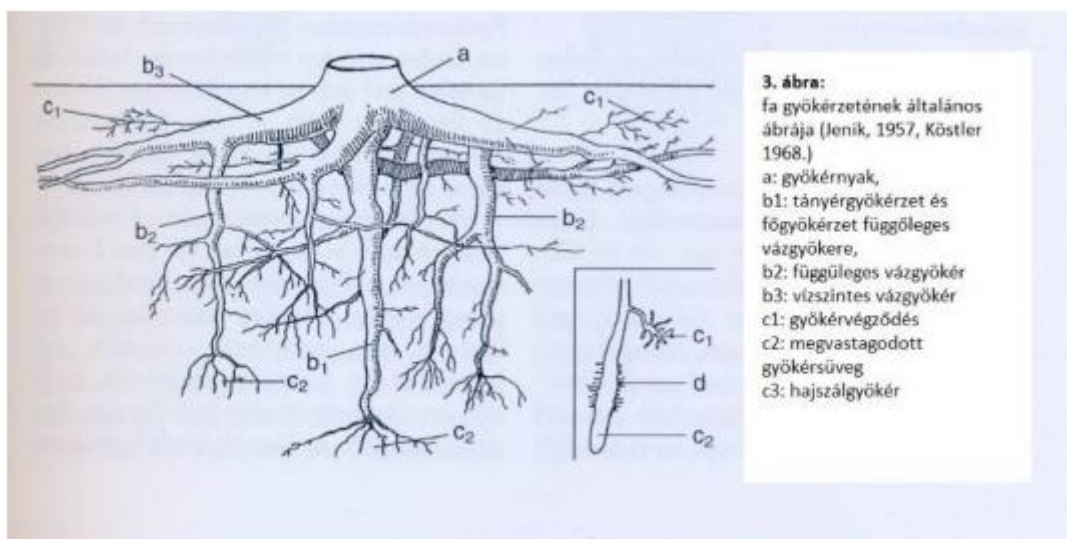
A növények az anyagszállítást (vízben oldott ásványi anyagokat) a gyökérrendszeren keresztül veszik fel, a törzsön továbbjut, a korona legfelső részéig, úgymint a levelekhez és a csúcs merisztéma szöveteihez. A transzport mindkét irányba lezajlik, lefelé az asszimiláció által előállított termékek a gyökerekbe jutnak és elraktározódnak. A folyamatban döntő szerepe van a fák mechanikai és fejlődési képességeik kialakításában (Hess, 1979).

2.1.1. A fák gyökérzetének jelentősége, feladata, felépítése

A fák gyökérzete két fő feladatot lát el, ezek a lehorgonyzás a talajhoz, valamint a tápanyag- és vízfelvétel. De ezen felül más teendőket is ellát, például növekedési hormon előállítás, táplálék raktározást, mikorrhiza gomba kapcsolatok kialakítását. Egyértelmű, hogy egy esetleges gyökérsérülés nagymértékben megváltoztatja a fa statikáját, fejlődését vagy az ellenállóképességét a károsító tényezőkkel és a kártevőkkel szemben (Balder, 1998).

A gyökér felépítése lényegében megegyezik a törzsével (1. ábra). A gyökerek rendelkeznek interfaszczikuláris kambiummal, kéregrésszel és farésszel is. Viszont bélszövetet soha nem tartalmaznak, ezenfelül normális, színes gesztjük sincsen. Mindemellett a gyökereknek több parenchymasejtje és kevesebb rostsejtje van. A törzzsel ellentétben a gyökérben nem ismerhetők fel az évgűrűk. A gyökérnyaknál a gyökér és a törzs szövetei között egy anatómiai átmeneti zóna fejlődött ki (Shigo, 1994).

1. ábra: A gyökérzet általános felépítése (Balder, 1998)



A növényi embrió az első fejlődési szakaszában egy főgyökeret nevel. Ezt követően négy mellék-gyökér fejlődik, a főgyökérre merőleges irányban, amelyek a tuskóból indul el (Reubens et al, 2011). Zobel és Waisel (2010) ajánlása szerint a gyökérzet általános felépítésének nevezéktanát a következő négy fő kategóriára oszthatjuk:

1. A főgyökér vagy elsődleges gyökér, amely a magból ered és általában pozitív gravitációs irányú,
2. a főgyökérből elágazó oldalgyökerek és azok elágazásai, mind függőleges és vízszintes irányban,
3. a hajtásgyökerek és
4. a hipokotilból kiinduló bazális gyökerek, amelyek a hajtás és a főgyökér között helyezkednek el (Danjon és Stokes, 2013).

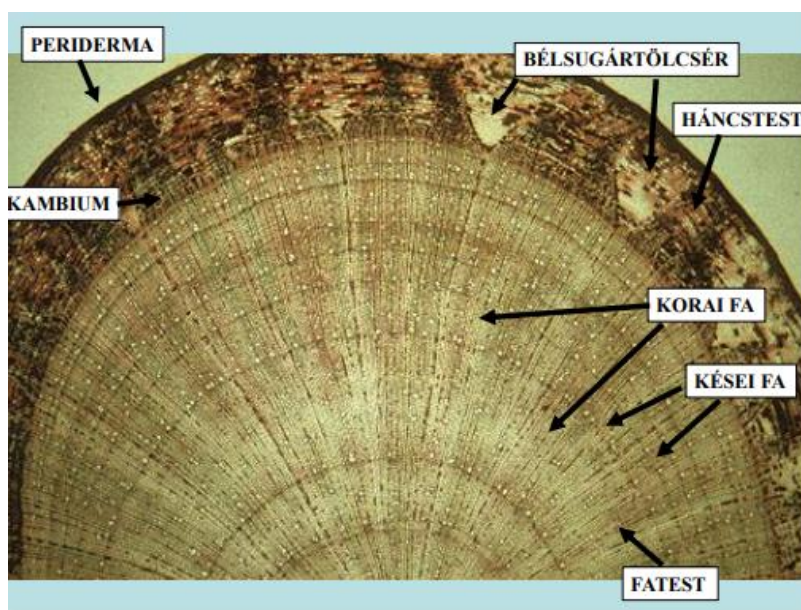
Az éghajlati viszonyok közül a talajhőmérséklet meghatározó szereppel bír a gyökerek szempontjából. A gyökérfejlődés csak fagymentes talajban lehetséges, ezért télen általában szünetel. 4 Celsius-fok szükséges általában a fák gyökérnövekedéséhez. A gyökérnövekedés 20 Celsius-fok körüli hőmérsékleten a legjobb. A városokban a gyökértevékenységet az épületek okozta árnyékolás, a talajnedvesség, a légmozgás és a tömörödöttség befolyásolja. A fás növényeknek megfelelő talajnedvességre van szükségük ahhoz, hogy a finom gyökereik növekedése ne torpanjon meg. A gyökérzet növekedését alapvetően meghatározza a talaj víztartalma. Ha a talajvízszint alacsony, a gyökerek mélyre fognak hatolni; ha magas, akkor sekélyen elhelyezkedő gyökerek fejlődnek. A talaj nedvességtartalma szorosan összefügg a talajban lévő levegővel. Amennyiben a talaj oxigénszegény és szén-dioxidban gazdag, a gyökérnövekedés leáll, melynek következménye a gyökerek fulladását okozó tartós oxigénhiány. A talaj tápanyagtartalma hatással van a gyökérzet térfogatára és szerkezeti átalakulására. A három alapelem közül a nitrogén a legfontosabb a gyökerek számára. Megfelelő nitrogénellátottság esetén a gyökértömeg nő és az elágazások száma is növekszik. A laza talajokban a közepes és nagy szerkezeti egységek dominálnak, így a talaj szilárdsága kisebb és a gyökércsúcsoknak adott a növekedés lehetősége, ezáltal hosszú finomgyökerek jönnek létre. A talaj tömörödöttsége lerontja a gyökérfejlődést, és a finomgyökerek többnyire sűrűbben alakulnak ki. Minden fafajnak van egy genetikailag meghatározott gyökér-korona aránya. Némely környezeti tényező hatására azonban ez az arány némileg eltérhet. Az élőhelyek változó tápanyag-ellátottsága azt okozza, hogy az arány csökkenő talajminőséggel módosul a gyökértömeg javára: agyagos talajban 2:1-től, 1:1-ig homokos talajban. A fák gyökereinek

élettani funkciója a talajból történő víz- és tápanyagfelvétel, a szerves tartaléktápanyagok tárolása és a növényi hormonok termelése. Mechanikai szempontból a gyökerek felelősek a fa talajhoz való rögzítéséért. Ezeket a funkciókat a gyökérrendszer eltérő részei látják el. A vízfelvétel csak a legfinomabb gyökerek nem megfásodott részeinek rhizodermiszén keresztül történhet. A gyökérszőrök csak néhány napig élnek, és a gyökércsúcs többször is átalakul. Tehát a vízfelvevő gyökér ereje szorosan összefügg annak növekedésével (Balder, 1998).

