

SZAKDOLGOZAT

Szarka Boglárka

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet

Tájrendező és kertépítő mérnöki alapképzési szak

Növényi intelligencia alkalmazhatósága zöldfelületeken

Belső konzulens: Módosné Bugyi Ildikó

mesteroktató

Intézete/tanszéke: Tájépítészeti,
Településtervezési és Díszkertészeti Intézet;
Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék

Készítette: Szarka Boglárka

Budapest

2025

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés és célkitűzések	4
2	Szakirodalmi áttekintés	7
2.1	Növényi intelligencia definiálása	9
2.2	Növényi intelligencián alapuló rendszerek bemutatása	12
2.2.1	Növényi kommunikáció és együttműködés	12
2.2.2	Biomimikri a tájtervezésben.....	13
2.2.3	Adaptív tájhasználat és klimatikus alkalmazkodás	14
2.2.4	Reszponzív és intelligens növényi rendszerek	14
2.3	A növényi intelligencia alapjai.....	15
2.4	A növény felépítése.....	16
2.4.1	Sejtszint	16
2.4.2	Szövetszint	16
2.4.3	Szervszint	17
2.4.4	Fotoszintézis	17
2.4.5	Légzés.....	17
2.5	Az emberek és a növények kapcsolata a 21. században.....	18
2.5.1	Az emberek és a növények kapcsolata a technikai fejlődés tükrében.....	18
2.5.2	A növények lelki hatása: a megnyugvás és pszichológiai jólét	19
2.5.3	A növényi intelligencia szerepe a kapcsolat helyreállításában és a zöldfelületek fejlesztésében	20
2.6	Zöldfelületek szerepe városi környezetben	21
2.6.1	Ökológiai hatásai.....	23
2.6.2	Városi hőszigetelés csökkentése	23
2.6.3	Levegőszennyezés csökkentése.....	24
3	Anyag és módszer	26
3.1	Szakirodalmi kutatás	26
3.2	Mintaterület helyszíni vizsgálata.....	26
3.3	Mintaterület kiválasztása és felmérése	27
3.4	Kérdőíves adatgyűjtés	28
3.5	Esettanulmányok áttekintése	28
4	Eredmények, értékelés	30
4.1	Mintaterület értékelése	30
4.2	Kérdőíves felmérés eredményei	34
5	Következtetések és javaslatok	39
5.1	A Bikás park növényi intelligenciára alapozott reformja.....	39
5.2	Fenntartási- és működtetési ajánlás.....	41
	Összefoglalás.....	44
6	Irodalomjegyzék	46

1 Bevezetés és célkitűzések

Dolgozatom központi témája a növényi intelligencia fogalmának és tájépítészeti alkalmazhatóságának vizsgálata. A kutatás célja annak feltárása, hogyan hasznosíthatóak a növények érzékelő, kommunikációs és alkalmazkodó képességei városi zöldfelületek, különösen a Bikás park fenntarthatóbb kialakításában. A vizsgálat 4 fő módszerrel történt. Ezek a módszerek a szakirodalmi források feldolgozása, kérdőíves felmérés, terepi megfigyelés és az ezekkel összegyűjtött ismeretek, eredmények összegzése. Az előbb említett 4 módszerrel kialakított javaslat egy olyan zöldfelületi rendszer megteremtését célozza, amely a növények önszabályozó működését kihasználva hosszútávon is alacsony fenntartási igényű, környezettudatos és az adott klímaviszonyokhoz alkalmazkodó megoldást kínál. Az ilyen kertek számos olyan előnnyel járnak melyek nemcsak a környezet szempontjából előnyösek, hanem a nagyvárosok kapacitásának túlterhelése is elkerülhető. Ezen felül az adott hely helyi ökoszisztémáját is pozitív irányba befolyásolja. Elősegítené a biodiverzitás növekedését és javítaná a mikroklimát is. A társadalom számára pedig ezen kertek nemcsak esztétikai élményt nyújtanának, hanem oktatási és egészségügyi előnyöket is. A témám a szakirodalmi források feldolgozását követően elsősorban a gyakorlati alkalmazási lehetőségek kialakításának javaslatait tartja fókuszban. Azért választottam ezt a témát, mert meggyőződésem, hogy a növényi intelligenciára alapozott zöldfelületek létrehozásának lehetősége nem csak fenntarthatóság szempontjából kedvezőbb megoldás, hanem a városi zöldfelületek segítségével a klímaváltozás okozta kihívásokra is válasz lehet. Egy ilyen alapokon létrehozott zöldfelület valószínűleg jelentősen kevesebb emberi beavatkozást igényel, hiszen a növények képesek gondoskodni saját magukról és egymásról is majdnem teljes mértékben. Ez különösen fontos lehet olyan városi környezetben, ahol a fenntartók sokszor kapacitáshiánnyal küzdenek és a kertek, parkok elhanyagolt állapotba kerülnek. Az elhanyagolt zöldfelületek problémája a városok nem frekvenciált területein igen gyakori jelenségek. A fenntartási munkák elmaradásának köszönhetően ezek a területek nem képesek ellátni eredeti funkciójukat, legyen szó ökológiai, esztétikai vagy szórakoztató szerepről. Képesek lehetünk a megfelelő növényfajok megválasztásával speciális célokat is elérni egy-egy adott zöldfelülettel. Egy frekvenciált terület mellett elhelyezkedő zöldfelületnél előnyös, ha a felhasznált növények együttműködve a lehető legjobban tisztítják a levegőt a környezetükben. Ilyen például a por- és szennyezőanyag megkötő fajok például: fenyő fajták, juhar. Az illóolaj kibocsátó fajok nem közvetlen módon szűrik meg a levegőt, hanem a kibocsátott illékony vegyületek (fitocidok) segítségével. A növények védekezés céljából fitocidokat engednek a levegőbe. Ezzel gátolják a kórokozó mikroorganizmusok szaporodását vagy elpusztítják ezeket. (Hub, 2024)

Egy olyan zöldfelület, amely a növényi intelligenciára épül nemcsak hatékonyabban működne, hanem kevesebb figyelmet és munkaerőt is igényelne fenntartása szempontjából. Ezzel szemben egy hagyományos kert vagy park fenntartása jelentősen több időt, energiát és anyagi forrást igényel, amit sok fenntartó nem tud biztosítani.

A szakdolgozatom egyik fő célja, hogy egy olyan önfenntartó zöldfelület-modell létrehozásának alapjait, javaslati tervét készítsem el, amely a növények természetes képességeire építve csökkenti az emberi beavatkozás szükségességét. Céлом továbbá az is, hogy minél többen megismerjék a növények valódi képességeit, meglássák a bennük rejlő rengeteg lehetőséget. A növények nem élettelen lények, hanem rendkívül fejlett érzékelési és kommunikációs rendszerrel rendelkező élőlények, amelyek képesek a környezetükhöz alkalmazkodni és egymással szimbiózisban élni. A növényi intelligencia kutatásai számos olyan bizonyítékot mutattak fel az elmúlt évtizedekben, amelyek megmutatják, hogy a növények érzékelik a kémiai ingereket, a hőmérsékletet, a fényt, a gravitációt és még a mechanikai rendszereket is. Ezek az érzékelési mechanizmusok teszik lehetővé számukra, hogy döntéseket hozzanak, alkalmazkodjanak a környezetükhöz és optimális módon használják ki a rendelkezésükre álló erőforrásokat. Az alapos munkával kiválasztott növények között kialakuló szimbiózisnak köszönhetően egy természetes ökológiai kapcsolatokra épülő szinte teljesen önfenntartó zöldfelület hozható létre. A növények egymás támogatásával az emberi beavatkozásokat minimalizálni tudják. Ezzel a városi zöldfelületek jellemzői a következők lesznek: fenntartható, gazdaságos, ökológiailag előnyös és költséghatékony. A növények átveszik a munkát az emberektől mind a tápanyagellátás, vízháztartás és a kártevők elleni védekezés tekintetében.

Az érdeklődésem e tudományterület iránt Stefano Mancuso munkásságának köszönhető. Mancuso az olaszországi Firenzében található International Laboratory of Plant Neurobiology igazgatója és a növényi intelligencia egyik legismertebb kutatója. Több olyan könyvet is írt, amelyek nemcsak tudományos alapossággal, hanem érthető és izgalmas módon mutatják be a növények világát. A könyvei közül kifejezetten nagy hatással volt rám „A fák titkos nyelve - A növényi intelligencia meghökkentő bizonyítékai” című műve. Ez az írás elgondolkodtatott a növények világáról és a bennük rejlő lehetőségekről. Mancuso könyveiben olyan növényi tulajdonságokkal ismerkedhetünk meg, melyek messze túlmutatnak a társadalmi alapismereteken ezzel is közelebb hozva az emberek és a növények világát egymáshoz.

A szakdolgozatom célja nemcsak a növényi intelligenciára alapozott önfenntartó kertek gyakorlati megvalósításának javaslata, hanem az is, hogy eloszlassam a növényekkel kapcsolatos tévhiteket, amelyeket a kérdőívem segítségével felmértem. Általános

tapasztalataim azt mutatják, hogy az emberek többsége a növényeket ma is egyszerű, élettelen jelenségeknek tekintik és nem gondolnak rájuk úgy, mint érzékelő, tanulásra képes élőlényekre. Véleményem szerint ez a téves elképzelés a régi tudományos ismereteken alapul, mert sokan nem ismerik és nem tájékozódnak az új kutatási eredményekről, amelyek napról napra több bizonyítékot mutatnak fel a növények valódi képességeit igazolva. Szeretném, ha a dolgozatom hozzájárulna ahhoz, hogy az emberek szemléletmódja megváltozzon és nagyobb tisztelettel forduljanak a növények felé. (Mancuso & Viola, A fák titkos nyelve - A növényi intelligencia meghökkentő bizonyítékai, 2016)

A dolgozatomban számos kérdésre keresem a választ, amelyek segítséget nyújtanak a növényi intelligenciára alapozott zöldterületek létrehozásában és a cél szem előtt tartásában. Ezen kérdések nem mások, mint:

- Mi is az a növényi intelligencia és hogyan definiálható?
- Miért léteznek még mindig tévhitek a növények képességeivel kapcsolatban és hogyan lehet ezeket eloszlatni?
- Hogyan lehet egy önfenntartó kertet létrehozni és milyen szempontokat érdemes figyelembe venni?
- Milyen előnyökkel járhatnak ezek a kertek és hol célszerű őket kialakítani?

Ez a téma rendkívül aktuális a mai világban, hiszen a fenntarthatóság és az ökológiai egyensúly helyreállítása ma már nemcsak tudományos, hanem társadalmi szempontból is sürgető kérdés. A növényi intelligencia kutatása és az erre alapozott gyakorlati megoldások új perspektívát nyithatnak az ember és a természet kapcsolatában és hozzájárulhatnak egy fenntarthatóbb jövő megteremtéséhez. Szeretném bemutatni milyen lehetőségek rejlenek ebben a tudományterületben és hogyan is lehet a növényi intelligenciára építve új alapokra helyezni a városi zöldfelületek kialakításának és fenntartásának módszereit.

A dolgozatomban elkészíték egy, a Bikás park területére kidolgozott, a növényi intelligenciára alapozott parkfelújítási tervjavaslatot. Emellett megpróbálom a lehető legérthetőbben és kellő részletességgel bemutatni minden olyan növényi képességet, mely előnyünkre válhat egy ilyen zöldfelület létrehozásában. A tévhitek alapjaira kitérve szeretnék megoldást találni ezek eloszlatására miután megértettem miből is indulhatott ki ezen gondolatmenet a társadalomban.

2 Szakirodalmi áttekintés

A szakirodalmi kutatásom a növényi intelligencia részletes megismerésére irányul, hogy ezzel a tudással egy olyan javaslati tervet tudjak megalkotni, amely a hazai klímához alkalmazkodó, szinte teljesen önfenntartó zöldfelület megalkotását elősegíti.

Stefano Mancuso könyve az, amelyből elkezdtem a kutatásomat. A könyv két legfontosabb üzenete az, hogy az intelligenciát nem köthetjük kizárólag az agyhoz. Azaz a növények is lehetnek intelligensek hasonlóan, mint azok az élőlények, amelyeket egy központi szerv az agy irányít. A növények az információt teljes szervezetükkel dolgozzák fel. Nincsenek konkrét szerveik egy-egy adott működés elvégzésére. A növényi részek között kialakult alapos koordináció az, amelynek köszönhetően reagálni képesek a környezetükből érkező ingerekre. A másik leglényegesebb része pedig, hogy a növények az egymással való együttműködésüknek köszönhetően olyan rendszer felépítésére képesek, amelynek következtében egymást segítve tartják fent önmagukat. (Mancuso, Zöld forradalom , 2018)

Ezekon felül még fontos információ a növényi intelligencia alapú zöldfelületek létrehozásához a növények között zajló kommunikáció, amelyet ismertem majd, több példával is bemutat az író. A növények a talajon keresztül képesek egymással megosztani a tápanyagot, melyet „Wood Wide Web” -nek nevezünk. Az emlékezőképességüket a Szemérmes mimóza (*Mimosa pudica*) növényfajon keresztül mutatja be, amely segítségével értelmezhettem, hogyan is képesek emlékezni ezen fajok a külső ingerekre és miket kell megfigyelni, hogy ezeket a jelenségeket saját próbálkozásaink alapján is megtapasztalhassunk. Ennek a könyvnek a segítségével a növényi intelligenciára alapozott zöldfelületeket a környezeti nevelés szempontjából is bemutatja, ugyanis gyakorlati tanulságokat is leír, amelyek segíti a javaslati terv megfelelő előkészítését. (Mancuso, Zöld forradalom , 2018)

A második könyv, amely feldolgozását igazán fontosnak tartottam a dolgozatom megírásához az Daniel Charnovitz: Mit tud a növény? című könyve. Charnovitz közérthetően, de mégis kellő tudományos alapossággal mutatja be mire is képesek a növények. Ez a könyv konkrét példák bemutatásával nagyban hozzásegített ahhoz, hogy ezt a tudást a megfelelő mértékben elsajátítsam. A külső ingerekre való reakció egy igen fontos képessége a növényeknek. Ez a képesség elengedhetetlen a növényi intelligencián alapuló zöldfelületek létrehozásához. Ezek a rendszerek nagyrésztben önfenntartóak mégis a teljes emberi beavatkozás elhagyása nem megoldható. Ezeket a beavatkozásokat viszont képesek vagyunk minimalizálni a növényi intelligencia használatával. Egy adott növény reakcióját ismerve a külső ingerekre, hozzásegít minket ahhoz, hogy már a kezdeti fázisban megakadályozzuk a felmerülő problémát. A növényi érzékelés rendszerét az állatok érzékszerveivel összevetve több hasonlóságot is felfedezhetünk.

