

# **SZAKDOLGOZAT**

**SAÁROSSY MÁRTON GERGELY**  
**Talajtani szakmérnök**

**Gödöllő**  
**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Gödöllői Campus**  
**Talajtani Szakmérnöki Szak**

**A HAGYOMÁNYOS ÉS A PRECÍZIÓS TÁPANYAG-  
UTÁNPÓTLÁSI SZAKTANÁCSADÁS  
ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

**Belső konzulens:** dr. Csorba Ádám  
egyetemi docens

**Készítette:** **Saárossy Márton Gergely**  
G4CXP  
levelező

**Intézet/Tanszék:** Környezettudományi Intézet/  
Talajtani Tanszék

**Gödöllő**

**2023**

## Tartalom

1.	Bevezetés és célkitűzések .....	4
2.	Irodalmi áttekintés .....	5
2.1.	A precíziós mezőgazdaság fogalma .....	5
2.2.	A precíziós és a hagyományos gazdálkodás összehasonlítása .....	5
2.3.	A talajmintavételezés.....	6
2.3.1.	A talajmintavételezés típusai .....	6
2.4.	A precíziós gazdálkodás technikai háttere.....	8
2.4.1.	Helymeghatározás.....	8
2.4.2.	Térinformatika .....	9
2.4.3.	Adatfeldolgozás .....	10
2.4.4.	Eszközrendszer .....	10
2.5.	Lehetőségek a zónakialakításra .....	12
2.5.1.	Négyzethálós módszer .....	13
2.5.2.	Talajszkenner .....	14
2.5.3.	Hozamtérkép.....	14
2.5.4.	Vegetációs indexek .....	15
3.	Anyag és módszer .....	18
3.1.	A vizsgálat helyszíne .....	18
3.2.	A vizsgálat módszere.....	18
3.2.1.	Zónakialakítás .....	19
3.2.2.	Talajmintavételezés .....	20
3.2.3.	Eredmények kiértékelése és tápanyag-gazdálkodási terv készítése.....	21
4.	Eredmények .....	23
4.1.	Zónakialakítás.....	23
4.1.1.	Négyzethálós zónakialakítás.....	23

4.1.2.	Precíziós zónakialakítás .....	25
4.2.	Talajvizsgálati eredmények .....	28
4.2.1.	Talajvizsgálati eredmények kiértékelése a négyzethálós zónakialakításban ..	28
4.2.2.	Talajvizsgálati eredmények kiértékelése a precíziós zónakialakításban .....	30
4.3.	Tápanyag-gazdálkodás terv .....	31
4.3.1.	Tápanyag-gazdálkodási terv készítése hagyományos zónakialakítás alapján	32
4.3.2.	Tápanyag-gazdálkodási terv készítése precíziós zónakialakítás alapján .....	33
5.	Következtetések és javaslatok .....	36
6.	Összefoglalás .....	38
7.	Köszönetnyilvánítás .....	39
8.	Irodalomjegyzék .....	40

# 1. Bevezetés és célkitűzések

A mezőgazdaság alapvető célja az élelmiszertermelés, a takarmánynövények biztosítása az állatállománynak, valamint a feldolgozóipar számára nyersanyagok előállítása. Ebben a termelési rendszerben kiemelten fontos a talaj termékenységének megőrzése és potenciális növelése. A tápanyag-utánpótlás olyan agrotechnikai eljárást jelent, amellyel a talajba különböző szervesanyagokat vagy műtrágyákat juttatunk, ezáltal növelve a talaj termékenységét és biztosítva a termesztett növények optimális tápanyagellátását.

A termelési hatékonyság maximalizálásának egyik kulcsfontosságú eleme az okszerű tápanyag-utánpótlás. Az okszerű tervezés és a megfelelő erőforrások felhasználása lehetővé teszi a termények mennyiségének és minőségének a növelését, emellett jelentősen mérsékli a negatív környezeti hatásokat, hozzájárulva ezzel a természeti erőforrások megőrzéséhez. Az okszerűség ezen felül segít csökkenteni a felesleges költségeket azáltal, hogy a termelés során csupán a növények optimális növekedéséhez szükséges tápanyagok kijuttatása valósul meg.

Az élelmiszer-biztonság és fenntarthatóság iránti növekvő igény, a környezetvédelmi aggályok, és a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás egyaránt rávilágítanak arra, hogy a mezőgazdasági erőforrások hatékony kihasználása kiemelt fontosságú. Ennek eléréséhez egyik hatékony eszköz lehet a precíziós gazdálkodás. (Gaál et al. 2020)

Dolgozatom célja, hogy összehasonlítsam a hagyományos és a precíziós tápanyag-utánpótlási szaktanácsadási rendszereket, bemutatva a megvalósításukhoz szükséges feladatokat, az egyes lépések közötti eltéréseket és ismertetve azok szükséges technikai hátterét. Céloom továbbá az, hogy megállapítsam, hogy a vizsgált táblák esetében a táblán belül tapasztalt heterogenitás indokolja-e a differenciált tápanyagkijuttatást.