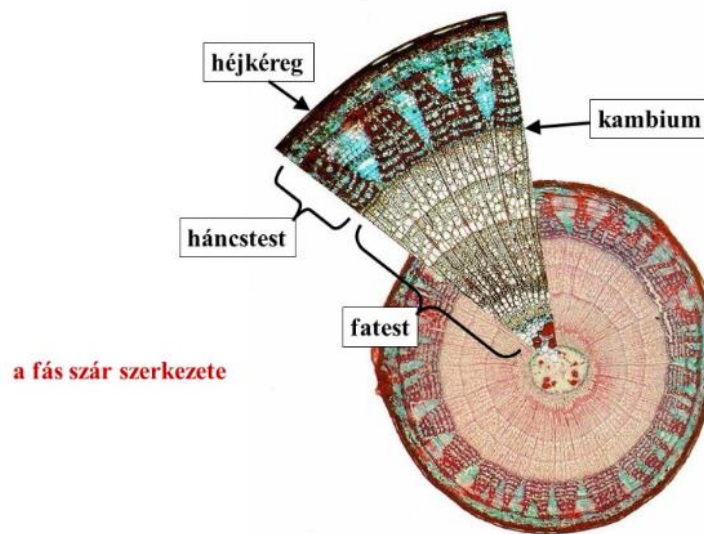
2.1.2. A fák törzsének szerkezete

A fás növények évszázadokig, sőt évezredekig is életben maradhatnak. Szállító szöveteik folyamatosan alakulnak, amit *Tilia* (2. ábra) vagy *Ricinus* típusú vastagodásnak nevezünk, ez a folyamat révén a törzsük megvastagodását eredményezi. A mérsékelt éghajlaton növő fák az évszakok váltakozása miatt évgyűrűszerkezetet hoznak létre. Ez a szerkezet tükrözi a fa életében bekövetkező különböző változásokat, legyenek azok éghajlati (lehűléses, aszályos és csapadékos időszakok) vagy más környezeti tényezők (Grissino-Mayer 2003).

2. ábra: *Tilia* típusú törzsvastagodás (Internet 1)



Az évgyűrűk az összes, egy év alatt keletkező xilém elemekből (protoxilém, másodlagos xilém, tracheák) állnak össze. A nyugalmi időszak után a fák vízfelvétele felgyorsul a lombzat kialakulása és a vegetatív időszak kezdete miatt, amikor nagyobb üregű és viszonylag vékony falú sejtek alakulnak ki. Ősszel a vízfelvétel intenzitásának csökkenésével szűkebb, megvastagodott falú sejtek képződnek. A tavaszi és az őszi pászták váltakozása alakítja ki a fák törzsének gyűrűs szerkezetét (3. ábra).



Télen a sejtkepződés megszakad, kialakul az évgyűrűhatár, és a tavaszi pásztával megkezdődik az új évgyűrű képződése. A nyitva- és zárwatermő fatest fás részeinek összetételében számottevő eltérések láthatók. A nyitwatermők jellemzője a homoxyl, a zárwatermők pedig a heteroxyl fatesttípus. A homoxyl (homogén xilém) fák nem tartalmaznak külön szklerenchimatikus szilárdító rostokat, egy viszonylag kis átmérővel rendelkező sejt alkotja, amit tracheidának nevezünk. A tracheida nem csak a szállításért felelős, hanem a fatest szilárdítását is biztosítja. A nyitwatermők felhasználási szempontból puhafának minősíthetők, mert a fatestet építő sejtfaalak több cellulózt és kevesebb lignint tartalmaznak. A heteroxyl (heterogén xilém) fák esetén az évgyűrűk szerkezete szerint két típust különböztetünk meg. Az ún. gyűrűs likacsú fáknál (pl. akác) a nagyobb átmérőjű tracheák képződése csak a tavaszi pásztára tehető, míg az őszi pásztában csak szűkebbek alakulnak ki. A szórt likacsú fákban (pl. dió) a korai és a késői pásztában egyenlő arányban, egész évben viszonylag egyöntetűen képződnek a kisebb és nagyobb átmérőjű tracheák. A zárwatermőkön belül megkülönböztethető a kemény és a puha fa, a lignin és cellulóz arány által. A puhafák gyorsabban nőnek, nem alakul ki geszt (geszt: A fának azon belső része, amely nem vesz részt a szállítási folyamatokban, évgyűrűvel rendelkezik), viszont az odvasodás gyorsabb lefolyású. A kemény fák lignintartalma magas, lassabban növekednek és odvasodnak (Bóka et al, 2007).

2.1.3. A fák koronájának felépítése

A fák koronáját három nagyobb felépítési egységre lehet osztani:

- Koronaalap
- Tartószerkezet: ág, gally, vessző, hajtások
- Tartószerkezeten elhelyezkedő képletek: rügy, levél, virág, termés (Lukács, 2020).

2.1.3.1. A koronaalap

A koronaalap a törzs és a korona találkozási pontja, a szállító-szövet rendszer itt ágazik el. A fa egyik legérzékenyebb pontja, a nehéz korona teljes súlya a koronaalapra épül (Lukács, 2020).

2.1.3.2. A fák koronájának tartószerkezete

A koronában található elemeket életkoruk szerint különítjük el, úgymint:

- Hajtás: Olyan levéllel rendelkező koronarész, amely az adott évben fejlődött ki. Még nem képes a vastagodásra, csak epidermisz borítja,
- Vessző: Egy éves, már beérett, elágazás nélküli farész. Lombhullató fák esetén levéltelen és már borítja a másodlagos bőrszövet,
- Gally: Két éves, a legtöbb fa esetében már elágazó, megvastagodott szárrész. Kéreg fedi és teljesen levéltelen.
- Ág: Három vagy több éves koronarész. Életkoruk és az elágazódásuk alapján első-, másod-, harmadrendű stb. ágakat különböztetünk meg (Erős-Honti, 2019).

2.1.3.3. A korona tartószerkezetén elhelyezkedő képletek

- Rügy: Olyan hajtáskezdemény, amely rövid szártagokkal rendelkezik. A levélrügyből levelek és hajtások fejlődnek. A virágrügyből csak virág képződik, ami általában nagyobb, mint a levélrügy. A rügyek harmadik típusa a vegyesrügy, amiből egyaránt kialakulhat levél és virág (Schmidt, 2006).
- Levél: A levelek legfőbb feladatai a fotoszintézis, a párologtatás és a gázcsere folyamatok szabályozása. Számos levéltípust különböztetünk meg, melyek más és más funkcióval rendelkeznek (Erős-Honti, 2019).
- Virág: Olyan törpehajtás, amely az ivaros szaporodás célját látja el. Nyitvatermők esetén a külön porzó és- külön termőlevelek jönnek létre. A termőlevél nyitott

állásban tartja a magot. A zárvatermők esetében viszont a termőlevélből és a porzólevélből alakul ki a termő és porzó. Egy vagy több termőlevél összenövésé hozza létre a termőt, amelyek belsejébe van a magkezdemény. A teljes virág szíromlevelekből, porzókból és termőből épül fel..

- Termés: Megtermékenyülés után fejlődik ki a magházból. Védelmezi a magot és a legtöbb esetben elősegíti annak terjesztését is. Ha a termőn kívül más virágrész is részt vesz a termésképzésben, akkor átermés fejlődik ki. A nyitvatermők nem hoznak termést, csak magot (Schmidt, 2006).

Fontos megemlíteni, hogy a fák koronájában történik világunk életet adó folyamata, a fotoszintézis. A fotoszintézis egy energia-hasznosító folyamat. A klorofill megköti a nap által kibocsátott fényenergiát. Elsősorban oly módon használja fel az energiát, amelyek szén-dioxidot és vizet használnak glükóz előállítására, majd raktározásra kerül. A glükóz keletkezésekor oxigén szabadul fel. A fák minden mástól eltérően a legtöbb napenergiát képesek bekötni.

A légzés során a nap energiája glükózban tárolódik, ezt követően az életfolyamatok által át alakul a sejtekben, miközben oxigént fogyasztanak, és szén-dioxid és víz távozik. A fotoszintézis különleges folyamata a szén-dioxiddal és vízzel veszi kezdetét, a légzés folyamatai pedig szén-dioxiddal és vízzel fejeződnek be. A fotoszintézis során oxigén termelődik, a légzés során pedig oxigént használ fel. A fotoszintézis és a légzés folyamatai attól különlegesek, hogy a nap fényenergiáját befogása, tárolására és felhasználása végbe megy anélkül, hogy az fontos összetevőket megváltoztatnák (Shigo, 1996).

2.1.4. A fák fejlődését, törzsvastagodását, növekedését befolyásoló környezeti tényezők

Magyarországon a törzsvastagság növekedési folyamatának megfigyelései különböző fafajokon azt mutatták, hogy a törzsvastagság szervesanyag-képződésének több mint 80 százaléka május és augusztus között, a többi pedig e hónapok előtt és után történik. A növekedést a tápanyagok elérhetősége is befolyásolja. Természetesen a teljes növekedési időszak tényleges hossza, azaz az időszak kezdete és vége közötti idő évről évre változhat az időjárási viszonyoktól függően. Magyarország természetföldrajzi viszonyai között szinte minden fafaj esetében júniusban van a növekedés maximuma. A nettó fotoszintézis ebben a hónapban a legmagasabb, ami nagymértékben függ az időjárási viszonyoktól. A fák növekedésének mértéke tehát a fotoszintézist közvetlenül befolyásoló tényezőktől, elsősorban

az időjárási viszonyoktól függ (4. ábra). A fák különösen érzékenyek az olyan szélsőséges éghajlati jelenségekre, mint a szárazság és a rovarok és/vagy gombák okozta asszimiláló felületvesztés.