Az összehasonlítást, ha az emberrel elvégezzük biológiai szempontból, akkor egy olyan eredményt kapunk, amely bizonyítja a számunkra, hogy evolúciós kapcsolat van növény és ember között. A köztudatban kialakult tévhitek feltárásával, megértésével létrehozhatunk olyan környezeti nevelésre alkalmas táblákat, amelyek eloszlatják a társadalomban kialakult és elterjedt hiedelmeket. Ezzel ösztönözhetjük az embereket a növényekkel kapcsolatos új szemléletmód kialakítására. A növények megértése segítheti a fenntartható gondolkozást és az ökológiai egyensúly javítását vagy megőrzését. (Chamovitz, 2018)

Szeretném kiemelni Szűcs Kinga: Növényi etika és teológia című doktori értekezését. Az előző irodalmaktól eltérően, itt nem a hétköznapi növényi viselkedést ismertem meg, hanem a növények jelentőségét és szerepét a vallásban és a filozófiában. Ezzel egy szélesebb látókört tudhatok magaménak, amelynek köszönhetően a társadalom különböző rétegeinek elérését teszi lehetővé a témám számára. A Bibliában a növényhez való viszonyulás sok látásmódot befolyásol, de ezen viszonyulások megismerésével és a tévhitek tudományos alátámasztásával egy szélesebb ismeretséget nyújthatunk az emberek számára. A növényi intelligencia és az etika, teológia viszonyulásáról is szó esik. Szeretné felhívni a figyelmet a növények és a természet fontosságára. Nagyobb hangsúlyt kell fektetni ezek tiszteletére és értékelésére. (Szűcs Kinga)

További, adott témával kapcsolatos, általam fontosnak tartott szakirodalmak, projektek, amelyeket szeretnék még néhány szóban ismertetni:

Cantrell, B. E., & Holzman, J. (2015). *Responsive Landscapes*. London: Routledge. (Cantrell & Holzman, 2015)

Páldy, A. (2022. május 25). *A zöldfelületek hatása az egészségre*. (Páldy, 2022)

Volkart, D. Y. (2022-2025). *Plant Intelligence: Learning like a Plant*. (Volkart, 2022-2025)

Az emberek és a növények kapcsolata a 21. században új értelmet nyer. A klímaváltozás, az urbanizáció, a technológiai fejlődés és a mentális egészség válsága mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a növények többé ne csak díszítő vagy gazdasági elemként szolgáljanak a társadalmunk számára, hanem aktív partnerei legyenek az emberi életminőség és a környezeti egyensúly helyreállításának. A szakirodalmak egyre inkább hangsúlyozzák a növényi intelligencia fogalmát, amivel próbálják felhívni a figyelmet arra, hogy a növények képesek érzékelni, reagálni és adaptálódni környezetükhöz.

A három kiemelt szakirodalom különböző, de mégis egymást kiegészítő módon tárgyalja a növény és ember összetett kapcsolatát. Ezek az írások technológiai, pszichológiai és kulturális szempontból egyaránt megalapozzák a növényi intelligencia alapú zöldfelületek létrehozásának

elméleti háttérét. A növényi intelligencia egy interdiszciplináris híd az emberi technológia, a pszichológiai jólét és az ökológiai tudatosság között. Cantrell B. E. és Holzman J. technológiai megközelítése az adaptív szenzoros rendszerek révén az intelligens zöldfelületek megvalósításának alapját adja. Páldy kutatásai rávilágítanak a növények mentális és egészségvédő hatására, míg a Plant Intelligence: Learning like a Plant projekt a növényi intelligencia művészeti és tudományos megközelítését vizsgálta. A projekt célja, hogy feltárja, hogyan érzékelik a környezetüket a növények, miként tanulnak és kommunikálnak egymással s ezen képességeket, hogyan építhetjük be az ökológiai, társadalmi és kulturális rendszerekbe. A program a biológiai kutatást az ökológiai design-t és a társadalmi érzékenyítést ötvözi. Ez a három nézőpont jelzi, hogy a jövőben a magyar városi intelligens zöldfelületek csak akkor lehetnek valóban fenntarthatók és élhetőek, ha a növényeket intelligens, érzékeny és együttműködő lényekként kezeli a társadalom. Ezért helyeztem kiemelt hangsúlyt a szakdolgozatomban a növény – ember kapcsolatra. (Cantrell & Holzman, 2015) (Páldy, 2022) (Volkart, 2022-2025) <https://arxiv.org/pdf/2509.02284>

2.1 Növényi intelligencia definiálása

A növényi intelligencia egyre inkább a tudományos kutatás központjába kerül, amely a növények környezeti érzékelésére és reakciójára összpontosít. A növények nem csupán passzív lények, hanem képesek érzékelni a környezetüket és reagálni különböző környezeti ingerekre, mint például fény, mechanikai hatások és kémiai jelek. A kifejezés az elmúlt évtizedekben vált az ökológia és filozófia egyik központi fogalmává. Bár a kifejezés elsőre paradoxonnak tűnhet hiszen az intelligencia hagyományosan az állati idegrendszerhez és a tudathoz kapcsolódik. A növényélettani kutatások újra értelmezték az „intelligencia” biológiai jelentését ezért habár a növények nem rendelkeznek központi idegrendszerrel mégis képesek érzékelni, tanulni kommunikálni és alkalmazkodni a környezeti ingerekhez. Mindez pedig az intelligens viselkedés alapvető kritériuma.

Stefano Mancuso megközelítése:

Az olasz növényfiziológus szerint a növények másfajta intelligenciát képviselnek, amely decentralizált, elosztott és szimbiotikus természetű. A Billiant Green: The Suprising History and Science of Plant Intelligence című könyvében azt állítja, hogy a növények minden egyes sejtje egyfajta „mikro agyként” működik. Ezek képesek az információ feldolgozására és a döntéshozatalra. Az intelligencia tehát nem egy központi szervhez kötött funkció, hanem a teljes növényi test kollektív válaszképessége. A növények az evolúció során éppen ezért voltak képesek életben maradni, mert tanulni tudtak. Alkalmazkodtak az fény, víz, gravitáció és kémiai jelek változásaihoz. Mancuso elméletét Anthony Trewavas támogatja, aki a Plant Behaviour

and Intelligence című művében amellet érvel, hogy a növények döntéseket hoznak, mérlegelnek, sőt tanulnak korábbi tapasztalataikból. A két kutató szerint a növények viselkedése nem reflexszerű, hanem környezetfüggő és célirányos. (Mancuso, Zöld forradalom , 2018) (Mancuso & Viola, Brilliant Green: The Suprising History and Science of Plant Intelligence, 2015) (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014)

Daniel Chamovitz szemlélete:

Az izraeli biológus What a Plant Knows című könyvében a növényi érzékelést vizsgálja. Kimutatta, hogy a növények érzékelik a fény hullámhosszait, reagálnak az érintésre, felismerik genetikai rokonaikat és képesek memorizálni a környezeti ingereket. Szerinte a növényi intelligencia nem az emberi tudat párhuzama, hanem az érzékelés, az emlékezet és a döntéshozás fiziológiai szintű integrációja. (Chamovitz, 2018) Ezzel a szemlélettel kapcsolatban Paco Calvo és Fred Keijzer Cognition in Plants című tanulmányaiban kifejtik, hogy a növények kognitív rendszerként értelmezhetők. Képesek feldolgozni az információt, előre jelezni a változásokat és módosítani saját viselkedésüket a túlélés érdekében. A növényeket aktív információfeldolgozóként mutatják be nem pedig passzív organizmusokként. (Paco & Keijzer , 2009)

Összegezve tehát a szakdolgozatom alapfogalma a növényi intelligencia, amit a fentiek alapján az alábbi módon definiálok: A növényi intelligencia az élő növényi rendszerek azon képességei, hogy érzékeljék és feldolgozzák a környezeti információt, tanuljanak tapasztalataikból és olyan adaptív kommunikációs válaszokat alakítsanak ki, amelyek a saját fennmaradásukon túl a környezetük egyensúlyát elősegítik. Ez a megközelítés a növényeket társalkotóként kezeli a zöldfelületek tervezésében. A növényi intelligencián alapuló tervezés Magyarországon új lehetőséget kínál a fenntartható, önszabályozó és ökológiailag érzékeny terek létrehozására, amelyekben az ember és a növény közötti kapcsolat nem hierarchikus, hanem partnerségen alapul. (Mancuso, Zöld forradalom , 2018) (Chamovitz, 2018) (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014) (Paco & Keijzer , 2009)

2.2 Fogalmi összevetés: növényi intelligencia és kapcsolódó megközelítések

A növényi intelligencia fogalma egyre több tudományos és tervezési irányzatban jelenik meg, azonban nem minden esetben azonos tartalommal. Az alábbiakban bemutatom azokat a fogalmakat, amelyek részben kapcsolódnak ehhez a szemlélethez, majd kiemelem az azonosságokat és a különbségeket.

Kapcsolódó fogalmak röviden

- Permakultúra – Ökológiai alapú tervezési rendszer, amely a természet mintáit utánozza. (Holmgren & Mollison, 1982)
- Biodiverz kiültetés (polikultúra) – Sokféle növényfaj együttes alkalmazása ökológiai szinergiák érdekében. (Szólexikon, 2025) (Szentgyörgyi, 2023)
- Regeneratív mezőgazdaság – Talajélet helyreállítására és ökoszisztéma-szolgáltatásokra építő gazdálkodás. (Justin, 2021)
- Biomimikri – A természet működésének utánzása technológiai vagy tervezési célból. (ELO, 2025) (Benyus, 1997)
- Növényi neurobiológia – A növények jelátvitelét, „döntéshozatalát” és memóriáját vizsgáló kutatási terület. (Zsuzsanna, 2019)
- Fitokogníció (phytocognition) – A növények kognitív képességeinek (tanulás, memória, döntéshozatal) kutatása. (Phytocognition, 2023)
- Növényi kommunikáció – Információcsere kémiai, elektromos vagy fizikai jelek útján (Parádi & Szigeti, 2020)
- Fenomenológiai növényfilozófia – A növények „világban-létét” és érzékelését értelmező filozófiai megközelítés. (Wikipédia, 2025)

Azonosságok

A felsorolt megközelítések közös vonása, hogy mindegyik elismeri a növények aktív szerepét az ökológiai rendszerekben. Több fogalom például a permakultúra, a biodiverz kiültetés és az agroökológia épít a növények közötti kölcsönhatásokra és a természetes folyamatok utánzására. A biomimikri és a növényi neurobiológia inspirációt vagy tudományos alapot ad a növényi intelligencia gyakorlati alkalmazásához, míg a fitokogníció és a növényi viselkedéskutatás közvetlenül vizsgálja a növények adaptív és kommunikációs képességeit, ami a növényi intelligencia elméleti magját képezi.

Különbségek

A növényi intelligencia elsősorban biológiai és filozófiai koncepció, amely a növények érzékelési, tanulási és döntéshozatali képességeit hangsúlyozza. Ezzel szemben a permakultúra, a biodiverz kiültetés és a regeneratív mezőgazdaság tervezési és gazdálkodási módszerek, amelyek nem vizsgálják a növények „intelligenciáját”, hanem ökológiai elveket alkalmaznak. A biomimikri a növények működését technológiai modellekben utánozza, nem foglalkozik a

növények önálló viselkedésével. A fenomenológiai növényfilozófia nem empirikus, hanem értelmező megközelítés, amely a növények „világát” próbálja megérteni. A növényi neurobiológia és a fitokogníció tudományos kutatási területek, amelyek nem tervezési rendszerek, hanem a növények kognitív és jelátviteli mechanizmusait vizsgálják.

Konklúzió

A növényi intelligencia fogalom használata a dolgozatban azért indokolt, mert olyan szemléleti keretet biztosít, amely túlmutat a hagyományos ökológiai és kertészeti megközelítéseken. Nem csupán a növények ökológiai szerepét hangsúlyozza, hanem azokat az adaptív, kommunikációs és tanulási folyamatokat is, amelyek révén a növények aktív, környezetükhöz alkalmazkodó élőlényekként értelmezhetők. Ez a perspektíva új lehetőségeket nyit a fenntartható zöldfelületek tervezésében, és hozzájárul ahhoz, hogy az ember és a növények kapcsolata ne hierarchikus, hanem partnerségen alapuló legyen.

2.3 Növényi intelligencián alapuló rendszerek bemutatása

A növényi intelligencián alapuló rendszerek célja, hogy a természet működését ne csak másoljuk, hanem szoros együttműködést építsünk vele miközben a növények saját érzékelési és kommunikációs képességeit kihasználjuk. A következő alfejezetek olyan tervezési stratégiákat mutatnak be, ahol a növényi viselkedés közvetlenül beépíthető a városi zöldfelületek működésébe.

2.3.1 Növényi kommunikáció és együttműködés

A növények különböző elektromos, kémiai és mechanikai jelek közvetítésével képesek információt továbbítani egymás felé, elsősorban a talajon keresztül. (Simard, 2021) A mikorrhiza-hálózatok úgynevezett „Wood Wide Web” kulcsfontosságúak abban, hogy a gombafonalak közvetítésével a növények vizet, tápanyagot és akár stresszjeleket is megosszanak egymással. (Simard, 2021) A növényi kommunikáció azonban nem csak anyagcsere- vagy tápanyagközvetítésből áll. Kísérletek kimutatták, hogy a növények figyelmeztethetik egymást a kártevők jelenlétére is például a leveleik kémiai jelzésekkel adhatják át a veszély jelenlétét a szomszédos növényeknek. (Karban, 2015)

Tájépítészeti jelentőség:

A növények közötti együttműködés közvetlenül befolyásolja a zöldfelületek ellenállóképességét és fenntarthatóságát. Például aszály idején a mikorrhizák révén a tápanyag és a víz megosztása csökkenti a növények környezeti stresszét. (Simard, 2021) A megfelelő növénytársítások és mikorrhizával inokultált ültetőanyag használata lehetővé teszi, hogy a

növények egymást támogató hálózatot alkossanak, ami különösen fontos a városi zöldfelületek és parkok fenntartásában, ahol a környezeti ingerek szélsőségesebbek lehetnek. (Gagliano, 2018) Emellett a növényi kommunikáció és együttműködés a biodiverzitást is elősegíti mivel a különböző fajok egymásra gyakorolt hatása erősíti az ökológiai stabilitást. (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014) A tervezők számára ez azt jelenti, hogy nemcsak az egyes növények igényeit kell figyelembe venni, hanem a növényközösség interakcióit is. A helyes társításokkal létrejövő szimbiotikus hálózatok ellenállóbb, egészségesebb és hosszabb távon fenntartható zöldfelületeket eredményeznek. (Simard, 2021) (Karban, 2015)

A növények közötti kommunikáció és szimbiotikus együttműködés nem csupán ökológiai jelenség, hanem a zöldfelületek tervezésében alkalmazható intelligens viselkedés is.