## **2. Irodalmi áttekintés**

### **2.1. A precíziós mezőgazdaság fogalma**

A precíziós mezőgazdaság a termesztés hatékonyságának növelésére és a gépüzemszervezés optimalizálására irányuló műszaki, informatikai, információs technológiai és termesztéstechnológiai alkalmazások összessége. A digitális mezőgazdálkodás a mezőgazdaság digitális megoldásainak használatát jelenti, amelyek a versenyképes gazdálkodást és az eredményesség növelését célozzák, miközben nagy hangsúlyt fektetnek a környezeti fenntarthatóságra. (Erdeiné Késmárki-Gally 2020)

A precíziós mezőgazdálkodás fogalmát számos további módon is értelmezhetjük. Az eltérő megközelítésekben a gyakran megtalálható közös elemek az alábbiak:

- egy innovatív vagy újszerű koncepció a mezőgazdaság fejlesztésében amely új termelési és menedzsment módszerekre támaszkodik;
- habár a koncepció az agrárium számos területén érvényesíthető, ezidáig a leglátványosabb eredmények a növénytermesztés területén születtek;
- a lehető legjobban használja ki a hely- és termékspecifikus adatokat,
- a szenzortechnológiák és alkalmazási módszereik révén lehetővé teszi a termelési feltételek és eljárások optimális beállítását;

a hagyományos mezőgazdasági módszerekkel ellentétben, a digitalizált megoldások elősegítik az erőforrások hatékonyabb és okszerűbb felhasználását, és ezzel egyidejűleg csökkentik a káros környezeti hatásokat. (Huszi 2018)

### **2.2. A precíziós és a hagyományos gazdálkodás összehasonlítása**

A precíziós mezőgazdaság célja ugyanaz, mint a hagyományos mezőgazdaságé: biztonságos és jó minőségű élelmiszer előállítása a rendelkezésre álló erőforrások hatékony felhasználásával (takarmány, víz, energia stb.). Azonban a különbség az, hogy a digitális technológiák alkalmazásával az információszerzés hatékonysága jelentősen növelhető. (Gál et al. 2013)

Szita et al. (2007) kutatásából kiderül, hogy a helyes tápanyag-utánpótlás szerepet játszik a talajszerkezet javításában is. A kutatás során beigazolódott, hogy azok a területek, amelyeket talajvizsgálat alapján, precíziós műtrágyával kezeltek, már egy vegetáció elteltével is kedvezőbb talajállapotot mutattak.

A hagyományos gazdálkodásban a kezelési és szervezési alapegység a tábla, amelyet homogén termőhelyi tulajdonságokkal rendelkező egységnek fogadunk el. A különböző növénytermesztéssel kapcsolatos feladatokat a táblán belül egységesen végezzük el, a vetést azonos fajtaival és tőszámmal valósítjuk meg, azonos tápanyag-utánpótlási stratégiát végzünk, valamint a növényvédelmi munkákat is a tábla egységes bírálata alapján hajtjuk végre. (Dobos 2013)

Amíg a hagyományos mezőgazdaságban a táblákon belül azonos műtrágyázási-, öntözési-, vagy vetési terveket követünk, addig a precíziós mezőgazdaságban ezeken a táblákon belül külön kezelendő valóban egységesnek tekinthető zónákat különítünk el. A megfelelő kezelést ebben az esetben mindig az adott zóna egyéni sajátosságai alapján választjuk ki. (Láng & Veres 2018)

### **2.3. A talajmintavételezés**

A talajvizsgálatok rendszeres időnként történő elvégzése két okból is nélkülözhetetlen: egyrészt segít a működési költségek hatékony csökkentésében valamint a termés hozam növelésében, másrészt a magyarországi gazdálkodók túlnyomó többségének előírás az előzetes laborvizsgálatra alapozott tápanyag-gazdálkodási terv (TGT) elkészítése. ([http1](http://))

Szentes (2022) szerint nagyon fontos, hogy a mezőgazdasági termelésbe bevont területeink adottságaival tisztában legyünk. Ezért is elengedhetetlen, hogy szakértővel elvégeztessünk, vagy saját magunk elvégezzünk egy teljes körű vizsgálatot, amiből a talaj fizikai, kémiai tulajdonságaival valamint tápanyag-ellátottságával kapcsolatos adatokat kapunk.

#### *2.3.1. A talajmintavételezés típusai*

Láng & Veres (2018) a talajmintavételezés öt lehetséges módszerét különíti el.

Szakértői döntés: Minden esetben tudatosan, az adott táblát jól ismerő szakértő által kiválasztott pontok alapján történik. Amennyiben a mintapontok kijelölése helyes, a kapott laboreredmény jól reprezentálja a táblán belüli változatosságot. Előnye, hogy a lehető legolcsóbb és legkevesbé időigényes talajmintavételi módszer.

Véletlenszerű (random): Olyan mintavételi módszer, mely során a mintavételi pontok száma meghatározott, de ezek vétele teljesen véletlenszerű. Homogén táblák esetében jól működik, viszont változatos talajviszonyok mellett korántsem kapunk reprezentatív eredményt. Előnye, hogy a mintavételi terv gyorsan, előzetes információgyűjtés nélkül elkészíthető.