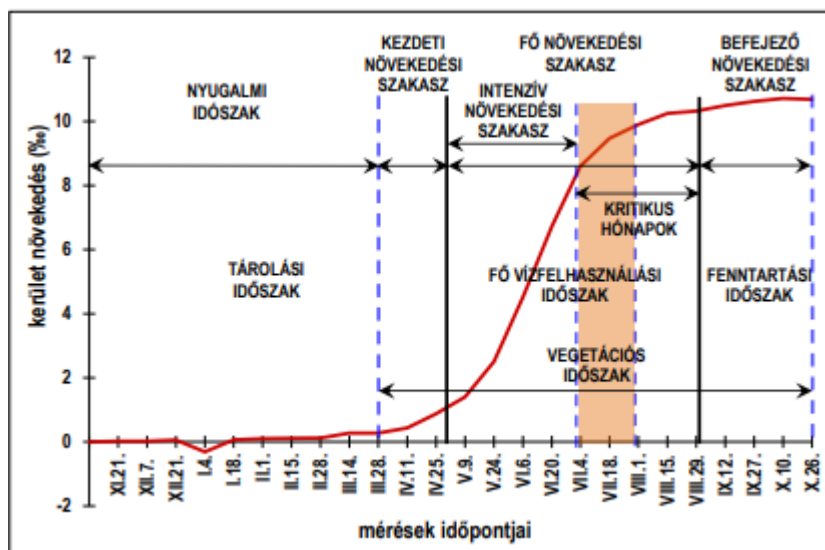
Magyarországon állandó éghajlati jellemzőként gyakori a nyári csapadékhiány és a magas hőmérséklet. Ezek a tényezők különösen együttesen jelentősen csökkentik a szervesanyag-képződés intenzitását és nagyságát, valamint megváltoztatja a korai és késői pászták arányát is. A hőmérséklet különböző módon befolyásolja a növekedési folyamatokat. A magyarországi megfigyelések azt mutatják, hogy a legtöbb lombhullató fa átmérője 5 °C-tól kezd növekedni, de a legintenzívebb szervesanyag-képződés csak 10 °C feletti átlaghőmérsékletű napok után tapasztalható. A szervesanyag-képződés optimális hőmérsékleti tartománya fafajonként eltérő, pl. a bükk esetében 13 és 23 °C, a molyhos tölgy esetében 17 és 27 °C között van. Magyarországon a nappali hőmérséklet májusban egyáltalán nem, júniusban pedig ritkán, de az utóbbi években egyre gyakrabban haladja meg ezeket a határértékeket. Júliusban és augusztusban azonban a havi átlaghőmérséklet megközelíti a fotoszintézis szempontjából optimális hőmérsékleti tartomány felső határát. A nappali csúcserkékek egyre inkább elérik a kritikus szintet (35-40 °C), amikor a fotoszintézis jelentős mértékben csökken. Ezért július és augusztus növényélettaniilag kritikus hónapoknak számítanak. Magas hőmérsékleten a légzés energiaigénye nagyon magas.

A kambium osztódását az auxin is erősen befolyásolja, amely az egyéves gyűrűn belül a korai és a késői pászták kialakulásáért felelős. Az elején magasabb auxinszint felelős a korai pászták létrejöttéért. Későbbiekben a kisebb auxin-koncentráció változása eredményezi a késői pászták kialakulását. A levegő és talaj hőmérséklete is befolyásolja a növekedést. Számos tanulmány kimutatta (Tranquillini, 1979-; -Körner, 1999), hogy 4 °C alatti talajhőmérsékleten nem történik gyökéreképződés. Megállapították, hogy a lombhullató erdőkben a növekedés az esetben kezdődik el, amikor a talaj hőmérséklete meghaladja az éves átlagos léghőmérsékletet. Az utóbbi mérések tapasztalatai (Baldocchi et al.; 2005) alapján ez 8,8 °C ($\pm 0,9$ °C) a magyarországi bükkösök területén.

Hazánkban – Kárpát-medencében – a fák növekedését a gyakori vízhiány okozza. Az októbertől májusig tartó időszakot hidrológiai szempontból felhalmozási időszaknak, növekedési perspektíva szerint pedig nyugalmi időszaknak (XI-III. hónap) vagy korai időszaknak (IV. hónap) nevezzük, attól függően, hogy mikor indul meg a vegetációs időszak. A májustól augusztusig tartó időszakot fő vízhasznosítási szakasznak vagy fő növekedési szakasznak nevezzük. Ebben az időszakban zajlik a fa növekedésének közel 80 százaléka, ezért

a szélsőséges időjárási körülmények, különösen a csapadékhiány hatásai leginkább a növekedés elmaradását okozzák, amely a részleges aszálykaron keresztül jelentkezik. A szeptember és az október az utolsó növekedési időszak (Führer, 2018).

4. ábra: Térfogat gyarapodási görbe az öko-fiziológiai (vízfelhasználás) szempontból fontosabb időszakok ismertetésével (Führer, 2018)



2.1.5. A víz és a vízben oldott tápanyagok útja a fában

A vízmozgás irányát a vízpotenciál gradiens iránya határozza meg. A növény gyökere találkozik a talajoldattal; ha a gyökérsejt vízpotenciálja kedvezőtlenebb, mint a talajoldaté, vízfelvétel történik. Ez a mutató az egész növényre vonatkoztatható, a hajtás legmagasabb pontján lévő levélnek van a legalacsonyabb vízpotenciálja. A növényi sejtek aktívan modulálják vízpotenciáljukat, főként ozmotikus potenciáljuk megváltoztatásával. Fontos elem az anyagok (ionok) aktív és szelektív transzportja a sejtmembránon keresztül. A légkör relatív páratartalma szintén jelentős változással bíró tényező (Fehér, 2019).

Amikor a gyökérzet eléri a tápanyagokat, azokat hasznosítania kell, majd ezt követően fel is veszik, a hajszálgökök területén az egysejtű gyökérszőrök. Ezeket a sejtek nem tartalmazznak vastag sejtfalat, hanem vékonyabb bőrszövet veszi körül, hogy a tápanyagok akadálytalanul felszívódhassanak. A vizes oldatban lévő tápanyagokat is felszívják. A gyökerekből a vizet és a vízben oldott tápanyagokat a törzsbe szükséges eljuttatni, a koronából pedig a kész szerves vegyületeket a gyökérrendszerben kell eltárolni. A gyökérzóna szélén kis átmérőjű gyökérkezdemények szállítják a tápanyagokat. Ezek összefolyásánál nagyobb, de kisebb számú gyökérkezdemények továbbítják a tápanyagokat, amíg az áramlás 3-20

főgyökérben össze nem ér. Ez annyit jelent, hogy a gyökérrendszer felvételi zónája a fa csurgóvonala közelében található, ugyanis a szállító és rögzítő zóna közelebb van a törzshöz. Az oldat szállítása egy külön szállító-szövet rendszerben valósul meg. A szállítószövet-kötegek átalakult szállítósejtek egybefüggő láncai, amikben az oldat állandó folyadékoszlopot képez. Ha a rendszert sérülés éri, a folyadék "kiszökik", és a szállítási útvonal megtörik. A gyökér- vagy koronavágás során a szállítási útvonal lerövidül. Ha a törzs sérül, a szállítási útvonal megszakad.

A tápanyagáramlás sebessége a fa szállítóedényeiben 50 m/óra, így egy 30 m magas fa egy óra alatt szállítja el a tápanyagot a gyökérsztől a korona csúcsáig. A víz és a benne oldott ásványi sók eljuttatása ellenkező irányban, a koronából a gyökér felé történik. A korona külső szélén lévő levelek által termelt tápanyagok szintén a fától a mélyebb gyökerekhez kerülnek. A szállító hánccselemek ismét az elágazási rendszerből kapcsolódnak össze. A koronából a koronaalaphoz haladnak, ahonnan a szállítókötegek a törzsön keresztül a gyökérgallérba szállítják a táplálékot. A gyökérgallértól a szállító útvonalak szintén a gyökércsúcsok felé ágaznak el. A szerves vegyületek szállításakor a fának könnyebb dolga van, az oldat lefelé folyik (Lukács, 2020).

2.1.6. A növények és fák víztartalma

A talaj víztartalma mellett nagyon fontos figyelembe venni a növényi sejtek víztartalmát is. A növényekben lévő víz egy része kötött, egy része pedig szabad mozgású. A sejtekben megtalálható víz 5-40%-a a sejt falban van, amelynek mennyisége függ a sejt korától, a fal vastagságától és összetételétől. A növények leggyakrabban 70-90%-ban tartalmazzak vizet. A lágyszárú növények nagyobb mennyiségű vizet tartalmazzak, mint a fás növények. Tapasztalatok szerint a vízinövények levelei 90%-ban, míg a szárazföldi növények levelei 50-60%-ban tartalmazzak vizet. A víztartalom a fejlődési stádiumtól is függ, amely a növényi szerv öregedése által mérséklődik.