2.3.2 Biomimikri a tájtervezésben

A biomimikri a természet működésének utánzását jelenti a technológia és ökológiai rendszerekben olyan módon, hogy a természetben bevált megoldásokat adaptáljuk az emberi környezetbe. A tájtervezésben ez azt jelenti, hogy a növények közötti együttműködést, adaptív viselkedést és lokális szabályozást figyelembe véve alakítjuk ki a zöldfelületeket ezzel szinte teljesen önfenntartó, ellenálló és ökológiailag intelligens rendszereket hozunk létre. (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014) (Simard, 2021)

A biomimikri célja, hogy a városi és kertészeti terek fenntartható módon utánozzák a természet önszabályozó folyamatait, például a víz- és tápanyagforgalmat és a növényközösségek közötti kölcsönhatásokat.

Gyakorlati alkalmazások:

Erdőszerű növénytársítások:

Több szintű lombkorona kialakítása, ahol a magasabb fák árnyékolják az alsó szintet ennek köszönhetően csökkentik a párolgási veszteséget. (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014)

Zöldtetők és zöldfalak:

Növényi közösségek olyan rendszerekben, ahol az önfenntartó vízrendszer a növények párologtatása és a talaj vízmegtartó képessége révén működik. Ezek a rendszerek csökkentik a városi hősziget-hatást, javítják a levegő minőségét és a növényi intelligencia elveire épülnek. A növények adaptív válaszaikkal segítik stabilizálni a rendszert. (Gagliano, 2018) (Simard, 2021)

Esőkertek:

Tervezett mélyedések, ahol a csapadékvíz összegyűlik és a növények természetes vízmegtartó és szűrő szerepet töltenek be. Az esőkertek biomimikrikus működésükkel csökkentik a városi árvízveszélyt. (Karban, 2015)

A biomimikri egy olyan lehetőséget kínál, hogy a természet intelligens mechanizmusait közvetlenül alkalmazzuk a táj- és várostervezésben ezáltal egy kisebb fenntartási igényű, ellenállóbb és élhetőbb környezetet teremtsünk.

2.3.3 Adaptív tájhasználat és klimatikus alkalmazkodás

A növényi intelligencia egyik legfontosabb aspektusa, hogy a növények képesek emlékezni és reagálni a környezeti változásokra. Stresszmemóriájuk révén másodsorra gyorsabban válaszolnak az aszályra vagy például a napfényhiányra (Mancuso, Zöld forradalom , 2018) (Chamovitz, 2018)

Tervezési következmények:

A hősziget-hatás mérsékelhető olyan növénytársításokkal, amelyek összehangolt párologtatással működnek. (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014)

Alkalmazhatók szinergikus párok például a mély gyökerű és sekély gyökerű növények együttese, amelyek kiegyensúlyozzák a vízmegosztást. (Simard, 2021)

Biodiverzitás növelése, mert a sokféle faj együttműködése javítja a zöldfelület alkalmazkodóképességét.

2.3.4 Reszponzív és intelligens növényi rendszerek

A növényekkel kapcsolatban sokáig az volt az uralkodó nézet, hogy passzív, érzéketlen élőlények, amelyek csupán túrik a környezeti hatásokat, de nem képesek aktív válaszokra. Az utóbbi évek kutatásai alapjaiban cáfolják ezt a szemléletet. A növények bonyolult érzékelőrendszerrel rendelkeznek, azaz reagálnak a fény, a gravitáció, az érintés, a hangrezgések vagy a hőmérséklet változásaira. (Mancuso, Zöld forradalom , 2018) (Chamovitz, 2018)

Az egyik legismertebb példán keresztül szeretném ismertetni a növényi érzékenységet. A *Mimosa pudica* egy trópusi eredetű faj képes néhány másodpercen belül összezární leveleit, ha megérintik, megrázzák vagy hirtelen hőmérsékletváltozás éri. A mozgás oka a sejtek víznyomásának, azaz turgornyomásának gyors változása, amelyet elektromos jelek váltanak ki a növényben. Kísérletek szerint a *Mimosa pudica* képes megtanulni, hogy ismételt, ártalmatlan

érintésekre ne reagáljon. Ez a habituáció, vagyis az egyszerű tanulás egyik formája. A jelenség arra utal, hogy a növények nem pusztán automatikus biológiai folyamatokat hajtanak végre, hanem képesek tapasztalataik alapján módosítani a viselkedésüket. (Mancuso, Zöld forradalom, 2018)

Ezen felismerések a környezeti tervezésben és oktatásban igen sok új lehetőséget nyitnak meg. Az úgynevezett rezponzív növényi rendszerek olyan interaktív zöldfelületek és technológiai megoldások, amelyekben a növények láthatóan reagálnak a környezeti változásokra. Ilyenek például az olyan parkok, botanikus kertek vagy tanösvények, ahol a látogatók valós időben megfigyelhetik, hogyan változtatják a növények testhelyzetüket a napfény irányának megfelelően, miként zárják be leveleiket éjszaka vagy hogyan reagálnak a páratartalom változásaira. Ezzel saját tapasztalatot szerezve, amely nagyban változtathat az előzetes nézeteken a növényekkel kapcsolatosan. (Cantrell & Holzman, 2015)

A technikai fejlődés lehetőséget ad arra, hogy ezekhez az élő rendszerekhez napelemmel működő érzékelőket és adatgyűjtő eszközöket kapcsoljanak, amelyek a növények élettani folyamataikat (nedvességtartalom, fényintenzitás) mérik és vizualizálják. Az így kialakított rendszerek nem csupán tudományos bemutatók, hanem nevelési és szemléletformáló eszközök is. Emellett az adatokat valós időben továbbítják egy központi rendszerbe ezzel optimalizálni tudják az öntözést és a környezeti fenntatást. (Commission, 2019) (Cantrell & Holzman, 2015) Magyarországon is megjelentek hasonló „okos park” kísérletek és egyetemi kutatások, ahol a növényzet állapotát egyszerű környezeti szenzorokkal követik. Peter Wohlleben is hangsúlyozza A fák titkos élete című könyvében, hogy a növények különösen a fák közösségei összetett kommunikációs és kölcsönhatási hálózatot alkotnak, amelyekben információ és energia cserélődik a környezetükkel. (Wohlleben, 2016) Ez tudás, beépítve a technikai fejlődésekbe (például „okos zöldfelületek”, bioérzékelő rendszerek és interaktív tanösvények) nem csak a fenntarthatóságot erősíti, hanem hozzájárul ahhoz is, hogy az emberek újra érzékenyebben és tiszteleteljesebben viszonyuljanak a növényvilághoz.

A rezponzív rendszerek tehát egyszerre jelentenek tudományos kihívást, művészeti inspirációt és környezeti nevelési lehetőséget.

2.4 A növényi intelligencia alapjai

Alapvető problémaként kezelhető az emberek ismereteinek hiánya a növényvilágot illetően. Ennek köszönhetően a növényekben rejlő lehetőségek nagy százalékban nincsenek kihasználva. Ebben a fejezetben szeretnék néhány alapfogalmat, funkciót tisztázni velük kapcsolatban.

2.5 A növény felépítése

A növények szervezete pont úgy, mint egykori társadalmunk hierarchikusan épül fel. A legkisebb egységtől, a sejtől a teljes növényig, amely önállóan érzékel, reagál és tanul a környezetéből. Ennek a szervezetségnek köszönhető a növényi intelligencia kialakulása. Minden szerkezeti szint hozzájárul a növény alkalmazkodóképességéhez, döntéshozatalához és kommunikációjához. A növényi szerveződés szintjei lehetővé teszik egy sokrétű, környezetérzékeny és válasz képes élő rendszer működését. A növények képesek érzékelni a környezeti változásokat, reagálni rájuk morfológiai és biokémiai szinten is. Kommunikálnak más növényekkel, alkalmazkodnak és hosszú távon stratégiai döntéseket hoznak az életben maradásért. Ezt nevezi a tudomány a növények intelligens működésének. Ma már a városi zöldfelületek tervezésénél, mezőgazdaságban és természetvédelemben is figyelembe kellene venni.

2.5.1 Sejtszint

A növényi szervezet legkisebb élő egysége a sejt, amelyet már önmagában is képes környezeti jeleket érzékelni és azokra válaszolni. Ez az intelligencia legalsó szintje. A sejthártya szabályozza milyen anyagok jutnak be és ki a sejtől így a sejt aktívan dönt arról, milyen anyagcsere-folyamatot indít el. A sejt plazma, amely főként fehérjékből áll a reakciók közege, ahol a sejtek döntései (pl.: tápanyag- vagy vízhiányra adott válasz) mennek végbe. A színtestek, főként a kloroplasztiszok nemcsak a fotoszintézisért felelősek, hanem a növény energetikai önszabályozásának létfontosságú elemei. A kloroplasztiszban zajló fényérzékelés révén a növény érzékeli a napszakokat, fényviszonyokat és ez alapján alkalmazkodik. A különböző típusú színtestek (kromo-, leuko- és kloroplasztiszok) specifikus feladatokat látnak el, így lehetővé teszik, hogy a növény különböző szervei és szövetei funkcionálisan intelligens módon működjenek. A sejtmag irányítja a sejten belüli döntéshozatalt hiszen benne található a DNS, amely a növény reakcióképességét, örökletes tanulását és regenerációját kódolja. Az RNS-ek pedig a fehérjeszintézisért és a sejtek közti információkövetítésért felelősek. Ezeknek köszönhetően a sejt egy kommunikációra képes egységgé válik.

2.5.2 Szövetszint

A sejtek azonos alakban és működésben szövetekké szerveződnek. Ez az együttműködés magasabb szintjét jelenti a növényben. A megosztott feladatok révén a növény képes összetett, de összehangolt reakciót adni a környezeti ingerekre. Az osztódó szövetek azok, amelyek a növény növekedéséért felelnek és tanulási központként is működnek. Ezekben történik az új sejtek képződése, amelyek már alkalmazkodtak a környezeti feltételekhez. A hajtáscsúcs vagy gyökércsúcs sejtjei folyamatosan figyelik a külső körülményeket (víz, fény, gravitáció) és

ennek megfelelően irányítják a növény alakját és növekedését. Az állandósult szövetek lehetővé teszik, hogy a növény fenntartsa belső egyensúlyát miközben a külső világ folyamatosan változik. A bőrszövet például képes a gázcsere szabályozni a sztómák nyitásával és zárásával. Ez egy tipikus intelligens válasz a légszennyezésre, vízhiányra vagy túlzott párologtatásra. A szállítószövet felelős az információ és a víz, tápanyag gyors, célzott eljuttatásáért a növényen belül. Ez olyan mintha idegrendszer nélkül is képes lenne belső kommunikációra. Az alapszövetek a tárolásért, kiválasztásért és fotoszintézisért felelősek ezáltal a növény önfenntartó intelligens rendszerként működik. Képes dönteni arról mit tároljon el, mikor bontson le anyagot és mikor ne.

2.5.3 Szervszint

A növényi szervek a szövetek szerveződéséből alakulnak ki és a növény összetett válaszainak helyszínei. A gyökér érzékeli a gravitációt, a talaj nedvességtartalmát, a sókoncentrációt és ennek megfelelően módosítja növekedési irányát. A levél fényintenzitásra, CO₂ szintre és légszennyezésre reagál. A sztómák zárásával védi a sejtet. A virág és termés a környezetből érkező hőmérsékleti, fény- és pollinációs ingerekre reagál. Időzíti a virágzást és terméshozást vagyis dönt a szaporodás optimális időpontjáról. Ez a szerveződési szint mutatja meg leglátványosabban a növényi intelligencia alkalmazkodó, környezetre reagáló és fajfenntartó képességeit.

2.5.4 Fotoszintézis

A fotoszintézis a növények adaptív energiatermelő rendszere, amely a környezetből érkező fény alapján dinamikusan szabályozza a működésüket. A kloroplasztiszok nem csak a fényt használják fel, hanem érzékelik is azt, így képesek megállapítani mikor érdemes energiát előállítani és mikor kell „takarékra” kapcsolni. A fényszakaszban a növény megtanulja hogyan alakítsa át a napfényt energiává míg a sötétszakaszban ezt az energiát önálló kémiai döntéssé alakítja (szénhidrát előállítása). A fotoszintézis során a növény környezetfüggő döntéseket hoz ez a növényi intelligencia egyik legfontosabb funkciója.

2.5.5 Légzés

A növények sejtlégzése állandó biokémiai folyamat, amely során a növény önszabályozó módon használja fel a tárolt energiát. A gázcsere sztómákon keresztül történik, melyek intelligensen nyílnak és záródnak a külső környezeti feltételek függvényében. A növény így képes minimalizálni a veszteséget és maximalizálni a hasznosítást, vagyis energetikailag adaptív rendszert alkot. Az anaerob légzés túlélési intelligencia. Oxigénhiány esetén oxigénhiányos környezetben például elárasztott talajban a növény átáll anaerob légzésre, hogy

túlélje a stresszhelyzetet. Ez a képesség szintén a növényi intelligencia megnyilvánulása. A növény alkalmazkodik a kényszerhelyzethez és bár kevesebb energiát nyer mégis fenntartja az alapvető életfunkciókat. A glükóz fermentációval történő lebontása (pl.: etanol termelés) csak ideiglenes megoldás, de lehetővé teszi, hogy a növény később visszatérhessen az optimális állapothoz. Ez a stratégiai túlélés egyik példája. A rizs és mocsári növények genetikailag örökített alkalmazkodása az oxigénhiányhoz szintén a tanult, örökített intelligencia megnyilvánulása.

2.6 Az emberek és a növények kapcsolata a 21. században

Az ember és a növényvilág kapcsolata az elmúlt évszázadokban radikálisan átalakult. A technikai fejlődés, az urbanizáció, valamint az ökológiai szemlélet megváltozása egy teljesen új dimenziót nyitott meg az ember-növény interakcióban. Korábban a növények elsősorban gazdasági és esztétikai szerepet töltek be viszont ma már egyre inkább a pszichológiai jóllét, az ökológiai tudatosság és az intelligens rendszerekbe integrálható élő komponensek irányából közelítjük meg őket. Az alábbi alfejezetek ezeket a változásokat három aspektuson keresztül mutatják be.