Szisztematikus vagy grid: A módszer alkalmazása során egy rácshálót vetítünk az adott táblára, melynek mérete előre meghatározott. A mintavételezés a rácsháló középpontjaiban vagy metszéspontjaiban történik. Amennyiben a terület homogén, nagyobb rácsméret mellett is reprezentatív adatokat kapunk; heterogén tábla esetében célszerű minél kisebb rácsméretet tervezni. Hátránya, hogy szisztematikus hibákhoz vezethet a módszer, mivel egyenlő térközönként oszlik el a mintavételek száma. Ennek kiküszöbölésére kisebb módosítással is elvégezhető ez a mintavételi pontok kijelölése. Ebben az esetben nem a kijelölt rácsháló középpontjában vagy metszéspontjában történik a mintavétel, hanem az adott rácshálón belül véletlenszerűen, valamilyen szisztéma mentén jelölik ki a mintavételi pontokat.

Kompozit: Ennek a talajmintavételi módszernek a lényege, hogy adott méretű területegységről meghatározott számú részmintát gyűjtünk, majd ezeket összekeverve egyetlen, homogenizált minta kerül vizsgálatra. Így az adott területegységet nézve egy átlag értéket kapunk a laborvizsgálat során. A helytelen mintavételből származó hibalehetőség kisebb, ugyanakkor alul- és túldozírozást is eredményezhet ez a módszer abban az esetben, ha nem jól kerültek kijelölésre a mintavételi területegységek és más-más termőképességű területek mintázása egyben történik meg.

Management zóna alapú: A módszer alapja, hogy művelési zónák vagy management zónák kerülnek kijelölésre több változót figyelembe véve egy adott táblán belül. Ezeket az egységeket homogénnek tekintjük, ezáltal lehetőség nyílik az inputok szükség és igény szerinti kijuttatására. Részletes adatgyűjtés, majd az adatok elemzése előzi meg a mintavételi pontok kijelölését. Szükséges a termelő tapasztalata mellett a talajmintavétel, vezetőképesség, hozam, topográfia és műholdas felvételek is a zónák elkülönítéséhez. A laboratóriumi vizsgálat során meghatározzák a talaj fizikai és kémiai paramétereit. A termelékenységet a betakarítás alatt GPS adatokkal ellátott hozamtérképek mutatják. Az optimális kijuttatás meghatározásában fontos szerepet játszanak a topográfiai adatok mellett a múltbeli tevékenységek is. A zónák száma függ a terület természetes változékonyságától, méretétől és különböző természeti faktoroktól. A zónák méretére vonatkozóan a maximum meghatározott: a tábla körvonalával egyenlő, a minimum méret pedig függ az adott gazdaság erőforrásaitól, valamint a táblák külön kezelésének képességétől. Elméletben a zónák alakjának korlátozására nincs szükség a GPS vezérlésű technológiával, azonban a gyakorlatban figyelembe kell venni a mezőgazdasági berendezések korlátait. Ilyen talajmintavételezési módszerrel előállítható akár a teljes gazdaság tápanyagellátottsági- és talajtulajdonsági térképe a laborvizsgálat után. Ezáltal jól láthatóvá



válnak a jelentős eltérések az adott táblákon belül, az inputok kijuttatása megtörténhet igény szerint, így a termelés jelentősen optimalizálható.

## 2.4. A precíziós gazdálkodás technikai háttere

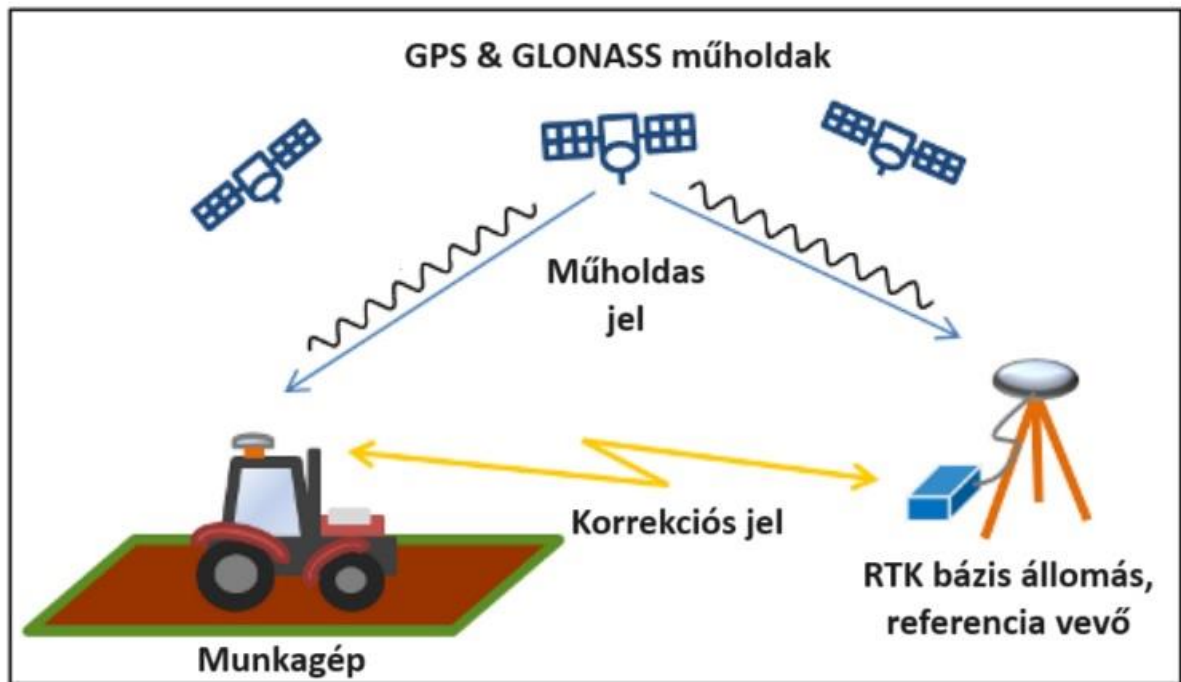
Pedersen. és Lind (2017) szerint a helyspecifikus gazdálkodás szükséges technológiáit három fő csoportba oszthatjuk:

- adatgyűjtési technológiák: ez a kategória tartalmazza az összes területmérési, térképészeti, navigációs és érzékelési technológiát. (pl.: helyzetmeghatározás, térképezés)
- adatelemzési és -értékelési technológiák: ezek nagyon sok változó egyidejű értelmezésére és feldolgozására alkalma technológiák az egyszerű számítógépes döntési modellektől a komplex gazdaságirányítási és információs rendszerekig (pl.: management zónák lehatárolása, tápanyag-gazdálkodási terv készítése)
- precíziós alkalmazási technológiák: ez a kategória az összes alkalmazási technológiát tartalmazza, a változó dózisu alkalmazási és irányítási technológiákra összpontosítva. (pl.: differenciált műtrágya kijuttatás, változó tőszámú vetés)

### 2.4.1. Helymeghatározás

A precíziós növénytermesztés technikai alapját a műholdas helymeghatározás adja. A fedélzeti számítógépek ennek segítségével képesek arra, hogy adott időközönként meghatározzák az aktuális pozíciójukat, ez lehetővé teszi a terület térbeli változékonyságának rögzítését valamint azt, hogy a fedélzeti rendszerek vezéreljék az automatikus kormányrendszereket, illetve munkagépeket. (http 2, Neményi et al., 2003) A műholdas helymeghatározás, valamint a járművek navigációja az ezred forduló után vált általánossá a globális navigációs rendszerek, illetve a rájuk épülő korrekciós szolgáltatások használata által. (Ádám 2007) A globális műholdas navigációs rendszerek összefoglaló jellemzésére a GPS betűszót mára a GNSS (Global Navigation System, globális navigációs rendszerek) kifejezés váltotta fel. Bár az 1980-as évektől fogva két ilyen globális helymeghatározásra alkalmas rendszer létezett (a GPS és a GLONASSZ), a gyakorlati oldalon azonban szinte kizárólag a GPS használata volt általános. Mostanra viszont már több navigációs rendszer teljesen kiépült, ezért vált indokolttá egy általános összefoglaló név használata az ilyen jellegű rendszerek esetében. (Busics 2011)

A különböző precíziós mezőgazdasági folyamatok előnyét a legpontosabb, 2,5 cm visszatérési pontosságot biztosító RTK (Real-time Kinematic – Valós idejű kinematikus mérés) korrekciós jel használatával lehet igazán kihasználni. (Kapusi 2020) A korrekció alapulhat egy ismert bázisállomás vagy több referenciaállomás együttes adatainak figyelembevételével. (Gaál et al. 2020.) A folyamat működését az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Az RTK korrekciós jel működési elve (<http> 3.)

#### 2.4.2. Térinformatika

A térinformatika (GIS – Geographical Information System) földrajzi adatok elemzésére kidolgozott speciális információs rendszer. A földrajzi információs rendszer egyaránt használ helyzeti és leíró adatokat, és lehetővé teszi különböző műveletek térbeli elemzésének elvégzését. (Láng & Veres 2018). Az adott kezelési zónához kötődő adatok kezelése, a különböző adatok (pl. tápanyag-ellátottság és hozam) közötti összefüggések vizsgálata, a hozamtérképek, valamint a kijuttatási tervek elkészítése térinformatikai módszerekkel történő adatkezelést és feldolgozást tesz szükségessé. A térinformatika olyan terület, amely foglalkozik a térbeli adatok gyűjtésével, tárolásával, feldolgozásával és vizualizálásával. (Szabó et al., 2007). Mindezekkel összhangban Stombaugh et al. (2001) egy térinformatikai program meglétét a precíziós növénytermesztésre való átállás első és legfontosabb lépéseként említi.