A növények nagy-fokú vízpárologtatás ellensúlyozását a gyökérrendszer nagy felülete pótolja. A talaj és a légkör víztartalmának eltérése egy vízkörforgást okoz, amelyben a párolgást kondenzáció követi. A növény a felvett vizet visszaadja a környezetnek, azaz megfelelő a vízgazdálkodása. A vízcsera a víz mozgása a növény testében, majd vissza a környezetbe. A vízgazdálkodás a vízfelvétel és -leadás összehangolt és szabályozott folyamata. A felhasznált víz mennyisége az éghajlati tényezőktől is függ. A növény víztartalmának meghatározása nem

mondja meg, hogy fiziológiailag elegendő-e a növény számára, ezért a következő fogalmakat kell meghatározni:

- víztelítettségi fok: a növény legmagasabb százalékban kifejezett lehetséges víztartalma,
- telítettségi hiány: az a vízmennyiség, amely a maximális és tényleges víztelítettség között van, %-ban kifejezve
- vízvesztés kritikus határértéke: az a vízmennyiség, amelyet a növény átmenetileg elveszíthet anélkül, hogy elpusztulna.

Az a növény, amelynek víztartalma meghaladja a kritikus vízhiányt, azaz a növény elveszíti a hidratáló vizet, még rehidratálás esetén sem tartható fenn. A növények vízháztartásának egyik legfontosabb szempontja az, hogy száraz körülmények között mennyi ideig képesek vizet tárolni a szervezetükben anélkül, hogy azt pótolnák. A vízmegőrzés a légzéstől függ (Szalai, 2009).

A fa vízfelvételének különbségei:

A fák jobban alkalmazkodnak, ahhoz, hogy a megfelelő talajvíz ellátottsághoz jussanak, hiszen ez a legfontosabb helymeghatározó ökológiai tényező. A víz rendelkezésre állása a talaj szivónyomásától függ, amely 0 és 10 bar között mozog. Ahhoz, hogy a szivacsos sejtek vizet szívjanak fel, az ozmotikus abszorpciójuknak mindig magasabbnak kell lennie. A gyökerek a földrajzi származásuktól és fejlődésüktől függően nagyon eltérő szívóerőt fejlesztek ki. Nedves területeken 16 bar körüli (= pF 4,2), száraz területeken akár 300 bar nyomást is kifejtenek. Ez alátámasztja, hogy a fa miért juthat vízhez városi területeken. Azok a fák, amelyek fiatal korukban kevés vízhez jutnak, nagyobb vízfelvevő tulajdonságot fejlesztenek ki (Balder, 1998).

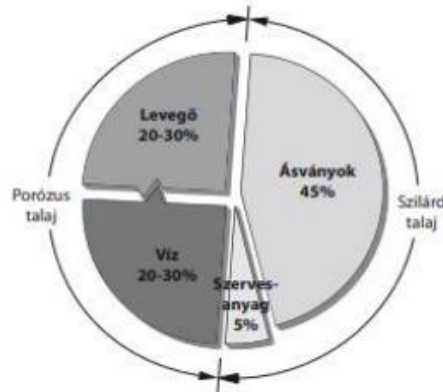
2.2. Víz a talajban

2.2.1. A különböző talajok vízmegtartó és áteresztőképessége

A talaj vízfelvevő képessége addig tart, amíg – elárasztás esetén – a talaj pórusaiban levegő található. Amint a pórusok telítődnek, az időegység alatt felvett víz mennyisége csökken, és az áteresztőképesség rövid időn belül stabilizálódik. A vízáteresztő képesség sebessége elsősorban a teljes pórustérfogattól függ, beleértve a különböző átmérőjű

talajösszetevő csoportok arányát, a talajösszetevők tulajdonságait, valamint a beszivárgó víz só- és ion koncentrációjának arányát (5. ábra) (Tóth, 2000).

5. ábra: A talaj alkotó részei (Tóth, 2015)



2.2.2. Vízformák a talajban

A talajban lévő kötési energiák szerint különböző típusú vízformát különböztethetünk meg. A talajban különböző körülmények között visszatartott vízmennyiséget vízkapacitásnak nevezzük.

- A szántó- illetve szabadföldi vízkapacitás (VKsz): Az a vízmennyiség, amelyet a talaj természetes állapotában a felszínre került vízmennyiségből a gravitációval szemben képes tárolni és visszatartani.
- A holtvíztartalom (HV): Az a nedvességtartalom, amelynél a növényen a tartós hervadás jelei mutatkoznak (hervadási pont). 15 bar nyomáson mérik és a valós értéke a növénytől és a gyökerek szívóerejétől függ. Ha a víztartalom megközelíti ezt a pontot, a növény nem hervad el.
- A hasznosítható vízmennyiség (DV): Az a vízmennyiség, amelyet a növények a talajból fel tudnak venni, Vksz-HV

Az értékeket befolyásolja a talajok különbözősége, ezeket a változásokat szemlélteti a 6. ábra.

6. ábra: Különböző talajtípusok vízgazdálkodása (Tóth, 2000)

Fizikai talajféleség	Szántóföldi vízkapacitás	Holtvíztartalom	Hasznosítható vízkészlet
	mm/10 cm-es réteg		
Homok	< 15	< 5	5-10
Homokos vályog	15-25	5-10	10-15
Vályog	25-35	10-20	15-22
Agyagos vályog	35-42	20-27	12-17
Agyag	42-50	27-35	10-15

A 15 bar szívónyomáson meghatározott holtvíztartalom a különböző növények hervadási pontjának átlagaként értelmezhető. Ez nem értékelhető, mint minimális víztartalom, mert ekkor már csökkent mértékben hat a növény növekedésére. A különböző növényfajok megfelelő növekedéséhez szükséges víztartalom a maximális szárazanyag előállításához a DV-érték 40-80%-a között lehet. Ez elsősorban a fajra és a fajtára jellemző. Általában a nagyon dús zöld tömegű (vegetatív típusú) növényeknek magasabb víztartalomra van szükségük, mint a mélyen gyökerező növényeknek. Ennek értéke szántóföldi körülmények között gyakran általában 50% körül van. A levegő hőmérsékletének növekedésével és a relatív páratartalom csökkenésével a növények víz iránti igénye nő (Tóth, 2000).

2.3. A városok környezeti viszonyainak rövid bemutatása

2.3.1. Vízfelvétel

A különböző fafajok eltérő vízigénye és felhasználása vezetett a fák irányított telepítéséhez a városi területeken. Eltérő burkolattal rendelkező nagyvárosi utak talajai nemcsak szárazok, hanem oxigénben is szegények. A szárazságtűrő fák és cserjék elsősorban köves vagy homokos talajokon nőnek. Gyökereik módfelett oxigénigényesek, ellenkező esetben nem tudnak elég mélyre hatolni, hogy elérjék a növény számára szükséges talajvizet. A városi környezetbe ültetett fák sokkal jobban sínylődnek és gyengébbek, mint a vízpartra ültetett fák, ahol azok gyökerei képesek az oxigénszegény talajban – az áradások és a magas vízszintek idején – is működni. A fák szenvednek a növényélettani szárazságtól. Ha ezt elviselik, akkor a tényleges fizikai szárazságot is el kell tudniuk viselni (Schmidt, 2013).

Elsősorban fontos azonban a fák környezetébe történő számos emberi közreműködés. A természetes élőhelyeken az eső, a hó és a jég biztosítja a fák számára az esővizet és a talajvizet, ami megfelelő helyspecifikus vízellátást eredményez (Balder, 1998).

A parkokban, nagy lakótelepeken és kertekben a csapadékvíz felhasználása gátolt, de a városi központokban az esővíz nagy része az erősen burkolt vagy tömörített felületeken folyik el (Meyer, 1998).

A vízháztartás szempontjából súlyosbító körülmény az a tény, hogy az alkalmazott burkolatok erősebben felmelegszenek, ami jelentősen mértékben növeli a párolgást. A növényi gyökerek életfeltételeinek kedvezőbbé tételének érdekében a felülethasználatot és a vízáteresztő képességet a szabványnak (DIN 18915) megfelelően kell szabályozni. Még számos más városi burkolat tömörítése negatívan hat a vízháztartásra, pl. az útalapok mesterséges tömörítése vagy az emberi behatásoktól, parkolástól és vezetéstől védtelen gyökérszónák esetében. A burkolat hatása nagy mértékben befolyásolja a felület víz- és légáteresztő képességét. A vékonyabb tömörített aljzat és minél nagyobb a légrések száma a felhasznált építőanyagokban, annál jobban megelőzhető a talaj túlzott tömörödöttsége (Cordsen, 1992).