2.6.1 Az emberek és a növények kapcsolata a technikai fejlődés tükrében

A technológiai fejlődés hatására az emberek és a növények kapcsolata alapvetően átalakult. A modern társadalmakban az urbanizáció, a digitalizáció és a fogyasztói életmód következtében az ember mindennapi élete eltávolodott a természettől (Kaplan & Kaplan, 1989) Míg korábban a növények megfigyelése és gondozása a mindennapi lét szerves része volt hiszen a túlélés szempontjából elengedhetetlen tudást biztosított a mezőgazdaság, a gyógyítás és az eszközkészítés terén addigra napjainkban ez a tudás egyre inkább elveszítette közvetlen jelentőségét. Ugyanakkor a kutatások szerint az emberekben különösen a gyermekekben természetes vizuális preferencia alakul ki a természetes tájak iránt. Ez azt mutatja, hogy a természethez való vonzódás biológiailag megalapozott. Balling és Falk kísérletében a résztvevők a természetes szavannaszerű tájakat részesítették előnyben a városi, mesterséges környezetekkel szemben. Ebből arra következtettek, hogy az emberek evolúciós múltjukból fakadóan a természetes környezetet érzik biztonságosabbnak. (Balling & Falk, 1982)

A növények azonban nem csupán anyagi forrásként, hanem kulturális és szimbolikus elemekként is fontosak voltak. A virágok, fák és más növények évezredek óta részei a vallási szertartásoknak, népszokásoknak és az emberi érzelmek kifejezésének. A virágok nyelvét például a 19. században fejlesztették ki, hogy rejtett üzeneteket közvetítsenek érzelmekről vagy társadalmi viszonyokról (Seaton, 1995). A növények továbbá szimbolikus jelentőséggel bírnak

az irodalomban és művészetben, ahol az élet körforgását, a termékenységet vagy az elmúlást jelenítik meg. (Bate, 2000)

A 20. század közepétől a technikai modernizáció és a városiasodás következtében a növényekkel való kapcsolat intellektuálissá vált. Az emberek a természetet egyre inkább vizuális és digitális közvetítésen keresztül érzékelik a képernyőkön, applikációkon és online adatbázisokon keresztül. Ez a folyamat az ökológiai eltávolodás, amely az ember és a természet közötti közvetlen tapasztalat hiányát írja le. (Louv, 2008) Ugyanakkor ez a technikai fejlődés új lehetőségeket is kínál. A digitális növényhatározók, távérzékelési rendszerek, drónfelvételek és növényfigyelő applikáció révén az emberek ismét közelebb kerülhetnek a növényvilág megismeréséhez.

A technikai fejlődés tehát kettős hatással volt az ember-növény kapcsolatra. Egyrészt eltávolította az embert a természetes folyamatok közvetlen megélésétől, másrészt új eszközöket teremtett a kapcsolat tudatos, tervezett újraépítésére. A növényi intelligencia alapú zöldfelületek koncepciója ennek a kettősségnek a felismeréséből születik. Célja, hogy a modern technológiát és a növények természetes működését ötvözve helyreállítsa az ember és növény közötti interaktív kölcsönös viszonyt.

Ezen téma feldolgozása azért fontos a szakdolgozatom szempontjából, mert a növényi intelligencia alapú zöldfelületek megvalósításához elengedhetetlen megérteni, hogy az emberek milyen módon viszonyulnak ma a növényekhez, és ez minek köszönhető. Ebből következtethetünk a környezeti nevelés szempontjából fontos igényekre és a növényekkel kapcsolatos általános ismeretek szintjére.

2.6.2 A növények lelki hatása: a megnyugvás és pszichológiai jólét

Az ember természethez fűződő kapcsolata nemcsak ökológiai, hanem pszichológiai szinten is alapvető jelentőségű. (Kaplan & Kaplan, 1989) A városi életmód, az információs túlterhelés és a digitális környezet fokozott mentális igénybevételhez vezet, amelyet a természetes elemek különösen a növények képesek ellensúlyozni. Páldy Anna A zöldfelületek hatása az egészségre című előadásában részletesen bemutatja, hogy a városi zöldfelületek közvetlenül hozzájárulnak a lakosság testi és lelki egészségéhez. Azok az emberek, akik rendszeresen tartózkodnak növényekkel teli környezetben alacsonyabb stressz szintet, jobb alvásminőséget és magasabb szubjektív jóllétet mutatnak. Ezen hatások hátterében több tényező áll. Egyrészt a zöld szín és a természetes formák vizuálisan megnyugtató hatása, másrészt a növényekkel való interakció során tapasztalt kontroll és gondoskodás érzése. A zöldfelületek pszichológiai hatása így nem

csak a pihenést segíti elő, hanem hozzájárul az önreflexió és a természethez való kapcsolódás erősítéséhez is. (Páldy, 2022)

A várostervezésben és környezetpszichológiai kutatásokban mindez egyre nagyobb hangsúlyt kap hiszen a növények jelenléte nem csupán esztétikai, hanem mentálhigiénias tényezőként is funkcionál.

2.6.3 A növényi intelligencia szerepe a kapcsolat helyreállításában és a zöldfelületek fejlesztésében

A növényi intelligencia kutatása új megvilágításba helyezi az ember és a természet kapcsolatát és lehetőséget kínál arra, hogy a modern technológia által uralt társadalomban újra értelmezzük a növényekhez fűződő viszonyunkat. A növények érzékelési, kommunikációs és alkalmazkodási képességeinek feltárása segíti annak felismerését, hogy a növények nem passzív háttérelemek, hanem aktív a környezetükre reagáló organizmusok. (Mancuso & Viola, Brilliant Green: The Suprising History and Science of Plant Intelligence, 2015) (Trewavas, Aspects of Plant Intelligence, 2003) Képesek elektromos és kémiai jelek révén információt cserélni, tanulni és döntéseket hozni ezzel sajátos módon hozzájárulnak az ökológiai rendszerek stabilitásához

Ez a felismerés nemcsak tudományos jelentőséggel bír, hanem a városi zöldfelületek fejlesztésében is nagy szerepet játszik. A növényi intelligencia elméletének beépítése a tájépítészeti folyamatokba megnyit egy lehetőséget arra, hogy az emberek közvetlen élményen keresztül kapcsolódjanak a növényekhez. Az interaktív zöldfelületek, érzékelőkkel működő fény- és hanginstallációk, valamint az élő, reagáló növények segítik a környezeti nevelést és egy mélyebb kapcsolat kiépítését a természettel. (Mancuso, The Revolutionary Genius of Plants, 2018) (Cantrell & Holzman, 2015) Az ilyen élményeken alapuló terekben az oda látogatók nem csak külső megfigyelői, hanem részesei is lehetnek annak, ahogyan a növények feldolgozzák és érzékelik a környezeti ingereket ezzel is elősegítve azt, hogy kialakuljon egy tudatosabb viszony a társadalom és a növények között.

A növényi intelligencia megértésével iránymutatást kaphatunk a fenntartható és önszabályozó zöldfelületek kialakításához. A növények természetes viselkedése érve itt a víz és tápanyag használat optimalizálását vagy a stresszre adott reakciókat mintaként szolgálhatnak az adaptív ökológiai rendszerek megalkotásához. (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014) A mikorrhiza hálózatok működése, amelyen keresztül információt és tápanyagot képes megosztani a növény, szintén inspirációként szolgálhat az együttműködésen alapuló zöldinfrastruktúrák fejlesztésében. (Simard, 2021)

A növényi intelligencia tehát nem csak ökológiai vagy tudományos fogalom, hanem olyan szemléleti mód, amely elősegíti az ember és a természet közötti kapcsolat helyreállítását. Amikor a növényeket érzékelő lényekként ismerik el, az emberekben mélyebb felelősségtudat és tisztelet alakul ki irántuk. Az így létrehozott zöldfelületek a díszítő értékeken túl az emberi tapasztalat és a természeti folyamatok közötti kapcsolatot is erősítik. Az esztétika mellett pedagógiai és ökológiai szerepet is betöltenek hozzájárulva ezzel egy érzékenyebb együttműködésen alapuló környezeti kultúra kialakításához.

2.7 Zöldfelületek szerepe városi környezetben

A városi zöldfelületek jelentősége egyre inkább nő az urbanizációval párhuzamosan. Ahhoz, hogy élhető városi környezetet hozzunk létre és tartsunk fenn, elengedhetetlenek az olyan zöldfelületek, melyek könnyen alkalmazkodnak a környezeti változásokhoz. Ezek mind megteremthetők, ha létrehozásukkor a növényi intelligenciát vesszük alapul.

Az alábbi táblázatban összefoglaltam a fennálló problémákat, a jelenlegi megoldásokat rá és a növényi intelligencia alapú megközelítést (1. táblázat)

1. táblázat Jelenlegi problémák és az erre használt megoldások átalakítása növényi intelligencia alapú megoldásokra

Probléma	Megoldás	Növényi intelligencia alapú megközelítés
Hőmérséklet szabályozás	Árnyékolás, párologtatás	Mély gyökerű, adaptív fajokkal maximalizált párologtatás, önszabályozó növénytársulások
Levegőtisztítás	Por- és szmogszűrés növényekkel	Fajösszetétel optimalizálás kommunikáló, szinergikus növényekkel
Csapadékvíz kezelése	Vízáteresztő burkolat, árokfásítás	Esőkertek, vízmegtartó gyökérhálózatok, önszabályozó talajnedvesség használat
Biodiverzitás fenntartása	Egységes gyepfelület dísznövényekkel	Komplex, természetes szukcessziót utánzó fajösszetétel, fajok közötti szimbiotikus kapcsolatok
Ökoszisztéma stabilitás	Emberi beavatkozástól függő fenntartás	Önszabályozó rendszerek: mikorrhiza gombákkal támogatott tápanyagciklus
Környezeti alkalmazkodás	Egységes kezelési mód minden évszakban	Változó körülményekhez alkalmazkodó növények
Közösségi és oktatási funkciók	Sétányok, parkok, játszóterek	Tanösvények, interaktív növényi demonstrációk
Karbantartás	Gyepnyírás, öntözés	Önszabályozó rendszerek kialakítása

(Mancuso, Zöld forradalom , 2018) (Simard, 2021) (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014) (Gagliano, 2018) (Saját szerkesztés)

2.7.1 Ökológiai hatásai

A városi környezetben megjelenő zöldfelületek nem csak esztétikai szerepet töltenek be, hanem jelentős ökológiai hatással is bírnak. Képesek számos, a városiasodással együtt járó problémát enyhíteni. Legyen szó a levegőszennyezésről, a hőszigetelésről vagy akár a csapadékvíz elvezetéséről. Elősegítik a biodiverzitás megőrzését, valamint hozzájárulnak a talaj és a vízkörforgás természetes egyensúlyának fenntartásához. (Benedict & McMahon, 2006)

Ökológiai szempontból a növények jelenléte élőhelyet teremt számos rovar-, madár- és talajlakó faj számára ezáltal növeli az ökológiai hálózat összetettségét és ellenálló képességét. A növények gyökérzete javítja a talaj szerkezetét, elősegíti a víz beszivárgását és csökkenti az eróziót. Az ilyen zöldfelületek a városi ökológiai hálózat fontos csomópontjaként működnek, amelyek kapcsolatot teremtenek az elszigetelt természetes élőhelyek között. (Benedict & McMahon, 2006)

Összességében elmondható, hogy a városi zöldfelületek ökológiai szerepe alapvető fontosságú a fenntartható települési környezet kialakításában. A növényi intelligencián alapuló megközelítés rávilágít arra, hogy a növények közötti kommunikáció és együttműködés képes növelni az ökoszisztémák ellenálló képességét, önszabályozó működését és alkalmazkodóképességét. Az ilyen szemléletű zöldfelületek tehát a városi élet minőségének javítására is szolgálhat.

2.7.2 Városi hőszigetelés csökkentése

A városi hőszigetelés lényege, hogy a beépített, burkolt területek hőmérséklete tartósabban megmarad, mint a környező természetes térségeké. Ennek oka a sűrű beépítettség, a hőnyelő burkolatok, valamint a légmozgás csökkenése. Ez a jelenség különösen a nyári hónapokban okoz problémát, amikor a városi felületek elnyelik és tárolják a hőt ezáltal megnehezítve az éjszakai lehűlést és rontva a városi lakosság komfortérzetét és egészségi állapotát. (Páldy, 2022)

A növényzet a párologtatás és árnyékolás révén képes mérsékelni ezt a hatást. Egy növényi intelligencián alapuló zöldfelület esetében a növények nem izolált elemként működnek, hanem összekapcsolt kommunikáló hálózatként. Egyes fajok a növényi érzékelésnek köszönhetően stresszhelyzetben például hőség vagy vízhiány esetén illékony szerves vegyületeket (VOC) bocsátanak ki, melynek hatására a környező növények is reagálnak például lezárják sztomáikat vagy csökkentik a párologtatást. (Karban, 2015) Ez a jelenség a városi zöldfelületeken összehangolt párologtatási mechanizmust eredményezhet, amely optimalizálja a vízhasználatot és egyenletesebbé teszi a mikroklima hűtését. A mikorrhizás kapcsolat jelenléte különösen fontos a városi zöldfelületek hosszútávú stabilitása szempontjából. A mikorrhizával inokult

ültetőközeg és az ilyen hálózatokat támogató növényfajok használata elősegíti az önszabályozó ökológiai rendszerek kialakulását. A mély gyökerű növények a talaj mélyebb rétegeiből vizet juttatnak felszínközeli növénytársaikhoz így a teljes növénytársulás képes egyenletes párologtatást fenntartani, ami hatékonyabban hűti a környezetet és csökkenti a hőstresszt. (Smith & Read, 2008) (Simard, 2021)

A növényi intelligencián alapuló zöldfelületek tehát nem csupán passzív hűtőfelületként működnek, hanem aktív önszabályozó mikroklimatikus rendszerekként, amelyek képesek dinamikusan reagálni a környezeti változásokra és hosszú távon fenntarthatóbb hőszabályozást biztosítani.

2.7.3 Levegőszennyezés csökkentése

A levegőminőség romlása Magyarországon különösen a nagyobb városokban egyre súlyosbodó környezeti és egészségügyi problémát jelent. A légszennyező anyagok, mint a nitrogén-oxid (NO_x), a kén-dioxid (SO₂), az ózon (O₃), a szálló por, valamint a különféle illékony szerves vegyületek közvetlen összefüggésben állnak a lakosság körében megfigyelhető légzőszervi és keringési megbetegedésekkel. (European Environment Agency, 2022) (World Health Organization, 2021) A városi zöldfelületek hagyományosan is hozzájárulnak a levegő megtisztításához ám a növényi intelligencián alapuló zöldinfrastruktúra ennél jóval hatékonyabb és célzottabb megközelítést kínál. (Mancuso & Viola, Brilliant Green: The Surprising History and Science of Plant Intelligence, 2015) (Trewavas, Plant Behaviour & Intelligence, 2014)

Az intelligenciát kihasználva a modern ökológiai tervezés olyan növényfajokat alkalmaz, amelyek a helyi környezeti viszonyok között maximálisan képesek asszimilálni és lebontani a légszennyező anyagokat. Bizonyos növények levelei mikroszkopikus méretű szőrökkel, viaszréteggel vagy sűrű levélzettel rendelkeznek, amelyek hatékonyan megkötik a légköri port és más szennyező részecskéket. (Nowak, Crane, & Stevens, 2006) (Beckett, Freer-Smith, & Taylor, 2000) Más fajok például a borostyán (*Hedera sp.*) képesek az illékony szerves vegyületek felszívására és lebontására is. Ezt a folyamatot fitoremediációnak nevezzük. (Gawrońska & Bakera, 2014) A fás szárú növények különösen hatékonyak a szén-dioxid (CO₂) megkötésében miközben párologtatásuk révén javítják a mikroklimát és csökkentik a hősziget hatást is. (Karban, 2015) (Nowak, Crane, & Stevens, 2006)

A növényi intelligencián alapuló zöldfelületek elsősorban városi környezetben kínálnak jelentős előnyöket. Kiemelten alkalmazzák forgalmas városi utak mentén, ahol a fás és cserjés sávok szűrik a kipufogógázokat, port, polleneket. (European Environment Agency, 2022) Ipari

övezetek körül speciálisan válogatott por- és szennyezőanyag tűró növényfajok alkalmazása ajánlott. Iskolák, kórházak környezetében a zöldtetők, zöldfalak alkalmazása segíti az allergének kiszűrését, mikroklíma javítását. (Dunnett & Kingsbury, 2008) A társasházak udvaraiban a vertikális zöldfelületek kialakítása csökkenti a leghatékonyabban a légszennyezést és zajhatást. Autópályák és vasútvonalak mentén a zöld zajvédő falak és fásított sávok mérséklék a levegőben lévő részecskék koncentrációját.