A térinformatika egyrészt a technikát képviseli, ami az adatok megfelelően szervezett térbeli információs rendszerekben való tárolását biztosítja, másrészt egyre inkább teszi lehetővé az ezekben a rendszerekben tárolt információk széleskörű elemzését és felhasználását. A térinformatika alapját a szakértelem, adat, szoftver és hardver négyes egysége alkotja. (Kapusi 2020)

### *2.4.3. Adatfeldolgozás*

Az adatok feldolgozása egyre nagyobb jelentőséggel bír, hiszen egyre több adat válik elérhetővé különböző forrásokból (talajvizsgálatok, hozam adatok, távérzékelési adatok stb.). Ahhoz, hogy ezek az információk hasznossá válhassanak, fel kell dolgozni, majd elemezni kell őket. Minél több adatot gyűjtünk egy adott területről, annál nagyobb az esély, hogy feltárjuk azokat a tényezőket, melyek limitálják a termésszintet, így azok korrigálhatóvá válnak, illetve hozzájuk igazíthatjuk magát a termelést. Az adott területhez, terület részlethez rögzített adat csak akkor segítheti elő a termesztés sikerességét, ha az információ feldolgozása szakmailag pontos. Sok esetben az jelenti a fő problémát, hogy bár az adatok felvétele és összegyűjtése megtörténik, de az adatok feldolgozása már nem valósul meg. Ennek legtöbbször két oka lehet. Egyrészt az egyéb teendők miatt háttérbe szorul az elemzés elvégzése, másrészt sok esetben hiányzik a megfelelő szaktudás. Mind a két okra megoldás lehet, ha egy erre szakosodott, vállalkozást bíz meg a teendők elvégzésére gazdálkodó, hiszen ezek a cégek rendelkeznek megfelelő szoftveres támogatással, valamint a gazdálkodó által nehezen vagy költségesen hozzáférhető távérzékelési adatokkal, mellyel kiegészíthetik az általuk gyűjtött információkat. (Kapusi 2020)

### *2.4.4. Eszközrendszer*

Az egyik legfontosabb eleme az automata kormányzás, hiszen a járműirányítás pontossága alapjaiban határozza meg a különböző inputanyagok kijuttatásának pontosságát. Ennek alappillére a megfelelő csatlakozási pontossággal történő munkavégzés, amennyiben ez nem valósul meg, abban az esetben területrészletek kihagyásával, vagy indokolatlan átfedéssel dolgozunk. Számos tényező nehezítheti a gépkezelő vizuális tájékozódását, mint például a rossz látási viszonyok, a szabálytalan táblaalak vagy éppen a domborzat. A navigációs rendszerek által vezérelt sorvezetők és a robotpilóta rendszerek segítik a pontos munkavégzést, csökkentik a felesleges átfedést. (Kapusi 2020)

A vetőgépek valamint a permetezőgépek esetében elérhető automatikus szakaszvezérlő rendszerek. Ezeknek a szerepe az, hogy lekapcsolják azokat a vetőelemeket és szórókeret

szakaszokat, amelyek már ez elvetett, vagy a már permetezett táblarészeken haladnak. Használatukkal a szabálytalan táblák esetében a táblaszéleken, valamint a szegett területeken jelentős mennyiségű vetőmag és növényvédőszer megtakarítást lehet elérni. (Kapusai 2020) A vetőelemek szabályozásának az eredményét a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. Automata szakaszvezérlő rendszerrel szabályozott vetőgép vetésképe. (http 4)

Ha a mezőgazdasági munkák során csupán táblaszinten tudunk gondolkodni, abban az esetben az adott terület tápanyag-visszapótlásának tervezésekor csupán a táblára jellemző átlag ellátottsági értékből tudunk kiindulni. Ha ez alapján hozunk döntést a kijuttatandó műtrágya mennyiségét illetően, az átlagnál jobb ellátottságú táblarészeket feleslegesen túldozírozzuk, az átlagnál gyengébb tápanyagellátottsággal rendelkező részekben pedig nem juttatunk ki a tervezett hozam eléréséhez szükséges tápanyag mennyiséget. A valóban kiegyenlített tápanyag ellátottság elérésére akkor van lehetőségünk, ha a különböző ellátottságú táblarészekre külön-külön megtervezett tápanyag dózist juttatunk ki. (Kapusai 2020) A helyspecifikus tápanyag-utánpótláshoz elengedhetetlen az arra alkalmas műtrágyaszóra használata. (3. ábra)



3. ábra. Helyspecifikus tápanyagkijuttatásra alkalmas szilárd műtrágya szórógép. (<http> 5)

## 2.5. Lehetőségek a zónakialakításra

A precíziós növénytermesztés egyik kulcsfontosságú feladata kezdetben a művelési zónák kijelölésének módszere és folyamata. (Szabó 2018) A precíziós gazdálkodásban a művelési zónák olyan alrégiók az adott táblán belül, amelyek hasonló, a hozamot befolyásoló tulajdonságokkal rendelkeznek. (Ali et al. 2020) A művelési zónák kialakításakor a cél tehát olyan táblán belüli területegységek létrehozása, amelyek azonos vagy közel azonos tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezeket az elkülönített területegységeket a precíziós műveletek, többek között a táblán belüli differenciált tápanyag-utánpótlás során azonosan kezeljük. (Szabó 2018)