2.3.2. Csapadék a városban

A burkolt városi felületek és a magas épületek, a hőmérséklet és a széláramlási tényezők a városban olyan változásokat okoznak a felszínközeli légkörben, amelyek kedvezőtlen hatást okoznak, a csapadék eloszlására és mértékére. Igaz, hogy a városok nem befolyásolják jelentősen a főbb folyamatokat és frontokat, de a csapadékra azonban megváltoztató hatással bírnak. A városokban 13-63%-kal több zivataros nap van, amit a talajközeli levegő túlmelegedés következménye (konvektív eső). A nagy szórás annak a következménye, hogy a földrajz, a domborzat, a város mérete és az építészet mind olyan tényezők, amelyek miatt nehéz általánosító adatokat szolgáltatni arról, hogy a városok milyen mértékben alakítják a csapadékvízviszonyokat. Radarral -kutatásokat végeztek, a városok pozitív, csapadékot képző -hatásáról. A többletvíz elhanyagolható mértékben járul hozzá a növényzet, különösen az utcai fák vízgazdálkodásához a nagy lefolyás miatt, és ami felhőszakadás képében jelenik meg (Meyer, 1998).

2.4.A fák öntözésének lehetőségei

2.4.1. A fák beiszapoló öntözése

A beiszapoló öntözés a fák vízzel történő elárasztása. Ha a talaj túlságosan kemény és az öntözővíz nem képes az alsó rétegekbe átjutni, akkor át kell törni a tömörödött talajréteget.

A fa beiszapolásos öntözésének elemei:

- a vízvételi hely kijelölése,
- a vízszállítás lehetőségeinek megválasztása a vízvételi helytől függően,
- a fatányér kiépítése,
- a fatányér rendbe tétele,
- a fatányér talajának felpuhítása,
- a víz a fához való juttatása,
- a fa beiszapolása minimum 50 liter vízzel,
- a beiszapolt fa tápanyagutánpótlása.

A legegyszerűbb és leggazdaságosabb öntözési módszer a kivitelezésre vonatkozóan, de a későbbi karbantartás során ez az öntözés drágának számít. Magyarországon a fák öntözését többnyire egy víztartályos autóval végzik (Lukács, 2020).

A MSZ 12172:2019 Magyar Szabvány kimondja, hogy a fákat fánként 40-60 mm öntözővízzel lássuk el az ültetés utáni karbantartás során, a csapadék mennyiségétől és a talajszerkezettől függően.

2.4.2. Öntözőgyűrű

A Funke Öntözőgyűrűt kifejezetten faültetvények öntözésére tervezték (7.ábra), hogy a frissen ültetett fák elegendő vizet kapjanak. Az ütésálló, időjárásálló szintetikus anyagú gyűrű gondoskodik az öntözővíz megtartásáról, mivel egyenesen a gyökérzónába irányul. Az öntözőgyűrű ugyanakkor megvédi a fák oldalát a fűnyírás során keletkező sérülésektől és az útsótól. A DN 800 mm átmérőben kapható és öntözési mennyiség jelzővel látták el (Internet 3).



2.4.3. Dréncsöves öntözés

2.4.3.1. A mannheimi módszer

Mannheim városában perforált csövekből álló rendszert telepítettek a fák gyökérzónájába, hogy a rendszerbe vezetett víz a fák gyökérzónájában lévő talaj csapadékkal és tápanyagokkal való ellátására szolgáljon. A módszer lényege, hogy a fák törzsében külön csőrendszert alakítanak ki, amely a talajfelszínhez kapcsolódik (Radó, 1999).

2.4.3.2. A stuttgarti módszer

A stuttgarti módszer a mannheimi magasabb szintre emelése, lényege, hogy a fát beömlőnyíláson át öntözik. Elsősorban függőleges, majd vízszintes csőrendszert vezetnek a fák gyökerei közé. A stuttgarti faöntözőrendszer valójában egy külön vízvezeték-hálózat, ami biztosítja a fák öntözését. Ez a hálózat kivitelezési szempontból magas költséget képvisel, azonban a működtetése jóval kedvezőbb. A stuttgarti módszer társul egy másik védelmi feladattal, tényyszerűen megóvni a fákat a hólével kevert csapadékvízzel szemben. Ugyanis a

hólében az utak szórásakor alkalmazott só felhalmozódik, ami fizikai és kémiai károkat okoz a fákbán (Radó, 1999).

2.4.3.3. Dréncső rendszerek

- Funke öntözőszög:

Nagy mennyiségű vízraktározású és jó vízleadási tulajdonságú (8. ábra). Nagyságrendileg 1,30 m hosszúságú és körülbelül 60 liter víz fér az egyik oldalába. Az oldalak párban helyezkednek el, ezáltal az összesen 120 l a befogadó képessége (Internet 4).

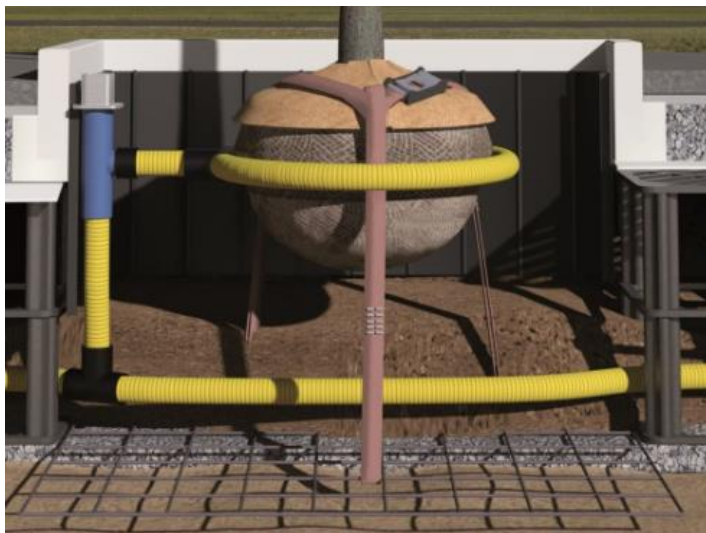
8. ábra: Öntözőszög (Internet 4)



- Luwa rendszer:

A GreenMax LUWA rendszer egyetlen rendszerben egyesíti a levegőztető és öntözőrendszereket (9. ábra). A víz nem tud átfolyni az öntözőcsőből a levegőztető rendszerbe, amely az ültető-gödörben van elhelyezve (Internet 5).

9. ábra: LUWA rendszer (Internet 5)



- Green Blue Root Rain:

Három típusban gyártják, úgymint Metro, Urban (10. ábra), Civic. Eltérő kapacitással rendelkeznek, igény szerint választható az alkalmazásuk (Internet 6).

10. ábra: Green Blue Root Rain Urban rendszer (Internet 6)



- GreenMax Neptunus rendszere:

Elemekből összeszerelhető rendszer (11. ábra), előnye, hogy külön víztároló modult is tartalmaz (Internet 7).

11. ábra: Neptunus rendszer (Internet 7)



- Platipus Piddler öntöző és levegőztető rendszer:

Hatékony és egyenletes víz- és levegőszállítást biztosít közvetlenül a fa gyökereihez. Könnyű és kompakt, a hagyományos csőrendszerekhez képest, jelentős szállítási költségmegtakarítást kínálva (12. ábra) (Internet 8).



2.5. Automata öntözés

Ha van kút vagy alkalmazható vízhálózat, akkor a fák öntözésére jó megoldás lehet az automata öntözőrendszer alkalmazása. Előnye: nem szükséges plusz munkaerőt alkalmazni, elérhető közelségben található a szükséges öntözővíz és könnyen megoldható az időjáráshoz történő igazítás. Hátránya: sérülékeny a felszíni vagy az ahhoz közeli műanyag csőrendszer, amelyek veszélyeztetettek. Az esőztetés egy a fák számára kedvező lehetőség lenne, mivel ez áll a legközelebb a természetes csapadék hulláshoz. Ellenben a fák nagysága és a városi környezetben alig adott a lehetőség ennek az öntözési formának.

2.5.1. Felszíni automata öntözés

Magyarországon a legismertebb automata öntözési mód a fákra és cserjékre vonatkozóan, részei:

- Csepegtető cső:
 - Standard: Legtöbb esetben ezt használják.
 - Nyomáskompenzált csepegtetőcső: Felszín alá is helyezhető
- Csepegtető tűske: Túlnyomó részt faiskolai konténeres fák esetén alkalmazzák
- Csepegtető gomba: Kertészetekben használatos eszköz
- Csepegtető szalag: Inkább kiskerti felhasználású (Internet 9).
- Esőztető öntözőfejek: Kis távolságú és nagy vízkijuttató képességű (13. ábra) (Internet 10).

13. ábra: Kis hatótávolságú szórófejek (Internet 10)



2.5.2. Felszín alatti automata öntözés

- Root Watering System RWS:

Lehetővé teszi, hogy a létfontosságú víz, oxigén és tápanyagok megkerüljék a tömörített talajt, és közvetlenül elérjék a fák és cserjék gyökérrendszerét. Emeli az öntözés hatékonyságát és a táj esztétikáját sem rontja, mivel teljesen felszín alatti (14. ábra). Többféle mélységű méretben kapható: 36" (91,4 cm), 18" (45,7 cm) és 10" (25,4 cm) (Internet 11).

14. ábra: Rain bird RWS (Internet 11)



- LUWA® Adapter:

A Luwa adapter, lehetővé teszi a luwa rendszer csatlakozását automata öntözőrendszerhez (15. ábra) (Internet 12).

15. ábra: LUWA adapter (Internet 12)



- GreenBlue Root Rain Auto-Irrigation Adapter:

Az adapter az összes a termékcsaládban szereplő 60 mm-es dréncsőrendszerrel alkalmazható. Erős, megbízható kapcsolódást biztosít a meglévő automatahoz (16. ábra). A felszínről kialakított pont a hibák észrevételét biztosítja (Internet 13).