Az ideális növényfaj kiválasztásánál a légszennyező anyagok megkötési képességén túl figyelembe kell venni a magyarországi éghajlati viszonyokat, a talajviszonyokat, valamint az adott terület urbanizációs szintjét. Néhány kiemelten ajánlott faj (2. táblázat):

2. táblázat: Ideális növényfajok légszennyezett környezetben:

fák
Kislevelű hárs (<i>Tilia cordata</i>): Kiváló porfogó, mézélő faj, emellett esztétikus.
Korai juhar (<i>Acer platanoides</i>): Jó szűrőképességű, strapabíró faj.
Kocsányos tölgy (<i>Quercus robur</i>): Nagy koronája miatt jelentős CO ₂ megkötő kapacitással bír.
cserjék
Veresgyűrű som (<i>Cornus sanguinea</i>): Sűrű ágrendszerrel segíti a por megkötését.
Közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>): Jól bírja a városi környezetet, vonzza a biodiverzitást.
évelők, talajtakarók
Borosnyó (<i>Hedera helix</i>): Függőleges felületeken zöldfalakhoz ideális, kiváló légszűrő.
Kék csenkesz (<i>Festuca glauca</i>): Alacsony karbantartási igény, szárazságtűrő.

(Saját szerkesztés)

3 Anyag és módszer

A kutatás célja annak feltárása volt, hogy a növényi intelligencia fogalma milyen mértékben ismert és elfogadott a társadalomban, mi is az a növényi intelligencia, mire képes a növény, illetve miként alkalmazható a városi zöldfelületek fejlesztésében. Ezek vizsgálatához többféle módszert is alkalmaztam: Szakirodalmi elemzés, kérdőíves adatgyűjtés és helyszíni megfigyelés.

3.1 Szakirodalmi kutatás

A kutatás első szakaszában átfogó irodalmi feldolgozást végeztem a növényi érzékelés, kommunikáció és adaptáció témakörében. A források között nemzetközileg elismert szerzők (Stefano Mancuso, Anthony Trewavas, Suzanne Simard, Daniel Chamovitz) munkái, valamint hazai környezetpszichológiai kutatások (Páldy, 2020; Szűcs, 2021) szerepeltek. Az irodalomgyűjtés az EBSCO, ScienceDirect, ResearchGate és Google Scholar adatbázisokban, valamint a hazai könyvtárakban, könyvesboltokban történt. A szakirodalom célja az volt, hogy elméleti alapot adjon a kérdőíves vizsgálat értelmezéséhez és a terepi elemzés, javaslati terv elkészítéséhez.

3.2 Mintaterület helyszíni vizsgálata

A terepi megfigyelést és felmérést Budapesten a XI. kerületben a Bikás park területén végeztem, amelyet mintaterületként választottam a növényi intelligencia elvein alapuló zöldfelületi szemlélet gyakorlati vizsgálatához. A terület egy része a 4-es metró építéséhez kapcsolódóan megújult így a régebbi és az újabb telepítések együttes jelenléte lehetővé tette a növényállomány kor- és állapotbeli különbségének vizsgálatát. A vizsgálat célja annak feltárása volt, hogy a Bikás park mennyiben alkalmas a növényi intelligencia alapelveinek alkalmazására. A terepi munka során a park növényzetét, szerkezetét és használatát vizuális megfigyeléssel, leíró jegyzeteléssel és fotódokumentációval értékeltem. A módszerek célja az volt, hogy a park zöldfelületi rendszere a lehető legátfogóbban legyen feltérképezve. A felmérés első lépéseként a park teljes területét bejártam és rögzítettem a zöld- és burkolt felületek arányát, elhelyezkedését és állapotát. Feljegyeztem a különböző térhasználati zónákat, a gyalogosforgalom által leginkább igénybe vett részeket. A felmérés során térképi vázlatot is készítettem a területről. A megfigyelés során a parkot 4 fő zónára osztottam fás-cserjés területek, gyepfelületek, burkolt és közlekedési zónák, valamint a vízfelület és környezete. Rögzítettem, hogy a parkban milyen térbeli kapcsolatok és árnyékolási viszonyok figyelhetőek meg. A növényállomány azonosítása során feljegyeztem a leggyakoribb fafajokat. Emellett

megfigyeltem a zöldfelületek folytonosságát. A megfigyeléseim kiterjedtek a talajfelszín állapotára, a taposottság mértékére.

A terepi vizsgálat eredményeként átfogó képet kaptam a Bikás park zöldfelületi rendszeréről, szerkezeti tagoltságáról és növényállományáról. A gyűjtött adatok és megfigyelések alapul szolgáltak a későbbi elemzésekhez, amelyekben részletesen bemutatom a park jelenlegi állapotának értékelését és a fejlesztési lehetőségeket a növényi intelligencia elveinek tükrében.

3.3 Mintaterület kiválasztása és felmérése

A Bikás Park mintaterületet azért választottam, mert ideális a növényi intelligencia alapú fejlesztések vizsgálatára és kísérleti alkalmazására. Ez annak köszönhető, hogy növényállománya nagy és jól tagolt, könnyen átlátható a területrészek funkciója. A nagy növényállomány azonban már eléggé előregedett, fajösszetétele egyhangú. A burkolt részek néhol már túlnyomó többségben vannak jelen így a városi hősziget hatás problémája megfigyelhető a területen. A jelenlévő tulajdonságok viszont lehetőséget adnak arra, hogy a javaslati tervem központjába az ökológiai alkalmazkodás, a fajok közötti egyensúly és az önszabályozó működés elve álljon. A javaslati tervem célja nem a park radikális átalakítása, hanem olyan ökológiai finomítás, amely segíti a növényzet természetes önszabályozásának kialakítását. A koncepcióm a növények közötti kommunikációra és adaptív folyamatokra épít, azaz, hogy a fajok képesek egymás jelenlétére reagálni erőforrásokat megosztani ezzel egy optimális együttműködési állapotot kialakítani.

A felmérés:

A fák állapota vegyes, több egyed korosodik. A cserjeszint sok helyen hiányzik. A fő gyalogos tengelyek és pihenőzónák jól működnek, de helyenként nagy a burkolt felületek aránya. A rekreációs igény nagy így a vadvirágos megoldások csak a peremterületeken reálisak. A faállomány alatt jobb a talajnedvesség. A burkolt csomópontok és szélcsendes sarkok melegebbek, itt kiemelten szükséges az árnyékoló lombkorona és a párologtató zöldtömeg.

A módszertan részeként a szakirodalmi feldolgozás során feltárt legfontosabb növényi intelligencia jellemzők, mint az érzékelés, kommunikáció és alkalmazkodás szolgáltak alapul a mintaterület értékeléséhez és fejlesztési javaslataihoz. Ezen elvek mentén vizsgáltam, hogy a Bikás park zöldfelületei mennyiben képesek e folyamatokat támogatni, illetve milyen beavatkozások segíthetik a természetes, önfenntartó működés kialakulását. A szakirodalom alapján azonosított elméleti alapok gyakorlati alkalmazásával célt volt olyan javaslatokat megfogalmazni, amelyek a növényi intelligencia elveit a városi környezetbe integrálható, adaptív zöldfelületi modellként jelenítik meg.

3.4 Kérdőíves adatgyűjtés

A kutatásom második szakaszában egy online kérdőíves felmérést végeztem „Növényi intelligencia és alkalmazhatósága” címmel a Google Forms felületén. A kérdőív célja az volt, hogy feltárja a növényi intelligencia fogalmának társadalmi ismertségét és megítélését, valamint a lakosság nyitottságát az ilyen elveken alapuló zöldfelületek létrehozására. A vizsgálat során arra is kerestem választ, hogy a válaszadók milyen mértékben tekintenek a növényekre aktív élőlényként, illetve mennyiben azonosulnak a természetközpontú, intelligens várostervezési szemlélettel. A felmérés célja továbbá az volt, hogy megértsem a növényekhez fűződő személyes és érzelmi viszony miként befolyásolja a környezettudatos magatartást és a zöldinfrastruktúra fejlesztések társadalmi elfogadottságát. A kérdőív 2025 januárjától volt elérhető és 113 kitöltés érkezett rá. A válaszadók többsége 18-25 év közötti fiatal felnőtt volt, akik jellemzően egyetemi hallgatók vagy a természet iránt érdeklődő személyek voltak. A kérdőív hat tematikus egységből állt. Az első rész a kitöltők demográfiai hátterére vonatkozott. A második rész a fogalom ismeretét mérte fel és azt, hogy a válaszadók szerint mire képesek a növények. A harmadik szakaszban bemutatam a növényi intelligenciát, hogy mit is jelent, milyen képességekkel rendelkeznek a növények. Ezen információk tudatában a válaszadók a negyedik szakaszban értékelhették hol is a legérdekesebb ezt az elvet alkalmazni és szívesen látnának-e olyan zöldfelületeket, amelyek ezen elveken alapulnak. Az ötödik részben a tájépítészetben való alkalmazhatóságról formált véleményeket szerettem volna megtudni míg a végén a hatodik szakaszban kifejtették saját véleményüket ebben a témában.

3.5 Esettanulmányok áttekintése

A növényi intelligencia elveire alapuló tájépítészeti gyakorlat jelenleg még feltörekvő szemléletmód. Az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb teret nyert a nemzetközi város- és zöldinfrastruktúra fejlesztés kezdeményezései körében. Az ilyen típusú zöldfelületi rendszerek célja, hogy ne csak esztétikai vagy ökológiai értéket képviseljenek, hanem képesek legyenek a környezethez való aktív alkalmazkodásra és a városi környezet problémáira adott ökológiai válaszok biztosítására. A következőkben néhány nemzetközi példán keresztül mutatom be, hogyan jelennek meg a növényi intelligencia elemei a gyakorlatban és ezek milyen tanulságokkal szolgálhatnak a hazai városi zöldfelületek tervezése szempontjából.

Az egyik legismertebb példa a milánói Bosco Verticale azaz a függőleges erdő. A Stefano Boeri által tervezett lakóépület komplexum a vertikális zöldfelületek ökológiai lehetőségeit használja ki. Több száz fa, cserje és évelő növény borítja az épületek homlokzatát, melyek nem csak vizuálisan teremtenek kapcsolatot a természettel, hanem hozzájárulnak a levegő tisztításához, a hőmérséklet szabályozásához, a zajterhelés csökkentéséhez és a biodiverzitás növeléséhez. A

növényzet fajösszetétele tudatosan lett megválasztva a helyi éghajlathoz, stressztűréshez és ökológiai együttműködéshez igazodva. A koncepció lényege, hogy az épület egy élő, dinamikus ökoszisztémává váljon, amelyben a növények a mikorrhiza hálózatokon keresztül képesek anyag és információ cserére hasonlóan a természetes erdei rendszerekhez. (Architetti, dátum nélk.) A Bosco Verticale így nem csupán építészeti kísérlet, hanem a növényi intelligencia városi adaptációjának szimbolikus megjelenése is, ahol az emberi és növényi életforma közös térben egymást erősítve létezik.

Hasonló ökológiai és tervezési elveket követ a New York-i High Line Park, amely egy használaton kívüli magvasvasúti pályaszakasz újrahasznosításával jött létre. A projekt az ipari infrastruktúra ökológiai újraértelmezésének mintapéldája, ahol a természet és a városi szerkezet szimbiózisa valósul meg. A park tájépítészeti koncepcióját Piet Oudolf holland tájépítész dolgozta ki, aki természetközeli, szárazságtűrő és alacsony fenntartási igényű növényfajtákat alkalmazott. A kiválasztott fajok közül sok képes érzékelni a környezeti változásokat például a hőmérséklet, páratartalom vagy légszennyezés ingadozásait és alkalmazkodni azokhoz ezzel is hozzájárulva a park önszabályozó működéséhez. A High Line a növényi intelligencia szempontjából is figyelemreméltó hiszen a növények természetes viselkedésére és az élőhely időbeli változására épít. A területet tudatosan úgy tervezték, hogy az idő előrehaladtával maga a növényzet is formálja a park arculatát. (The High Line, dátum nélk.) A projekt így nemcsak ökológiai, hanem társadalmi és kulturális hatással bír ugyanis a zöld infrastruktúra egyben a város közösségi tereként is működik újfajta kapcsolatot teremtve ember és természet között.

Az egyik legkomplexebb és leginnovatívabb példa a növényi intelligencia városi szintű alkalmazására Szingapúr. A Gardens by the Bay az egyik legjelentősebb ökológiai és tájépítészeti projekt itt. A természet és a technológia közötti kapcsolatot tartja elsősorban szem előtt. A fejlesztés célja az volt, hogy a City in a Garden koncepció keretében a városi környezetet élő, önfenntartó ökoszisztémává alakítsák. (Gardens by the Bay, dátum nélk.) A park legismertebb elemei a Supertree Grove-ban találhatóak. Olyan acélszerkezetű vertikális fák, amelyek 20-50 méter magasak és több, mint 162 000 növény (páfrányok, orchideák, broméliák és trópusi kúszónövények) alkot rajtuk élő burkolatot. Ezek a szerkezetek biológiai és technológiai rendszerek integrációját valósítják meg. A növények vertikális elrendezése a természetes erdei szinteket próbálja megalkotni míg a beépített szenzorok és automatizált rendszerek a fényviszonyok, hőmérséklet és páratartalom változásaira alapozva szabályozzák a mikroklimát. (Grant Associates, dátum nélk.) A Supertree-k között tizenegy rendelkezik fotovoltaikus panelekkel, amelyek napenergiát termelnek a park esti kivilágításához és

esővízgyűjtő rendszerekkel, amik az öntözést és a hűtést segítik. A növények így nem pusztán díszítőelemként, hanem aktív, ökológiai funkciót betöltő élő rendszerekként vesznek részt a park működésében. (Gardens by the Bay, dátum nélk.) A projekt az ökológiai intelligencia példája. A növények a mesterséges rendszerek segítségével működnek. A Supertree-ek és a hozzájuk kapcsolt vegetációk energiát termelnek, vizet tárolnak, mikroklímát szabályoznak és élőhelyet biztosítanak. Összességében a Garden by the Bay a növényi intelligencia elveit a technológiai támogatású önszabályozás, az ökológiai egyensúly és a városi életminőség javítása révén jeleníti meg. A projekt azt példázza, hogyan válhat a növényzet a városi infrastruktúra intelligens, interaktív részévé, amely egyszerre szolgálja az ökológiai fenntarthatóságot és az esztétikai értéket.