A precíziós mezőgazdasági munkák legfontosabb alappillére az, hogy milyen módszer szerint alakítjuk ki az adott területen a zónákat, valamint az, hogy hogyan vesszük és vizsgáljuk a talajmintákat. Az ebből származó adatok minősége fogja ugyanis 5 évig meghatározni a mezőgazdasági munkák eredményességét a földeken. (Pecze 2020)

Mesterházi (2004, 2019) szerint a mintavételi zónák kialakíthatóak a talaj- és/vagy növényállapotról szerzett információk alapján. A cél, hogy minél több eredmény mentén készüljön a lehatárolás. A leghatékonyabb zónakialakításhoz szükséges az előző évi hozamtérkép, az elektromos vezetőképesség (EC) valamint a közeli infravörös tartomány,

vagyis a vegetációs indexek. Így valósítható meg a későbbiekben az adott táblán belüli differenciált, helyspecifikus kijuttatás. Szabó és Milics (2016) szerint még pontosabb eredményt lehet elérni, ha több évjárat adatai-, illetve a domborzati tényezők figyelembevételével történik a zónák kialakítása.

Szakmai körökben a mai napig vitatott, hogy mely paraméterek határozzák meg leginkább a terméspotenciált és melyik paramétert milyen súllyal kell kalkulálni (Szabó 2018) éppen ezért Pecze (2021) szerint habár a zónák lehatárolására valóban több módszer is rendelkezésünkre áll, a táblán belüli eltérő adottságokkal rendelkező egységeket a konkrét termés-hozam adatok alapján lehet a legpontosabban elkülöníteni. Fontos megjegyezni, hogy a fő cél nem az, hogy megállapítsuk, hogy a táblán belül hol jobb, vagy hol rosszabb a hozam, hanem azt kell mérni, hogy hol mennyi a hozam és fel kell tárnunk ezeknek az eltéréseknek az okát.

### *2.5.1. Négyzethálós módszer*

Ez a módszer jellemzően a tengerentúlon terjedt el, jelenleg azonban Ukrajnában, Oroszországban ez képezi a precíziós folyamatok kialakításának az alapját. A módszer alkalmazásának feltétele a nagy táblaméret és a homogén talajadottságok. Ebben az esetben a zónakialakítás úgy történik, hogy a területet, a homogenitás mértékétől függően, egyenként 3-15 hektáros méretű négyzethálóra osztják fel. A zónákat külön-külön talajmintázzák, majd az eredmények alapján az egymással szomszédos, azonos, vagy majdnem azonos négyzeteket egy egységként kezelik. A kialakított művelési zónákat hozamtérkép (vagy több év hozamtérképek) alapján lehet finomítani a későbbiekben. Ez jelentheti egy-egy négyzet összevonását a szomszédos művelési zónával, esetleg szétválasztását, az eredetinel kisebb egységekre. A négyzetháló mérete meghatározza a művelőgépek munkaszélességét. Hazánkban nem jellemző ennek a módszernek a használata. (Szabó 2018)

A hagyományos 5 hektáros zónakialakításon alapuló talajmintavételezés Veres et al. (2018) kísérlete alapján nem bizonyult tápanyaggazdálkodás precíziós tervezéshez megfelelő módszernek, a rácsháló által lehatárolt egységek nem reprezentálták a hozam adatokban visszatükröződő változatosságokat. Ennek a módszernek az a legjelentősebb hátránya, hogy egyáltalán nem veszi figyelembe a táblán belüli változatosságokat, ennek eredményeképpen az egymástól különböző tulajdonságokkal rendelkező területegységek is egy zónán belülre kerülhetnek.