16. ábra: GreenBlue Root Rain adapter (Internet 13)



2.6. Öntözőzsák

A módszer lényege egy műanyag víztartózsák, amelyet a fa tövéhez helyeznek, majd abból juttatják a vizet a fákhöz. Ennek számos előnye van. Legfontosabb, hogy a fa vízellátását folyamatosan és lassan biztosítja. A folyamatos öntözésnek köszönhetően a víz képes mélyen átnedvesíteni a talajt. A mély átnedvesítés végett, a fa gyökerei mélyebbre hatolnak, kevésbé

sérülnek és stabilabban tartják a fát. De van még egy további előny, a gyökérnyak körül elhelyezett víztartózsák megvédi a gyökérnyakat a mechanikai sérülésektől, például a damilos fűkaszától vagy a járművektől (Lukács, 2020).

- Az újonnan telepített fák számára ajánlott,
- Mérsékli az ültetés és a szárazság okozta stresszhatást,
- A kijuttatott víz mennyisége nyomon követhető,
- Alkalmazása gazdaságos, mert nincs vízveszteség,
- Tápanyag utánpótlásra is lehet használni,
- 5-7 naponta szükséges feltölteni, ami függ a talajtól, időjárástól és fajtól,
- 20/25 cm törzskerületig 1 zsák alkalmazása ajánlott, nagyobb fáknál 2 zsákot szükséges elhelyezni. Csak kettő zsák rögzíthető egymáshoz,
- Telepítése egyszerű és praktikusán újratölthető,
- Hosszú élettartamú (Internet 14).

2.6.1. Az öntözőzsákok típusai

- **Treegator® Original (17. ábra):** A zsák 76 cm magas, 46 cm széles, a betöltőnyílásba max. 7 cm-es tömlő fér el, 56,78 liter vízzel lehet feltölteni. Feltöltés után 5-9 óra alatt csöpög ki, Kettő leeresztő nyílás áll rendelkezésre, melyen keresztül a talajra jut.

17. ábra: Treegator Original öntözőzsák (Internet 15)



- **Watercoat III. Safe:** Ugyanazzal a kapacitással és paraméterekkel rendelkezik, mint az eredeti Tregator öntözőzsák, tartós polietilénből készült, nejlon erősítőhálóval. Előnye még, hogy lopásbiztos, a cipzárokon elhelyezett fémgyűrűkkel, amelyek lakattal rögzíthetők.
- **Watercoat Eco 70-100:** vékonyabb polietilénből lett előállítva, erősítő hálót nem tartalmaz. Gyengébb ellenálló képességű. A teli zsák, az anyaga által gyorsabban juttatja ki a vizet. Az öntözőzsák térfogata: 100 liter
- **Watercoat Eco 100-150:** Tulajdonságai a Watercoat Eco 75 zsákkal azonosak, csupán az űrtartalom módosul 100-150 literre. Előnyös tulajdonsága, hogy a betöltőnyílásába még a tűzoltó tömlő is bele illeszthető.
- **Garden Eco 50-75 literes:** Garden Kft által került gyártásra és forgalmazásra. 400 g / m² sűrűségű PVC-ből, erősítő hálóval, két erős füllel és dupla varrással gyártott húzózárral.
- **Garden Lock 75:** Az eltulajdonítás megakadályozására fém fűzőlyukak által lakattal biztosítható az öntözőzsák. Polietilénből, 240 g/m² sűrűséggel, kereszthálós megerősítéssel, vastag, strapabíró anyagból gyártott (Internet 15).
- **Tregator JR. Pro:** A kialakított forma eltérő az előzőkétől, alakja körpárna jellegűt mutat (18. ábra). Újszerű színben jelentette meg a gyártó, 56.78 literes űrtartalommal. Formájától és méretétől függően kisebb fák, bokrok, örökzöldek öntözésére ajánlott. Előnye, hogy a talajhoz rögzíthető és a benne lévő víztartalom folyamatosan 5-8 óra alatt távozik (Internet 16).

18. ábra: Treegator Jr Pro öntözőzsák (Internet 16)



- **Cserje öntözőzsák:** Véleményem szerint nagy fákra nem alkalmas, de kisebb fákra és cserjékre elegendő lehet (19. ábra). Tárolt víz mennyisége: 10 liter (Internet 17).

19. ábra: Cserje öntözőzsák (Internet 17)



3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A fák öntözési lehetőségeihez kapcsolódó szakirodalmak megismerése után, különösen a különböző típusú öntözőzsákok alkalmazása és teljesítményük foglalkoztatott, ezért elvégeztem az öntözőzsákok lefolyási sebességének a mérését. A mérések célja a vízfelhasználás és az öntözőzsákok fenntartásának optimalizálása. Az öntözőzsákokból lecsöpögött víz mennyiségét egy mérőedény és a lefolyási idejének a mérését egy stopperóra használatával végeztem.

A feladat elvégzését 2024. március 25-én kezdtem, befejezésére 2024. április 5-én került sor.

3.1. Anyag

3.1.1. Az alkalmazott öntözőzsák típusok:

Az öntözőzsákok lefolyási sebességének a méréséhez az alábbi zsákot használtuk:

- **Garden Eco 50-75**
- **Garden Lock 75**
- **Watercoat Eco 70-100**
- **Watercoat Eco 100-150**

3.1.2. Az öntözőzsák lefolyását biztosító asztal

Speciálisan ehhez a méréshez kialakított fém asztal. Az asztal egy 10 cm magasságú fém kerettel rendelkezik, az egyik sarkában található az 1,2 cm átmérőjű, kör keresztmetszetű vízkivezető nyílás. Az asztal kialakításánál figyelembe lett véve a kifolyó nyílás irányába történő leejtés. Egy tartószerkezethez illeszthető karó imitálja a fát, ami magasabban helyezkedik el. Ezáltal az öntözőzsákokból nem a talajra folyik a víz, hanem a mérhető űrtartalmú edénybe

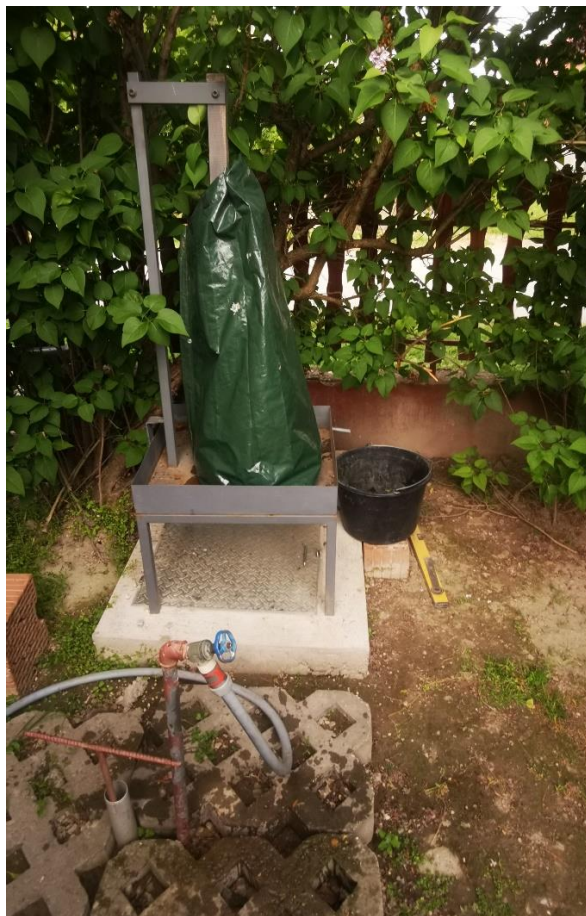
3.1.3. Mérőeszközök

- Vödör: Űrtartalma 20 l, 2 literenként skálázott
- Stopper óra: A lefolyási idő méréséhez szükséges.

3.2. Módszer

Első lépésként az asztalt megfelelő, egyenes síkú felületre helyeztem. Előkészítettem a vízmennyiség méréséhez szükséges kalibrált vödröt. Az előre elhelyezett oszlophoz úgy rögzítettem az öntözőzsákokat, mintha az egy fa lenne. Ezt követően egy közeli csapról – közüzemi vízhálózatról – egy rövid, de elegendő hosszúságú öntözőtömlővel megkezdtem a zsákok feltöltését (20. ábra). A töltöttség körülbelül $\frac{1}{4}$ részéig, majd óvatosan felemeltem a zsákot – a két fülénél fogva –, úgy, hogy teljesen kiterüljön a zsák alja az asztal lapjára, ezzel szabad utat biztosítottam a víz távozásának, majd folytattam a zsák feltöltését a betöltőnyílás szintjéig. A lefolyás megkezdésekor elindítottam a stopperórát, amely azt a célt szolgálja, hogy mutassa a víz távozásának idő intervallumát. A mérést 20-25 C fokos hőmérsékleten végeztem.

20. ábra: Mérés helyszíne (Saját felvétel, 2024)



4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

A különböző öntözőzsák típusok vízátbocsátási adatait az 1. táblázatban mutatom be.