A három bemutatott projekt eltérő módon, de közös szemlélet mentén alkalmazza a növényi intelligencia elveit. Mindhárom esetben a növényzet aktív, ökológiai szereplőként jelenik meg, amely hozzájárul a városi rendszerek fenntarthatóságához és az ember-természet kapcsolat újraértelmezéséhez. Együttesen azt mutatják ezek a példák, hogy a növények képesek alkalmazkodni, kommunikálni és együttműködni a mesterséges környezetben is, új alapokra helyezve a fenntartható városi tájépítészetet.

4 Eredmények, értékelés

A kutatás eredményeként több különböző módszerrel gyűjtött adatot dolgoztam fel és vettem össze annak érdekében, hogy átfogó képet kapjak a növényi intelligencia városi környezetben való alkalmazhatóságáról. Az elemzés középpontjában egyrészt a szakirodalmi háttér alapján kijelölt elméleti keretek, másrészt a terepi megfigyelések és a kérdőíves adatgyűjtés során nyert gyakorlati tapasztalatok álltak. Az értékelés célja, hogy feltárja miként érvényesülnek a növényi intelligencia alapvető jellemzői a mintaterület, Bikás park zöldfelületeiben és mennyiben képesek ezek a folyamatok hozzájárulni egy önszabályozó, fenntartható városi ökológiai rendszer kialakításához. A fejezetben bemutatom a vizsgálatok főbb eredményeit, valamint összehasonlítom a társadalmi megítélésből és a helyszíni felmérésekből levonható következtetéseket annak érdekében, hogy meghatározható legyen a növényi intelligencia elvein alapuló zöldfelületi fejlesztések gyakorlati potenciálja.

4.1 Mintaterület értékelése

A terepi megfigyelések alapján a Bikás Park szerkezete, növényállománya és funkcionális tagoltsága megfelelő alapot biztosít egy olyan zöldfelületi modell kialakításához, amely képes a növényi intelligencia elveit fokozatosan beépíteni a fenntartási és fejlesztési gyakorlatba. A parkban most is megfigyelhető sok fafaj, cserje faj és gyepfelület, így ez biztosít egy ökológiai

alapréteget. Erre építhető egy önszabályozó, adaptív rendszer. A növények állapota összességében jónak mondható. Egyes területek között észrevehető a különbség a talajnedvesség szempontjából. A legtaposottabb zónákban, a metróállomás körül, a domb alatti pihenőrészekben a talaj tömörödött, ami miatt csökken a vízmegtartó képessége. Ezért ezeken a területeken a talaj sokkal szárazabb. A tó környékén a növényzet hiányos. (lásd. 4.sz. melléklet) A növényi intelligencia elveinek alkalmazása a parkban több szinten is megvalósítható. A növényfajok kiválasztásában, a fenntartásban és a technológiai kiegészítésben. Ezek együttesen egy olyan adaptív zöldfelületet eredményezhetnek, amely reagálni tud a környezeti ingadozásra és csökkenti az emberi beavatkozás szükségességét.

1. ábra Bikás park faállománya



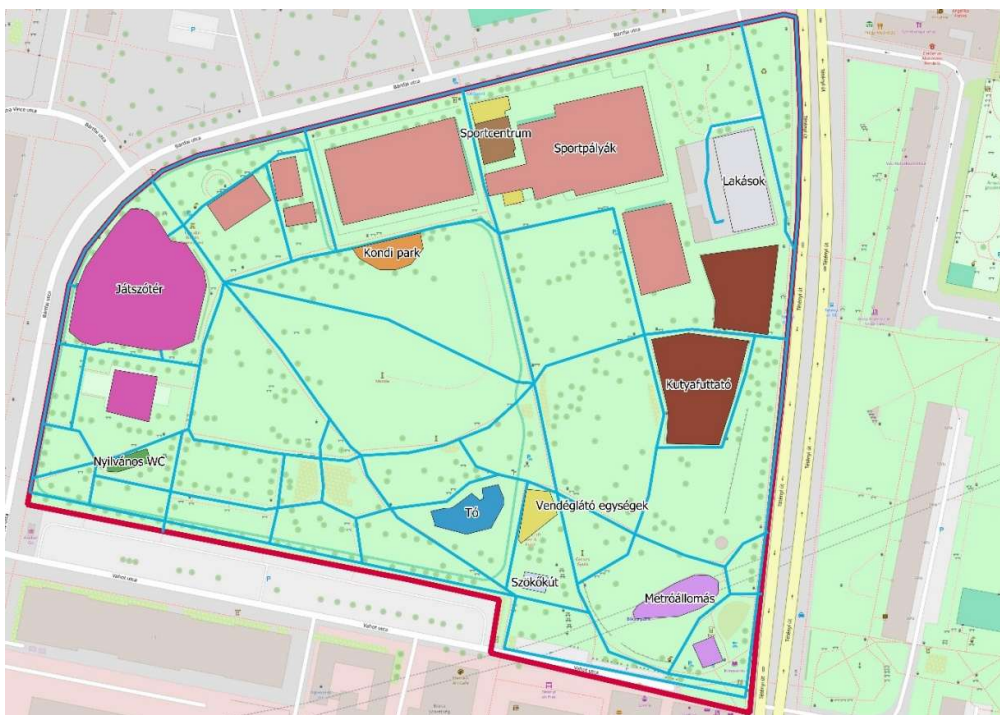
Forrás: saját szerkesztés, Google Satellite alaptérképen

2. ábra Bikás park gyepfelületei és ágyasai



Forrás: saját szerkesztés, Google Satellite alaptérképen

3. ábra Bikás park funkcióit ábrázoló térkép



Forrás: saját szerkesztés, Google Satellite alaptérképen

A vizsgálat célja annak feltárása volt, hogy a Bikás Park jelenlegi szerkezete és növényállománya mennyiben alkalmas a növényi intelligencián alapuló, önszabályozó zöldfelületi modell bevezetésére. Ennek érdekében a parkot funkcionális zónákra bontva elemeztem: nagy gyepfelületek, fák, burkolt terület, vízfelület (1., 2., 3. ábra).

A megfigyelések alapján a park szerkezeti felépítése kedvező, de a növényállomány változatosabbá, fiatalabbá tétele szükséges. A burkolt felületek aránya több helyen túl magas a metróállomás és környéke, a szökőkút körülöttei rész (lásd 1.sz. melléklet), ami fokozza a városi hőszigetelés problémáját. A gyepek taposottak, a talaj több ponton tömörödött, ami csökkenti a vízmegtartó képességet.

A főbb megállapítások:

A szerkezeti alapadottságok jók. A park kellően tagolt, vizuálisan és funkcionálisan is áttekinthető. A zöldfelületek folytonossága több helyen is megvan, de néhol burkolattal megszakított például a játszótér környékén, a beton sportpályánál. A növényállomány egyhangú, kissé elöregedő. Az aljnövényzet sok helyen szegényes (lásd 2.sz. melléklet) a park peremterületeinél főleg, emiatt nem alakulnak ki a természetben is megtalálható fokozatok. A cserjeszint foltokban hiányzik. A nagy összefüggő burkolt területek miatt kialakuló hőszigetek érzékelhetők. Az intenzív taposás miatt és az öntözési nehézségeknek köszönhetően az állomány ellenállóképessége nem megfelelő.

A park jelenlegi kialakításának értékelése növényi intelligencia szempontjából

Értékelési szempontként a növényi intelligencia három pillérét használtam. Az érzékelés a kommunikáció és az alkalmazkodás. A park állománya jelenleg részben teljesíti ezeket. A peremfásítások alatt jobb a vízmegtartás, természetes árnyékolások, cserjefoltokban stabilabb aljnövényzet. Az összekapcsoltság sok helyen viszont nincs jelen. A javasolt beavatkozások ezért inkább reformációra és nem radikális változásokra alapszanak. A térbeli kapcsolatok erősítése elősegíthető a megfelelő fajkombinációkkal, amelyek ezenfelül még a víz- és tápanyagmegosztást is támogatják.

Az értékelés alapján a park alkalmas a növényi intelligencia elveire épülő átállásra, ha figyelembe vesszük a használati terhelést és szakaszosan haladunk.

4.2 Kérdőíves felmérés eredményei

A kérdőív 2025 januárjától volt elérhető Növényi intelligencia és alkalmazhatósága címmel. Összesen 113 értékelhető válasz érkezett. A válaszadók többsége fiatal felnőtt, egyetemi hallgató és természeti témák iránt érdeklődő személyek voltak. A kutatás célja annak feltárása volt, hogy a növényi intelligencia fogalma mennyire ismert, hogyan látják alkalmazhatónak a válaszadók a zöldfelület fejlesztésben.

A demográfiai adatok alapján a válaszadók többsége 18-25 év közötti korosztályból került ki, zömmel felsőoktatásban tanuló, illetve a környezeti érdeklődésű személyek (4. Ábra). A fiatalabb korosztály mutatta a legmagasabb nyitottságot és érdeklődést a növényi intelligencia iránt. Körükben volt a legnagyobb arányban ismert maga a fogalom is. Az idősebb válaszadók esetében ezzel szemben gyakrabban fordult elő, hogy a kifejezést nem ismerték, viszont ők is képesek voltak intuitív módon értelmezni a növények viselkedését a megadott példákon keresztül. Ez azt mutatja az életkor befolyásolja az elméleti ismeretet, de az érdeklődést vagy az elfogadást nem feltétlenül.

A lakóhely szerinti összevetés azt mutatta, hogy a vidéki válaszadók jellemzően közelebb állnak a növényekhez és a természetes élőhelyekhez így ismereteik gyakorlati tapasztalatokon alapulnak. Ezzel szemben a városi válaszadók körében nagyobb arányban jelent meg az elméleti érdeklődés és a tervezési, oktatási alkalmazás iránti nyitottság. A vidékiek a növényeket élő, mindennapi környezeti szereplőként látják, míg a városi kitöltők inkább funkcionális és esztétikai szerepére reflektáltak (6. Ábra).

A foglalkozási háttér alapján kirajzolódott, hogy a szakmai környezetből érkező válaszadók ismerete és fogalomhasználata lényegesen pontosabb volt (5. Ábra). Gyakran hivatkoztak a növények érzékelésére, kommunikációjára. A laikus kitöltők ezzel szemben inkább élmény és érzelem alapú megközelítéseket alkalmaztak. Mind ez azt mutatja, hogy a szakmai háttér a fogalom pontosságában, nem pedig az érdeklődés vagy az elfogadás szintjében okoz különbséget. A növényi intelligencia iránti nyitottság mindkét csoportban jelen van.

A fogalom ismertségével kapcsolatos kérdésre adott válaszok alapján megállapítható, hogy a növényi intelligencia a társadalom számára még viszonylag új jelenség, de gyorsan terjedő koncepció. Azok, akik korábban hallottak a kifejezésről jellemzően a természetes rendszerek kommunikációs folyamataival hozták összefüggésbe. A fogalmat kevésbé ismerő válaszadók gyakran adtak olyan példákat, amelyek pontosan megfelelnek a tudományos meghatározásnak pl.: fény felé fordulás, védekező anyagok termelése. Ez a párhuzam azt bizonyítja, hogy a

növényi intelligencia alapgondolata a hétköznapi gondolkodásban is jelen van még ha nem is teljesen tudatosan (7. Ábra)

A kérdés, hogy mely növénycsoportokban nyilvánul meg leginkább a növényi intelligencia rávilágított a válaszadók ökológiai gondolkodásmódjára. A legtöbben a fákat és cserjéket említették, de gyakran előkerültek a gombák is. Ez a természetes kommunikációs hálózatok felismerésére utalhat. Azok közül, akik a fogalmat ismerték sokan a növényi intelligenciát rendszerszinten értelmezték, azaz a növényközösségek és élőhelyek együttműködő viselkedéseként (8. Ábra).

A gyakorlati alkalmazási területeket vizsgáló kérdés válaszaiból három fő irány rajzolódott ki. A parktervezés, ökológiai rehabilitáció és az oktatási szemléletformálás. A válaszadók szerint a növényi intelligencia figyelembevétele hozzájárulhat a városi ökoszisztémák regenerációjához és az ember-természet kapcsolat újragondolásához. Különösen hangsúlyos volt az oktatási potenciál. Sokan javasoltak olyan közösségi tereket, tanösvényeket, iskolai projekteket, amelyek élményszerűen mutatják be a növényi viselkedést.

A kihívásokra irányuló kérdés rávilágított arra, hogy a legnagyobb akadály jelenleg szemlélet tudományos megalapozottságának a hiánya, valamint az, hogy kevés konkrét példát ismernek a válaszadók. A kitöltők többsége ugyanakkor optimista és véleményük szerint a fogalom széleskörű megismertetése és a kísérleti zöldfelületek létrehozása elősegíti a gyakorlati alkalmazást és elfogadást (10. Ábra).

4. ábra A kitöltők korosztályos eloszlása



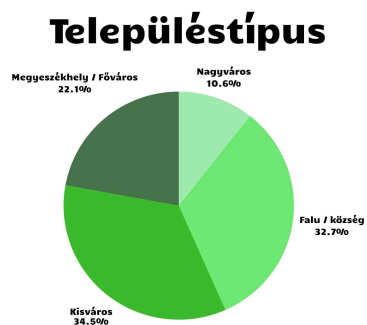
Forrás: kérdőíves felmérés (Saját szerkesztés)

5. ábra A kitöltők foglalkozása



Forrás: kérdőíves felmérés (Saját szerkesztés)

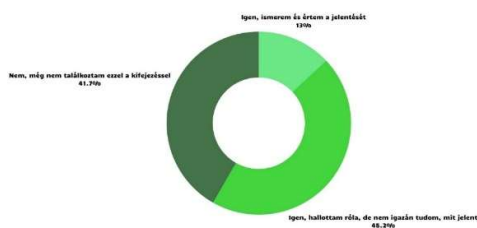
6. ábra Lakóhely szerinti eloszlás



Forrás: kérdőíves felmérés (Saját szerkesztés)

7. ábra A növényi intelligencia fogalmának ismerete

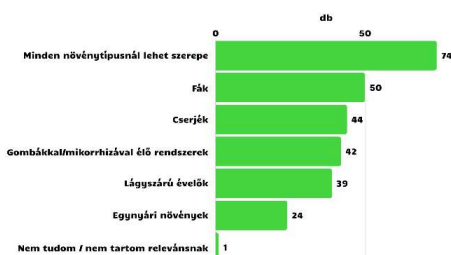
Hallott már a növényi intelligencia fogalmáról?



Forrás: kérdőíves felmérés (Saját szerkesztés)

8. ábra Az alkalmazhatóságra adott válaszok megoszlása

Milyen növénycsoportoknál lenne ön szerint az elv használata alkalmazható?