### 2.5.2. Talajszkenner

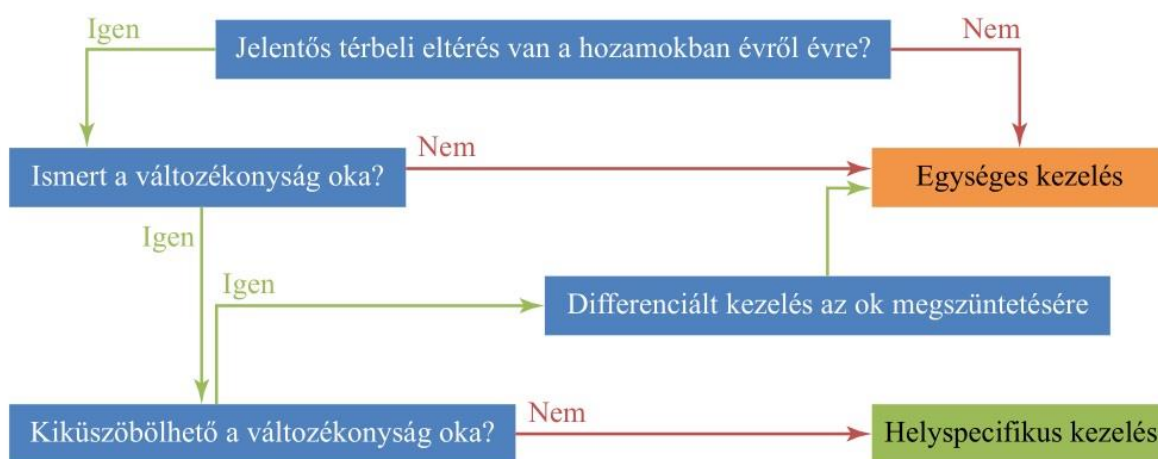
A zónák lehatárolására, a különböző termőhelyi adottságok feltárására számos módszer áll a rendelkezésünkre. Ezek közül egyik a talajszkenner. Ezt az eszközt kezdetben geológiai méréseken, régészeti feltárásokon, illetve építkezéseken használták az elektromos vezetőképesség (EC) mérésére. A mai eszközök szintén ezen a mérésen alapszanak. A mérés során rögzített adatokból számításra kerül egy érték, mely segítségével a talaj fizikai félesége (homok, agyag, vályog) kerül meghatározásra. A továbbiakban ez szolgálhat alapul a lehatárolási egységek kialakításában. A fejlettebb talajszkennernek valóságos, kontakt mérést végeznek. Az elektromos vezetőképesség mellett képesek még pH- és szervesanyag-tartalom mérésére is. A talajszkennernek hátránya, hogy a területteljesítményük kicsi, átlagosan 60-120 hektár/nap. Szintén a lehatárolás folyamatát nehezíti, hogy a mérések elvégzése után a referenciapontokról mintákat kell gyűjteni, majd csupán a laboreredmények alapján történhet meg az adott pontra vonatkozó jellemzők megrajzolása. (Szabó 2018) A talajszkennerrel történő zónakialakítás további hátránya, hogy csupán pár talaj paraméter alapján alakítja ki a zónákat és nem egy összetett környezetként kezeli a területet, holott többek között a topográfiai tulajdonságok fontos információkat hordoznak magukban. (Veres et al. 2018)

### 2.5.3. Hozamtérkép

Szabó (2018) szerint a zónák kialakításnak a hozamtérképek adhatják a legjobb alapját, ugyanakkor számos tényező torzíthatja az adatok értékelését. Problémát okozhat ha nem áll rendelkezésre ugyanarról a területről elég hozamtérkép, a helyes zónakialakítást nehezíti, hogy a vetésforgó miatt a eltérő kultúrák hozamadatait másképp kell értékelni. Téves következtetésekhez vezethet az is, ha a hozamtérképek kalibrációja elmaradt és emiatt az adatok pontatlanok. Az adatokat tovább torzíthatják olyan foltoszerű terméseredményben mutatkozó anomáliák mint például a víznyomásos területek vagy a vadkár foltok. Ezek értékelésekor fontos tudni, hogy a hozamtérképen mi volt az oka az alacsonyabb termés hozamnak.

Pecze (2022) szerint kizárólag az adott táblán belüli, több éven keresztül elért hozam adatok pontos és számszerű ismeretében lehet meghatározni azokat a kezelési egységeket (zónákat), melyek az évek során hasonlóan teljesítettek. Abban az esetben, ha számszerűsítjük ezeknek a zónák teljesítményét, akkor számszerűen meg tudjuk állapítani azt is, hogy a tervezett kultúra esetében mekkora hozamot tudunk elvárni az adott zónától és ezekhez a meghatározott, tervezhető terméshez tudunk pontos műtrágyahatóanyag-mennyiségeket számolni.

Gaál et al. (2020) szerint az egyik legfontosabb információ a hozamok ismerete, több évre visszamenőleg. A 4. ábra szemlélteti a hozam adatok döntéstámogató szerepét a helyspecifikus növénytermesztés során. Ha a táblán belül nem figyelhető meg számottevő eltérés a hozam adatokban, illetve ha az eltérések nem magyarázhatóak semmilyen vizsgált tényezővel, akkor elegendő lehet a tábla egységes. Ha a hozamtérképeken évről évre hasonló mintázatot figyelhetünk meg, és ezek az eltérések összefüggésbe hozhatóak egy vagy több tényezővel (pl.: tápanyag-ellátottság, topográfiai eltérések), akkor a helyspecifikus gazdálkodási stratégia alkalmazása lehet a helyes döntés. Előfordulhatnak olyan esetek is amikor a változékonyság oka megfelelő kezeléssel kiküszöbölhető, ezek után szintén lehetővé válik a tábla egységes kezelése.



4. ábra. A hozam adatok döntéstámogató szerepe a helyspecifikus növénytermesztésben (Gaál et al. 2020)

#### 2.5.4. Vegetációs indexek

A növények különböző állapotait kifejező indexek alapja, hogy egy erre kifejlesztett érzékelővel képesek vagyunk az emberi szem számára láthatatlan fény spektrumok elnyelődését valamint visszaverődését is láthatóvá tenni. Ilyen, az általunk nem látható tartományokban működnek többek között a multi- és hiperspektrális kamerák. Fontos azonban megemlíteni azt is, hogy egy jó minőségű RGB-kamerával végzett légi felvételezés is rövid időn belül számos olyan hasznos információval szolgál, amelyek elősegítik növényállomány egészségének állapotfelmérését. (Gila-Rácz 2023)