1. táblázat: A vizsgált öntözőzsák típusok vízfolyási adatai (saját táblázat, 2024)

	Lefolyási idő	Lefolyt víz mennyisége
Garden Eco 50-75	9 óra 30 perc	50 liter
Garden Lock 75	7 óra 15 perc	70 liter
Watercoat Eco 70-100	8 óra 50 perc	80 liter
Watercoat Eco 100-150	6 óra 25 perc	100 liter

Mérési eredményeimből az alábbi információk olvashatók ki:

- A Garden Eco 50-75 (21. ábra) és a Watercoat Eco 70-100 típusú öntözőzsákokból a víz a gyártó leírásához képest lassabban foly le.

21. ábra: Garden Eco 50-75 típusú öntözőzsák (Saját felvétel, 2024)



- A Garden Lock 75 és a Watercoat Eco 100-150 típusú öntözőzsákok a gyártó által megadott időn belül teljesítettek.

- A Garden Lock 75 (22.ábra) az egyetlen, amelyikbe kicsivel kevesebb vízmennyiség fért, mint amennyit a gyártó megadott.

22. ábra: Garden Lock 75 típusú öntözőzsák (Saját felvétel, 2024)



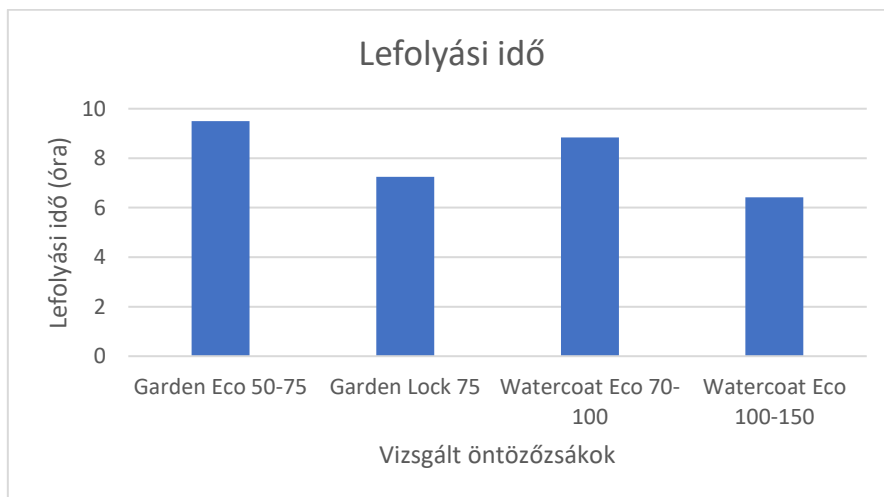
- A Garden Eco 50-75, Watercoat Eco 70-100 (23.ábra) és a Watercoat Eco 100-150 zsákok esetén, a megadott vízmennyiség-intervallum alsó határvonalához állnak közelebb.

23. ábra: Water Eco 70-100 típusú öntözőzsák (Saját felvétel, 2024)

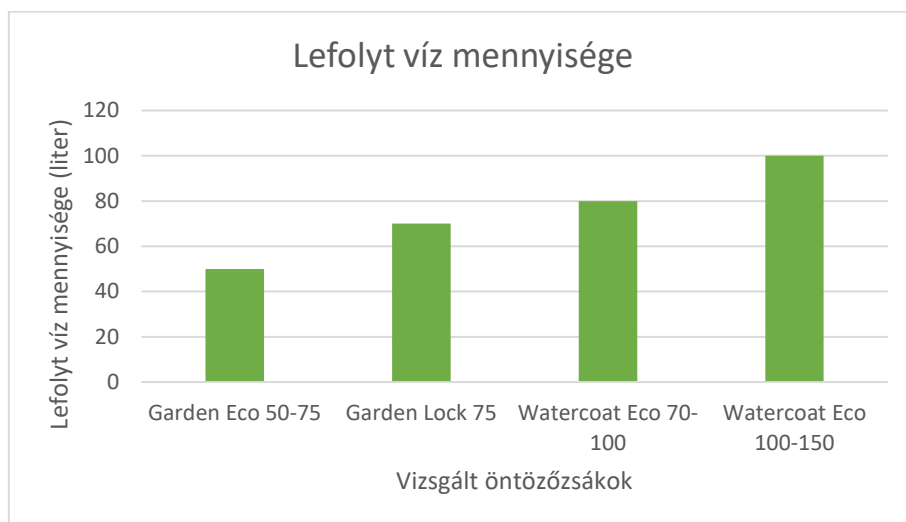


Az elvégzett mérések eredményeit, a különböző típusú öntözőzsákok lefolyási idejét (24.ábra) és a lefolyt víz mennyiségét (25.ábra) az alábbi diagramokkal szemléltetem.

24. ábra: Lefolyási idő diagram (Saját ábra, 2024)



25. ábra: Lefolyt víz mennyisége diagram (Saját ábra, 2024)



5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A mérésekből azt a következtetéseket tudom levonni, hogy az összes öntözőzsák esetén a fele vízmennyiség kijuttatása után a vízkijuttatási intenzitás exponenciálisan mérséklődik, mindaddig, amíg a teljes mennyiség el nem fogy. A megfigyeléseim alapján azt vettem észre, hogy a sűrűbb varrású zsákok számottevően lassabban juttatják ki a vizet, mint a ritkább szövésű társaiknál. Az öntözőzsákok anyagának vastagsága hasonlóképpen módosítja a víz kicsepegtetését. Az öntözőzsákok termékleírásában és a nevükben szereplő térfogatukra utaló szám nem minden esetben tükrözi a valóságot.

Úgy gondolom, hogy fontos szereppel bír az öntözőzsák megválasztásánál a talaj típusa, szerkezet és vízáteresztő képessége. Agyagos, tömörebb szerkezetű talajokon nem javasolt a gyors lefolyású alkalmazása, célszerűbb a lassabb intenzitású zsákot választani és alkalmazni. Laza szerkezetű talajon inkább a gyorsabb kijuttatású módszer és inkább a gyakoribb újra töltést gondolom helyesnek. Célszerűbbnek látom fiatal fák esetében is azt, hogy a nagyobb zsákok kerüljenek alkalmazásra, az utántöltés gyakoriságának mérséklése végett, természetesen az időjárási körülmények figyelembevételével.

Az öntözőzsákok használata egyre több helyen is látható Magyarországon. Újonnan telepített fák esetén, kedvező technológia lehet az öntözőzsákok alkalmazása, mert a fák gyökerei a törzs mellett a földlabdában tartózkodnak. Az öntözőzsákból kifolyó víz összpontosul az ott lévő gyökerek közelében, ezért a víz hasznosulása kedvezőbb. Idősebb fák esetében, ahol az abszorpciós zóna messze van a törzstől, meg kell fontolni ennek a módszernek a használatát.

Előnyeit érdemes hangsúlyozni, így a kedvező vízháztartást. A kicsöpögött víz kiváló hasznosulása figyelhető meg a fiatal fák esetében. Kedvező gyökérnyak – törzsvédelem és remek gyomosodás gátló hatással rendelkezik a fatányérban. A zsákok telepítése nagyon költséghatékony, üresen kis tömeget képviselnek, kis-méretűre is összehajthatók, ezáltal nagyobb mennyiség is könnyen szállíthatók. Az ültetés utáni vízpótlás tartályos autóval viszonylag könnyen megoldható és egyszerűen tervezhető a kijuttatandó víz mennyisége.

Sajnos rendelkezik néhány hátránnyal is, többek között nem használható idős fák öntözésére, mivel ott már a felszívó gyökérzóna a fa csurgóvonalánál helyezkedik el. Élettartam növelés céljából érdemes begyűjteni a téli időszakra és újra kihelyezni tavasszal, ez nagyobb mennyiség esetén rengeteg plusz költséget és energia befektetést igényel. Külföldön jelenthet problémát még az is, hogy az öntözőzsákok feltöltése jelenlegi ismereteink szerint nem

automatizálhatóak. Véleményem szerint a lopásgátlóval ellátott zsákok sem jelentenek 100%-os biztonságot az eltulajdonítások ellen.

Meglátásom szerint az öntözőzsák egy remek lehetőség a fák utólagos öntözésére és a fiatal fák életének megalapozásához. Mai világunkban rengeteg más lehetőség is a rendelkezésünkre áll. Érdemes minden fánál valamely módon gondoskodni az életet adó vízről a környezetünk kihasználása nélkül.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A földi élet nem jöhetett volna létre víz nélkül. Az élővilág minden szereplőjének szüksége van rá. A növények kizárólag csak vizes oldat formájában képesek a tápanyagot felvenni. Az egyre melegedő időjárási viszonyok miatt napjainkban egyre hangsúlyosabbá válik növényeink és fáink elengedhetetlen öntözése.

A növények a tápanyagot a gyökérzeten keresztül képesek hozzá jutni. A felvett oldat a csősejteken keresztül áramlik a növényben, át a törzsön, eljutva a korona legfelsőbb pontjáig is. Eltérő összetételű oldatok szállítódnak a fákban a koronából az ellentétes irányba a gyökérzet felé, ahol raktározásra kerül a tápanyag.