Forrás: kérdőíves felmérés (Saját szerkesztés)

Szabad válaszok

A válaszokból egyértelműen kirajzolódik, hogy a növényi intelligencia iránti érdeklődés nem tudományos, technikai, hanem élmény alapú. A válaszadók többsége intuitív módon értelmezi a növényi intelligenciát és természetes együttműködési mintákat lát benne. Ez az attitűd különösen fontos a környezeti nevelés és a zöldfelületek fejlesztése szempontjából, mert rámutat arra, hogy a társadalmi elfogadás kulcsa a személyes élmény és az érzelmi kapcsolat erősítése.

A válaszok alapján a növényi intelligencia fogalmát a kitöltők nagyon sokféleképpen értelmezik. Többen úgy fogalmaztak, hogy a növények „érezkelik a környezetüket”, „figyelnek” vagy „tudják mi történik körülöttük”. Sokan kiemelték, hogy a növények képesek alkalmazkodni a változó körülményekhez, kommunikálnak egymással és bizonyos helyzetekben összedolgoznak más növényekkel vagy élőlényekkel. Mások inkább ösztönszerű viselkedésként írták le a növények reakcióit néhányan pedig úgy fogalmaztak „a növények nem

buták”, „megérzik, ha baj van”. Jellemző elem volt a megnyugvás és a lelki harmónia motívuma is. A növényekhez való közelséget sokan „békesség”, „nyugalom”, „kapcsolódás” és „gondoskodás” érzésével hozták összefüggésbe. Többen írták, hogy a természetben töltött idő”

9. ábra A növények képességének értékelése

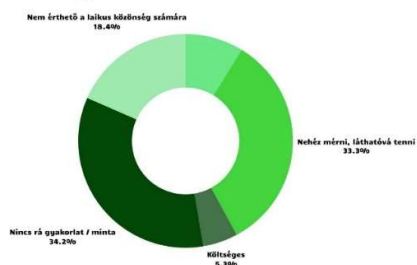
Kérem, értékelje az alábbi állításokat 1-től 5-ig terjedő skálán: A növények képesek ...



Forrás: kérdőíves felmérés (Saját szerkesztés)

10. ábra Növényi intelligencia kihívásai

Mi lehet a legnagyobb kihívás a növényi intelligencia figyelembevételében a tervezés során?



Forrás: kérdőíves felmérés (Saját szerkesztés)

A válaszok összefoglaló értékelése

Az eredmények alapján a növényi intelligencia fogalma a válaszadók körében még újszerű, de egyre erősebb érdeklődést vált ki. Ez a fogalom a köztudatban elsősorban érzelmi szinten jelenik meg és nem, mint tudományos definíció. A kutatás eredményei megerősítik, hogy a társadalom nyitott az új szemléletmódra. A válaszok arra is rávilágítottak, hogy szükségesek az edukációs tartalmak, hogy az emberek jobban tudjanak azonosulni az ilyen alapokra épített zöldfelületekkel. A növényi intelligencia iránti érdeklődés szorosan összefügg az emberek természethez való személyes viszonyával. Azok, akik rendszeresen töltenek időt zöld környezetben, kertészkednek vagy saját növényeket gondoznak sokkal inkább elfogadják a gondolatot, hogy a növények intelligensek.

5 Következtetések és javaslatok

A kutatás során feltárt eredmények, valamint a terepi megfigyelések és a kérdőíves vizsgálat tapasztalatai alapján olyan javaslatok születtek, amelyek célja a Bikás park zöldfelületeinek ökológiai és funkcionális fejlesztése a növényi intelligencia alapelveinek figyelembevételével. A javaslatok kiindulópontja a korábbi fejezetekben ismertetett elemzés, amely bemutatta a park jelenlegi szerkezetét, növényállományát, fenntartási problémáit, valamint a társadalmi attitűdöket. A reform irányelvek megfogalmazásánál arra törekedtem, hogy a növényi intelligencia, mint a növények érzékelésén, kommunikációján és alkalmazkodóképességén alapuló szemlélet gyakorlati formában jelenjen meg a park működésében. Az itt bemutatott javaslatok tehát nem radikális átalakítást, hanem fokozatos ökológiai finomítást céloznak. Mindezt úgy, hogy a meglévő értékeket megőrizzük és a természetes folyamatokat támogassuk. A következő alfejezetekben bemutatom milyen módon valósítható meg ez a szemlélet a mintaterületen.

5.1 A Bikás park növényi intelligenciára alapozott reformja

A Bikás Park fejlesztésének célja nem a teljes átalakítás, hanem a meglévő értékekre épülő, fokozatos ökológiai finomítás. A reformjavaslatok a növényi intelligencia elveit követik. A javaslatok a park jelenlegi szerkezetének és ökológiai adottságainak elemzéséből születtek.

Öt olyan javaslatom van, amelyre kiemelten érdemes figyelni a park megreformálása során:

Szimbiotikus növénytársulások:

A park egyes területein növénytelepítések szükségesek, ahova olyan fajokat kell választanunk, amelyek kölcsönösen támogatják egymást a víz- és tápanyag hasznosításában. Ilyenek például a hárs, som, borostyán vagy a juhar, veresgyűrűs som, virágos gyepp. A hárs – som – borostyán kombináció többszintű növényi réteget hoz létre. A hárs árnyékol, a som védi a talajt a kiszáradástól, a borostyán pedig élő mulcsként funkcionál. A három faj növényzete a talaj különböző rétegeit érinti ezáltal képesek a víz megosztására. A mezei juhar – veresgyűrűs som – virágos gyepp társítás egy stabil rendszer, ugyanis a juhar ritkább lombozata kellő fényt biztosít a somnak, amely gyökérzete erősíti a talaj szerkezetét. A virágos gyepp pedig növeli a biodiverzitást és a beporzók aktivitását. Ezek a növénykombinációk jól viselik a városi mikroklímát. A domboldalak és a park déli, játszótérhez közeli területei különösen alkalmasak új, több rétegű növénytársítások telepítésére. Ezeken a zónákon jelenleg gyér a cserjeszint, a talaj pedig gyorsan kiszárad. Itt olyan fajok javasoltak, amelyek kölcsönösen támogatják egymást a víz- és tápanyag megosztásban.

Talajélet erősítése:

Az új telepítéseknél érdemes odafigyelni arra, hogy olyan eszközöket alkalmazzunk, amelyek elősegítik a talajbiológiai aktivitást. A tó környékén és az északi sétány mentén a talaj jelentősen taposott itt nagy szükség van a talajélet erősítésére. Az új telepítéseknél mikorrhiza inokulum használata javasolt. Emellett komposzt és mulcs alkalmazása ajánlott a fás területeken, különösen a gyalogos útvonalak mentén. Ezzel növelni tudjuk a vízmegtartó képességet és a talaj biológiai aktivitását.

Klímatűrő, önszabályozó fajok alkalmazása:

A városi stresszt nehezen viselő fajokat érdemes kerülni. Elsősorban olyan növényeket választanék, amelyek honosak és könnyen alkalmazkodnak. Ilyenek például:

- *Acer campestre* – kis termetű, jól tűri a városi szennyezést
- *Tilia tomentosa* – városi körülmények között a legellenállóbb hárs
- *Quercus robur* 'Fastigiata' – kompakt koronájú, helytakarékos, mély gyökerű, jól bírja a hőstresszt
- *Carpinus betulus*, - sűrű lobú, jól formázható
- *Cornus alba* – jól viseli a szárazságot, színes vesszőivel díszít

A park központi, nagy forgalmú pihenőzónáiban érdemes fokozatosan lecserélni az idősebb, városi stresszt kevésbé tűrő egyedeket.

Vízmegtartó és önszabályozó öntözési rendszer:

A természetes csapadékvíz hasznosításának erősítése érdekében a felszíni lefolyást szükséges lassítani és a talajnedvességet megőrizni. A terep finom felszínformálása, enyhe lejtések és kiemelkedések létrehozása szükséges ezzel segítve a víz szétterülését anélkül, hogy pangóvízes területek jönnének létre. A park északi és keleti domboldalain, valamint a tópart mentén erős a víz elfolyás így célszerű mikrodomborzati beavatkozást alkalmazni. A terep finom felszínformálásával a csapadékvíz egyenletesebben szétteríthető. Ezzel természetes módon növelhető a talajnedvesség és csökkenthető a locsolási igény.

Interaktív, szemléletformáló elemek:

A növényi intelligencia bemutatása edukációs célú is. Élményszerű formában érdemes megvalósítani ezeket, hogy jobban tudjon azonosulni a társadalom. A park fő sétányai mentén elhelyezett érzékelők és információs táblák segítségével a látogatók megismerhetik, hogyan reagálnak a növények a külső tényezőkre.

A park térképes elemzésén jól megfigyelhető, hogy a zöldfelületek szerkezete kiegyensúlyozott ugyanakkor a növényállomány sűrűsége a központi területeken alacsonyabb. Ide több árnyékoló lombkorona szükséges.

A funkciókat mutató térképen pedig azt láthatjuk, hogy a különböző használatok jól elkülönülnek egymástól ezáltal az ökológiai sávok könnyen kijelölhetőek ezzel elősegítve a biodiverzitás megőrzését.

5.2 Fenntartási- és működtetési ajánlás

A növényi intelligencián alapuló parkfenntartás elsődleges szempontja a minimális beavatkozás és az önszabályozás támogatása. Ez a szemléletmód a szukcesszióra épít, hogy a növényeknek teret engedve az ökoszisztéma a maga ritmusában alakuljon. A koncepció abból indul ki, hogy a növények képesek érzékelni környezetük változásait, kommunikálni egymással és ehhez alkalmazkodva módosítani életfolyamataikat. A fenntartás tehát nem a mesterséges szabályozás, hanem a növények természetes intelligenciájának működni hagyása és támogatása.

A gyepterületek fenntartása nagy kihívást okoz, mivel ezek a területek a legintenzívebben használt zónák. A gyakori használat miatt mozaikos kaszálásra nincs lehetőség. Differenciált módon kell megoldani a kezelést. A központi, nagy forgalmú területeken, azaz a játszótérnél, a kutyafuttatók környékén és a domb alatti részen a rendszeres, alacsonyra vágott gyep biztosítja a rendezett és használható felületet. Mivel ezek a zónák erősen taposásnak kitéttek ezért a növényzet állandó regenerációra kényszerül. Ez az alkalmazkodás egyik legjobb példája a növényi intelligencián belül, hiszen a növények képesek a sérülésekből való regenerációra és a környezeti stresszhez való alkalmazkodásra, ha nem gátoljuk ezt túlzott beavatkozással. A park gyepfelületeinek fenntartásánál fontos, hogy a nyírás időzítése igazodjon a csapadékviszonyokhoz és a vegetációs időszak dinamikájához.

A lomb- és zöldhulladék kezelése a növényi kommunikáció és anyagáramlás ökológiai modelljére épül. A keletkezett nyesedék és lomb egy része visszaforgatható talajtakarás

formájában. Ez nem csak tápanyagot biztosít, hanem a talajban élő gombák és mikroorganizmusok közötti kapcsolatot is fenntartja. Esztétikailag sem zavaró, ha fás területeken például a parkot körülölelő fasorok alatt vagy növényágyásokban használjuk ezt és kommunikálva van a látogatók felé, hogy ez a fenntarthatóság érdekében használt eszköz. Ezzel csökkenteni tudjuk az elszállítás költségeit és a talaj nedvességmegtartó képességét is növelhetjük. A helyben tartott szerves anyag hozzájárul a park természetes tápanyagkörforgásához és a növényi kommunikációs hálózat erősítésével hozzájárul a gyökérszónák közötti kölcsönhatásokhoz.

A fenntartási rendszer hatékonyságát növelheti a digitális eszközök és egyszerű szenzoros megoldások bevezetése. Így a külső beavatkozás csak indokolt esetben szükséges, mert folyamatosan nyomon követhető a növényzet állapota. Ez az adaptív, adatalapú fenntartás elősegíti a víz- és energiafelhasználás optimalizálását.

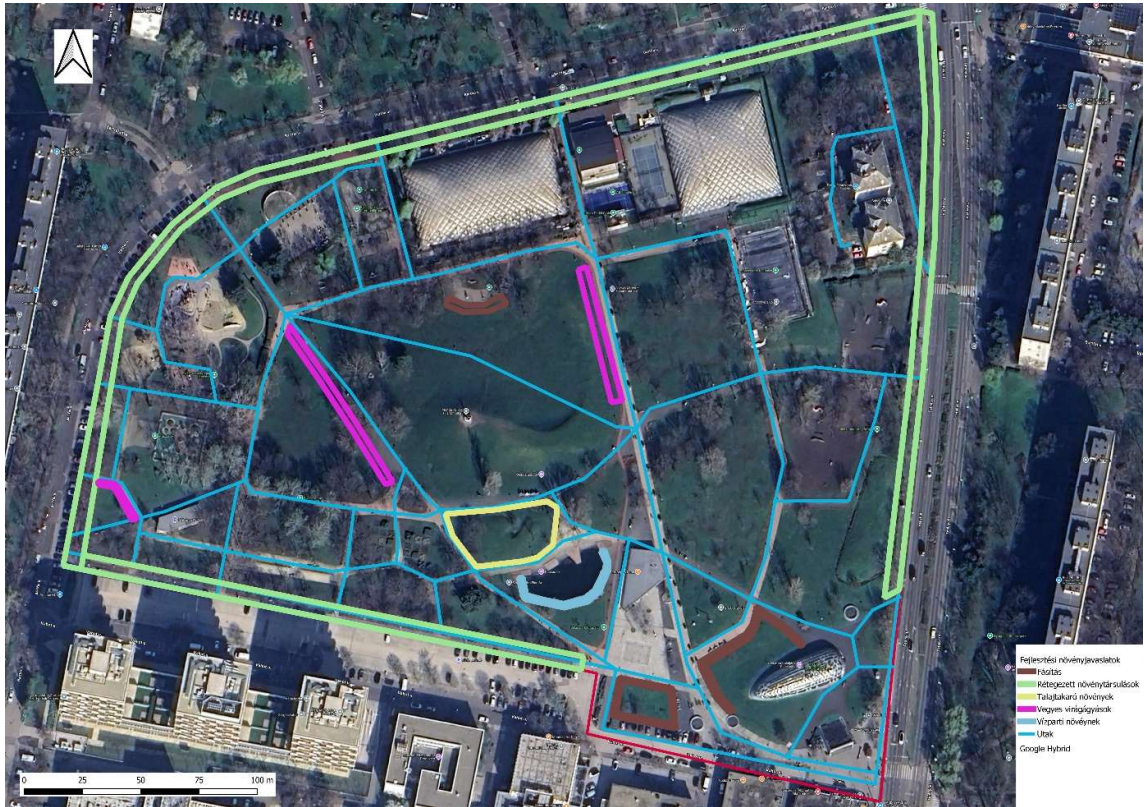
A jövőbeni fenntartás egyik alapelve a beavatkozások minimalizálása és célzottabbá tétele. A természetes folyamatok támogatása, a növényzet öngyógyító és regeneratív képességének kihasználása csökkenti az emberi erőforrásigényt és a fenntartás költségeit. A park hosszútávon is képes lehet megőrizni az ökológiai és esztétikai értékét miközben példát mutat arra, hogyan valósítható meg a növényi intelligencián alapuló fenntartható városi zöldfelület Magyarországon.