A fák az életük során rengeteg pozitív hatással vannak ránk és a környezetünkre. Oxigént állítanak elő, megkötik a szén-dioxidot és a port, javítja a mikroklimát, árnyékában jelentősen kisebb a hőmérséklet, mint a napon. Minél idősebb egy fa, annál nagyobb természeti és zöldfelületi értéket képvisel. Városi környezetben történő megjelenésük és kinézetük képviseli talán a legnagyobb szerepet. Amennyire csak lehetséges a fák életfeltételeinek javítására érdemes törekedni, aminek szerves részét képezi az öntözés.

Napjainkban számos lehetőség közül választhatunk, ha fát szeretnénk öntözni. Van mód felszín alatti öntözésre, úgymint különböző dréncső rendszerek, gyökéröntözők. Rendelkezésünkre állnak felszín feletti öntözések is, például csepegtető rendszerek. Létezik egy viszonylag új technológia a fiatal fák utólagos öntözésére, ami az öntözőzsákok alkalmazása.

Szakdolgozatomban az öntözőzsákok jelentőségét és felhasználását szeretném bemutatni. Az öntözőzsákok lefolyási sebességének a mérésével hozzá szeretnék járulni a teljesítményük és a szakszerű alkalmazásuk megismerésében. Az öntözőzsákok alkalmazásának számos előnye van, úgymint a kedvező vízhasznosulás, tervezhető a kijuttatandó víz mennyisége, könnyű telepíthetőség, gyökérnyak és törzsvédelem. Fiatal fák utólagos öntözésére egy nagyon jól alkalmazható megoldás lehet. Hátrányai között érdemes megemlíteni azt, hogy nem használható idős fák öntözésére, könnyen eltulajdonítható és nem automatizálható a feltöltése.

A méréseket 2024. március 25-én kezdtem és 2024. április 5-én fejeztem be. A mérésekben az alábbi öntözőzsák típusokat használtam: Garden Eco 50-75, Garden Lock 75, Watercoat Eco 70-100, Watercoat Eco 100-150.

A speciálisan erre a méréshez kialakított asztalra helyeztem egy öntözőzsákot. Feltöltését a használati útmutatóban szerepeltek szerint végeztem el. Az asztal sarkából kiálló kis csövön

keresztül csepegett ki a víz a mérőedénybe. A teljes lefolyás időtartamát egy stopper óra segítségével mértem le. A lefolyási időkből és a lefolyt mennyiségekből szakszerű következtetéseket vontunk le.

Az öntözőzsákok eltérő szövés sűrűséggel lettek kialakítva. A sűrűbb lassabban, míg a ritka szövésű viszonylag gyorsabban engedte át a vizet. A túlságosan gyors elfolyás kötöttebb talajon a víz nem tud elszivárogni és ezáltal nem hasznosul a fa számára. Célszerű lehet kettő zsák alkalmazása egy fa esetén, ha a fa mérete ezt indokolja.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Különös köszönetet szeretnék nyilvánítani konzulensemnek, Sütöriné dr. Diószegi Magdolnának, hogy mindig segítőkészen és türelmesen támogatott a szakdolgozatom elkészítésében.

Köszönettel tartozom még Markovics Istvánnak, hogy biztosította a mérések elvégzéséhez szükséges eszközöket. Segített a témaválasztásban és hasznos szakmai tanácsokkal látott el.

Végül, de nem utolsó sorban köszönettel tartozom a családomnak, kollégáimnak amiért mellettem álltak a képzés ideje alatt, illetve a szakdolgozatom elkészülésénél.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Baldocchi D.D., Black T.A., Curtis P.S., Falge E., Fuentes J.D., Granier A. et al. (2005): Predicting the onset of net carbon uptake by deciduous forests with soil temperature and climate data: a synthesis of FLUXNET data. *International Journal of Biometeorology* 49(6): 377–387
2. Bóka K., Jakucs E., Zoltán K., Vági P., (2007). *Növénytársasági gyakorlatok*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
3. Cordsen, E. (1992), *Handbuch des Bodenschutzes*.
4. Danjon, F., Stokes A. (2013). *Root Systems of Woody Plants*, VI. Architecture of Root Systems 29-8
5. Fehér A., (2019): *A növények élete*, Szegedi Tudományegyetem
6. Frantz H. Meyer (1998). *Bäume in der Stadt* Parey Buchverlag Berlin
7. Führer E., (2018): *Klímaértékelés erdészeti vonatkozásai* Erdészettudományi közlemények 8.évfolyam 1. szám
8. Grissino-Mayer, H.D., (2003). A manual and tutorial for the proper use of an increment borer. *Tree ring research*. 59(2), 63-79
9. Hartmut B. (1998): *Die Wurzeln der Stadtbaume* Berlin, Parey Buchverlag
10. Hess, D., (1979) *Növényélettan*, Natura
11. Körner Ch. (1999) *Alpine plant life*. Springer, Heidelberg
12. Lukács Z., (2020) *Faápolás* Garden Kft.
13. Radó D., (1999) *Bel- és külterületi fasorok EU-módszer szerinti értékelése*, *A Lélegzet* 1999/7–8. számának melléklete
14. Reubens B, Achten WMJ, Maes WH, Danjon F, Aerts R, Poesen J, Muys B. (2011). More than biofuel? *Jatropha curcas* root system symmetry and potential for soil erosion control. *J Arid Environ* 75:201–205
15. Schmidt G. – Tóth I. (2006) *Kertészeti dendrológia*
16. Schmidt G. (2013) *Szárazságtűrő városi fák* FOLIA OECOLOGICA – vol. 40, no. 2
17. Shigo, A. L. (1994) *Die Neue Baumbiologie*, Talacker Verlag, Braunschweig,
18. Shigo, A. L. (1996) *Tree basics*, Snohomish, WA 98291 USA
19. Szalai J. (2009) *A Növényi Élet Feltételei A Kertben*, História Alapítvány
20. Tóth Árpád (2000) *Az öntözés és tápoldatozás technikája*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó

21. Tóth Árpád (2015): Öntözési praktikum Aquarex '96 kft Gödöllő
22. Tranquillini W. (1979) Physiological ecology of the alpine timberline. Ecological Studies 31. Springer, Heidelberg/New York.
23. Zobel RW, Waisel Y. (2010) A plant root system architectural taxonomy: A framework for root nomenclature. Plant Biosyst 144:507–512

Internetes források:

Internet 1:

<https://agrtud.nye.hu/agrtud/sites/www.nyf.hu.agrtud/files/segedletek/VEGETATIV%20SZERVEK%20SZOVETTANA%20I..pdf>

Internet 2: <https://erettsegi.com/tetelek/biologia/novenyi-szervek/>

Internet 3: <https://www.funkegruppe.com/applicationscopes/ctrl/as/ca/bereich/tree-protection/produkte/funke-irrigation-ring.html>

Internet 4: <https://www.funkegruppe.com/applicationscopes/ctrl/as/ca/bereich/tree-protection/produkte/funke-tree-irrigation-angle.html>

Internet 5: <https://greenmax.eu/en/solutions/aeration-and-irrigation/luwa/>

Internet 6: <https://greenblue.com/gb/datasheets/rootrain-urban-datasheet/>

Internet 7: <https://www.archiexpo.com/prod/greenmax/product-92582-2177309.html>

Internet 8: <https://www.arbourlandscapesolutions.co.uk/tree-anchors-irrigation/platipus-piddler-irrigation-and-aeration-system/>

Internet 9: <https://poliext.hu/hu/termekek>

Internet 10: <https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/hi-042-br-treeirrigationsolutions-hu-web.pdf>

Internet 11: <https://www.rainbird.com/products/root-watering-system-rws>

Internet 12: <https://www.gefabritz.com/luwa%20adapter%20short.html>

Internet 13: <https://greenblue.com/gb/products/rootrain-auto-irrigation-adapter/>

Internet 14: <https://www.gardenfaapolas.hu/termekeink/>

Internet 15: https://www.gardenfagondnoksag.hu/tcslista/ontozosakok_217170

Internet 16: <http://tregator.com.pl/en/produkty/tregator-jrpro>

Internet 17: <https://www.ebay.co.uk/itm/386163266100>

Szabvány:

Magyar Szabvány, Díszfák és díszcserjék ültetése települések közterületein: Msz12172:2019

NYILATKOZAT

Tóth Dávid (hallgató Neptun azonosítója: JGHXD3) 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 védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2024. év 04. hó 24. nap belső konzulens

Szikvári Dávid
belső konzulens

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről

A hallgató neve:

TÓTH DAVID

A Hallgató Neptun kódja:

SGM XD3

A dolgozat címe:

ÖNTÖZÉSI LEHETŐSÉGEK A FAÁPOLÁSBAN ÖNTÖZŐZÁRÓK LEFOLYÁSI
SEBÉSEGENEK MÉRÉSEVE

A megjelenés éve:

2024

A konzulens intézetének neve:

TÁJÉPÍTÉSEI, TELEPÜLÉSTERVEZÉSI ÉS DISZKERTÉSZETI INTÉZET

A konzulens tanszékének a neve:

DÍSZÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS DENDROLÓGIAI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott
záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² 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
szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: MAKÓD, 2024 év ÁPRILIS hó 27 nap

Tóth David
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.