5.3 Fejlesztési koncepció:

A meglévő struktúrára építve rétegzett növénytársulások kialakítása szükséges. A peremfásítások, cserjesávok és talajtakaróláncok azért szükségesek, hogy a gyökérszónák közötti folyamatos kapcsolat ki tudjon alakulni. Ezeket elsősorban a park peremzónáiban javasolt megvalósítani, vagyis azokon a szakaszokon, amelyek a lakóépületek, sportpályák és a közlekedési útvonalak felé néznek. Ezek a külső városi hatásoknak leginkább kitett részek ezért fontos a mikroklimatikus stabilitás és az ökológiai átmenet. A párologtatás növelése árnyékolással, aljnövényzettel megoldható. A talaj biológiai aktivitását élő mulccsal erősíthetjük. A peremzónák rétegzett szerkezete így nem csupán esztétikai szempontból előnyös, hanem funkcionálisan is erősíti a park önszabályozó és adaptív rendszerét.

A javaslati terv központi elve ezek alapján tehát az ökológiai alkalmazkodás lett. A fajok közötti egyensúly kialakítása és az önszabályozó működés elősegítése. A bevezetés ütemezetten, mérhető indikátorok segítségével indul, így a park fokozatosan válhat a növényi intelligenciára épülő városi zöldfelület mintaprojektévé.

11. ábra Javaslati térkép



Forrás: saját szerkesztés, Google Satellite alaptérképen

6 Összefoglalás

A kutatás célja annak feltárása volt, hogy a növényi intelligencia fogalma miként alkalmazható a városi zöldfelületek tervezésében és működésében, valamint hogyan járulhat hozzá egy fenntarthatóbb, önszabályozó városi ökoszisztéma kialakításához. A dolgozat során elméleti és gyakorlati módszerekkel is vizsgáltam a növények érzékelési, kommunikációs és adaptív képességeit, valamint ezek tájépítészeti hasznosíthatóságát.

Az első kutatási kérdés arra irányult, mi is az a növényi intelligencia és hogyan tudnám saját szavaimmal definiálni. A szakirodalmi feldolgozás alapján a növényi intelligencia a növények azon képességeinek összessége, amelyek lehetővé teszik számukra, hogyan érzékeljék környezetüket, reagáljanak a változásokra, kommunikáljanak más élőlényekkel és döntéseket hozzanak a túlélés érdekében. Ez a fogalom új megvilágításba helyezi a növények szerepét. A dolgozat tehát a növényi intelligenciát, mint ökoszisztéma-szervező elvet értelmezte, amely a tervezésben is érvényesíthető.

A második kutatási kérdés azt vizsgálta, miért élnek még mindig tévhitek a növények képességeivel kapcsolatban és hogyan lehet ezeket eloszlatni. A kérdőíves kutatás eredményei alapján a válaszadók többsége intuitívan felismeri, hogy a növények érzékelnek és reagálnak ugyanakkor tudományos értelemben kevés pontos ismerettel rendelkeznek. A válaszokból kiderült, hogy a növényekhez fűződő attitűd alapvetően pozitív. A fiatalabb korcsoport különösen nyitott a növényi intelligencia alapú koncepcióra, ami kedvez a szemléletváltásnak. A tévhitek elsősorban a tudományos kommunikáció hiányából fakadnak, ezért az edukáció, az interaktív bemutatás kulcsfontosságú a változáshoz.

A harmadik kérdés a növényi intelligencia elvein alapuló önszabályozó zöldfelület létrehozásának lehetőségére irányult. A terepi megfigyelések a Bikás parkban azt mutatták, hogy a park szerkezeti adottságai kedvezőek az ilyen modell megalkotásához. A vizsgálat azt is igazolta, hogy a mikroszintű beavatkozások hosszú távon csökkenthetik a fenntartási igényt miközben ezzel párhuzamosan növelik a biodiverzitást és a park klímaturését is.

A negyedik kérdés a növényi intelligencia előnyeire vonatkozott és a legcélszerűbb helyek megtalálására, ahol ezeket alkalmazni lehet. A kutatás eredményei alapján az ilyen rendszerek nem csak ökológiailag hatékonyabbak, hanem társadalmi és esztétikai szempontból is értéket képviselnek. A növényi intelligencia elveire épülő zöldfelületek képesek javítani a városi mikroklimát, mérsékelni a kőszigetehatást, növelni a levegő páratartalmát és minőségét.

Összességében a kutatásom eredményei azt mutatják, hogy a növényi intelligencia elvei sikeresen alkalmazhatók a városi tájépítészetben. A kérdőíves vizsgálat társadalmi oldalról megerősítette a koncepció elfogadottságát, míg a terepi elemzés gyakorlati alapot adott a fejlesztési javaslatokhoz. A dolgozatom így mind elméleti, mind gyakorlati szinten bizonyította, hogy a növények érzékelési, kommunikációs és adaptív képességeinek figyelembevételével létrehozhatók olyan zöldfelületek, amelyek részben öfenntartó módon működnek és csökkentik az emberi beavatkozás szükségét.

7 Irodalomjegyzék

- Architetti, S. B. (dátum nélk.). *Bosco Verticale - Milan*. Forrás: Stefano Boeri Architetti: <https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/>
- Balling, J. D., & Falk, J. H. (1982). Development of visual preference for natural enviro. *Enviroment and Behavior*, 5-28.
- Bate, J. (2000). *The Song of the Earth*. London: Picador.
- Beckett, P. K., Freer-Smith, H. P., & Taylor, G. (2000). Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology*, 995-1003.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington: Island Press.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. HarperCollins.
- Cantrell, B. E., & Holzman, J. (2015). *Responsive Landscapes*. London: Routledge.
- Chamovitz, D. (2018). *Mit tud a növény? - Útmutató az érzékekhez*. Budapest: Park Kiadó.
- Commission, E. (2019. 5 24). *Guidance on a strategic framework for further supporting the deployment of EU-level green and blue infrastructure*. Forrás: European Union: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en
- Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2008). *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland: Timber Press.
- ELO. (2025. szeptember 2.). *Biomimikri: jelentése, fogalma és a természet ihlette innovációk*. Forrás: ELO: <https://elo.hu/biomimikri-jelentese-fogalma-es-a-termeszet-ihlette-innovaciok/>
- European Environment Agency. (2022). *Air quality in Europe* . Forrás: European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-in-europe-2022>
- Gagliano, M. (2018). *Thus Spoke the Plant: a remarkable journey of groundbreaking scientific discoveries and personal encounters with plants*. Berkeley, California: North Atlantic Books.
- Gardens by the Bay. (dátum nélk.). *Sustainability Efforts – Our Gardens Story*. Forrás: Gardens by the Bay: <https://www.gardensbythebay.com.sg/en/about-us/our-gardens-story/sustainability-efforts.html>
- Gawrońska, H., & Bakera, B. (2014). Phytoremediation of particulate matter from indoor air by *Chlorophytum comosum* L. plants. *Air Qual Atmos Health*, 265-272.

- Grant Associates. (dátum nélk.). *Supertrees, Garden by the Bay*. Forrás: Grant Associates: <https://grant-associates.uk.com/projects/supertrees-gardens-by-the-bay>
- Holmgren, D., & Mollison, B. (1982). *Permaculture one: A Perennial Agriculture for Human Settlements*. Ausztrália: Tagari Publications.
- Hub, F. T. (2024). *Phytoncides and Forest Bathing*. Forrás: Forest Therapy Hub: <https://foresttherapyhub.com/phytoncides-and-forest-bathing/>
- Justin, V. (2021. december 31.). *A jövő a regeneratív mezőgazdaságé. De miért és mi az egyáltalán?* Forrás: Agroinform: <https://www.agroinform.hu/gazdaelet/a-jovo-a-regenerativ-mezogazdasaga-de-miert-es-mi-az-egyaltalan-53304-001>
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Karban, R. (2015). *Plant Sensing & Communication*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Louv, R. (2008). *Last Child in the Woods*. Chapel Hill: Algonquin Books of Chapel Hill.
- Mancuso, S. (2018). *The Revolutionary Genius of Plants*. New York: Atria Books.
- Mancuso, S. (2018). *Zöld forradalom*. Budapest: Kossuth Kiadó.
- Mancuso, S., & Viola, A. (2015). *Brilliant Green: The Suprising History and Science of Plant Intelligence*. Washington: Islandpress.
- Mancuso, S., & Viola, A. (2016). *A fák titkos nyelve - A növényi intelligencia meghökkenő bizonyítékai*. Budapest: Kossuth Kiadó.
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the Unites States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 115-123.
- Paco, C., & Keijzer, F. (2009). Cognition in plants. *Plant-environment interactions: Behavioral perspective*.
- Páldy, A. (2022. május 25). *A zöldfelületek hatása az egészségre*. Páldy Anna, Magyarország.
- Parádi, I., & Szigeti, Z. (2020). A növények kommunikációjáról – ami a föld felett történik. *Botanikai közlemények*, 19-32.
- Phytocognition*. (2023). Forrás: Phytocognition: Plant cognition reserach: <https://phytocognition.com/>
- Seaton, B. (1995). *The language of flowers: A history*. Charlottesville: The University Press of Virginia.
- Simard, S. (2021). *A bölcs erdő titkai - Az anyafa felfedezése*. Budapest: Open Books.
- Smith, S. E., & Read, D. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis - Third Edition*. London: Academic Press.

- Szentgyörgyi, A. (2023. május 6.). *Ne állj be a sorba, a polikultúráé a jövő!* Forrás: Greendex: <https://greendex.hu/ne-allj-be-a-sorba-a-polikulturae-a-jovo/>
- Szólexikon. (2025. február 13.). *Polikultúra*. Forrás: Szólexikon: <https://www.szolexikon.hu/polikultura/>
- The High Line. (dátum nélk.). *Plants Grown on The Wild Side*. Forrás: The High Line: https://www.thehighline.org/gardens/?utm_source=highline&utm_medium=website-homepage&utm_content=gardens&utm_campaign=gardens
- Trewavas, A. (2003). Aspects of Plant Intelligence. *Annals of Botany*, 1-20.
- Trewavas, A. (2014). *Plant Behaviour & Intelligence*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Volkart, D. Y. (2022-2025). *Plant Intelligence: Learning like a Plant*. Forrás: University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland: https://www.fhnw.ch/en/research-and-services/art-and-design/research_development/researchprojects-iagn/plants_intelligence-learning-like-a-plant
- Wikipédia. (2025. április 14.). *Fenomenológia*. Forrás: Wikipédia: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Fenomenol%C3%B3gia>
- Wohlleben, P. (2016). *A fák titkos élete*. Budapest: Park Kiadó.
- World Health Organization. (2021. szeptember). *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Forrás: World Health Organization: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
- Zsuzsanna, B. (2019. július 4.). *Molekuláris biológusok: A növényeknek nincs tudatuk, és nincs is rá szükségük*. Forrás: Qubit: <https://qubit.hu/2019/07/04/molekularis-biologusok-a-novenyeknek-nincs-tudatuk-es-nincs-is-ra-szukseguk>

8 Ábrajegyzék

1. ábra Bikás park faállománya.....	31
2. ábra Bikás park gyepfelületei és ágyasai.....	32
3. ábra Bikás park funkcióit ábrázoló térkép.....	32
4. ábra A kitöltők korosztályos eloszlása.....	36
5. ábra A kitöltők foglalkozása.....	36
6. ábra Lakóhely szerinti eloszlás.....	36
7. ábra A növényi intelligencia fogalmának ismerete.....	37
8. ábra Az alkalmazhatóságra adott válaszok megoszlása.....	37
9. ábra A növények képességének értékelése.....	38
10. ábra Növényi intelligencia kihívásai.....	38
11. ábra Javaslati térkép.....	43
1. táblázat Jelenlegi problémák és az erre használt megoldások átalakítása növényi intelligencia alapú megoldásokra.....	22
2. táblázat: Ideális növényfajok légszennyezett környezetben:.....	25

9 Mellékletek

1. számú melléklet: A Bikás park nagyobb burkolt felületei



Forrás: saját kép

2. számú melléklet: A Bikás park hiányos aljnövényzete és cserje szintje



Forrás: saját kép

3. számú melléklet: A Bikás parkban lévő vízfelület



Forrás: saját kép

4. számú melléklet: A kutatással kapcsolatban készített kérdőíves felmérés

<https://forms.gle/ReXB2QRMQtqQpNe9A>

5. számú melléklet: Vizsgálati és javaslati tervlap



Növényi intelligencia alkalmazhatósága
zöldfelületeken

Szakedolgozat

Vizsgálati és javaslati tervlap

Jelmagyarázat

Javaslatok

- Javasolt fásítás
- Javasolt rétegzett növényársítások kialakítására
- Javaslat talajtakaró növények telepítésére
- Biodiverz virággyások
- Javaslat vízparti növények kialakítására



Utak

Meglévő funkciók

- Játszótér
- Kondi park
- Kutyaftató
- Lakás
- Metróállomás
- Nyilvános WC
- Sportcentrum
- Sportpályák
- Szökőkút
- Tó
- Vendéglátó egységek
- Gyep
- Vegyes ágyások
- Lehatárolás



Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem
Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék
SAKEDOLGOZAT

Dolgozat címe:
Növényi intelligencia alkalmazása zöldfelületeken

Tervlap száma, címe:
1. Vizsgálat és javaslat

Készítette:	Konzulens:	Méretarány:	Dátum:
Szarka Boglárka	Módosné B. Ildikó	M = 1:1.000	2025. november

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: SZARVA BOGÁRKA
A Hallgató Neptun kódja: XCY0FG
A dolgozat címe: NÖVÉNYI INTELLIGENCIA ALVÁLMAZHATÓSÁGA ZÖLDFELÜLETEKEN
A megjelenés éve: 2025.
A konzulens intézetének neve: Tájépítészeti, Településtervezési és Diszabilitásügyi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Tájépítészeti és Tájrehabilitációs 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. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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 mindenkorai 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: 2025. év NOVEMBER hó 09. nap

Szarva Bogárka
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törörlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törörlendő.

NYILATKOZAT

SZARVA BOGLÁRKA (név) (hallgató Neptun azonosítója: XLYD76)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: BUDAPEST, 2025 év NOVEMBER hó 09. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	SZARKA BOFLA'RKÁ
Neptun-kódja:	XC40FG
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	SZAVDOLGOZAT KÉSZÍTÉS
A munka címe:	Nóvény: intelligencia alkalmazhatósága szövegeken

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Ötletelés, kulyszó javítás	ChatGPT	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

--	--	--	--

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....
.....
.....
.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helyállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt:BUDAPEST....., 2025. NOVEMBER hó 09. nap

.....Szandra Foglárka.....

Hallgató aláírása

.....[Signature].....
Konzulens/Témavezető aláírása