Különböző vegetációs indexeket műholdfelvételek alapján is képesek vagyunk kiszámítani, ezek alkalmasak lehetnek a változékonyság térképezésre. Csornai Gábor szerint azonban a ezen felvételek alapján kiszámítható mintegy 200 indikátor sem minden esetben teljesen alkalmas arra, hogy pontos információt adjon az adott zóna stabil hozampotenciáljáról. (Csurja 2021)

Vegetációs indexek esetében a leggyakrabban használt módszer az NDVI (zöldtömegindex) alapján történő lehatárolás. Gyors és viszonylagosan kevés költséggel jár. Ebben az esetben is több évet kell alapul venni ahhoz, hogy megfelelő pontosságú térképet kapjunk a művelési zónák lehatárolásához. A módszer során műholdfelvételeket alapul véve, az adott táblarész zöldtömegindexét állapítjuk meg, akár 6–8 évre visszamenőleg is. Kiemelkedően fontos a vegetációs fázis és a növénykultúra pontos ismerete az adott időpontban. Fontos továbbá, hogy az NDVI alapján történő lehatárolást megfelelő szakemberek végezzék, akik képesek több év elemzésére. Lényeges, hogy képesek legyenek megállapítani, hogy a térképeken egy-egy nem jellegzetes foltot mi okozhat (víznyomás, növényvédelemi hiba, vadkár stb.). (Szabó 2018)

Habár Szabó (2018) szerint ezzel a módszerrel az adott területen termesztett növények valós teljesítőképességét lehet feltérképezni, Naqvi et al.(2018) kísérleti eredményei alapján megállapítható, hogy a hozam és az NDVI érték közötti kapcsolat nem kellően szoros, továbbá az összefüggés szorossága sem állandó, így pusztán az NDVI értékekre hagyatkozva nehéz megállapítani egy adott talajfolt valós, hozamban realizálható teljesítőképességét.

Számos vegetációs index létezik, ezek mindegyikét egy-egy állapot vagy probléma célzott megállapítására és feltérképezésére fejlesztették. (Gila-Rácz 2023)

Az 1. táblázatban összefoglalom és röviden ismertetem a legismertebb indexeket.

1. táblázat. A legismertebb vegetációs indexek. (Gila-RÁCZ 2023)

Index neve	Képlet	Rövid ismertetés
<b>VARI</b> (Visual Atmospheric Resistance Index)	$\text{VARI} = (\text{Green} - \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Red} - \text{Blue}).$	RGB-kamerával végzett ortomozaik felvétel az alapja. Kizárólag a fény látható tartományának felhasználásával vizsgálja a növény általános egészségi állapotát, „zöldességét”
<b>NDVI</b> (Normalized Difference Vegetation Index)	$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}).$	Alapelve, hogy az egészséges növények a látható fénytartomány, illetve azon belül is főleg a vörös fény nagy részét elnyelik, de az infravörös sugárzást visszaverik. -1 és +1 közötti értéket eredményez. Minél magasabb az index, annál inkább mondható egészségesnek a növényállomány
<b>EVI</b> (Enhanced Vegetation Index)	$\text{EVI} = 2,5 * (\text{NIR} - \text{RED}) / \text{NIR} + \text{C1} * \text{RED} - \text{C2} * \text{Blue} + \text{L}$	Az EVI az NDVI egy továbbfejlesztett, korrigált változata, hatékonyabban kiszűrve a külső „zajokat” az atmoszférikus korrekció fontos konstansai használatával. Értéke 0-1 között mozog. Az 1-hez minél közelebbi értékek a növény jobb egészségi állapotát mutatják.
<b>ENDVI</b> (Enhanced Normalized Difference Vegetation Index)	$\text{ENDVI} = ((\text{NIR} + \text{GREEN}) - (2 * \text{BLUE})) / ((\text{NIR} + \text{GREEN}) + (2 * \text{BLUE}))$	Hasonlóan az NDVI indexekhez, a zöld növényállomány mennyiségével mutat összefüggést, azonban a vörös csatorna helyett egyszerre a zöld és a kék csatornát is használja, ezzel még inkább növelve az NDVI hatékonyságát.
<b>GNDVI</b> (Green Normalized Difference Vegetation Index)	$\text{GNDVI} = (\text{NIR} - \text{GREEN}) / (\text{NIR} + \text{GREEN})$	hasonló az NDVI-hoz, a különbséget viszont az adja, hogy a vörös helyett kizárólag a zöld hullámhossztartományban mér. Ez az index a fotoszintézis aktivitásáról, így pedig a nitrogénellátottságról nyújt információt.
<b>NDRE</b> (Normalized Difference Red EDGE)	$\text{NDRE} = (\text{NIR} - \text{RE}) / (\text{NIR} + \text{RE})$	Leginkább a különböző kórokozók, kártevők által okozott károk feltérképezésére alkalmas, valamint fontosabb járványok időszakában megfigyelésre, megelőzésre használható.
<b>SAVI</b> (Soil-Adjusted Vegetation Index)	$\text{SAVI} = ((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red} + \text{L})) * (1 + \text{L})$	A jelentősen zavaró talajfelületről visszaverődő fény spektrumokat próbálja kiszűrni. Elsősorban alacsony talajborítottságú területek esetén lehet alkalmas a használata.

## 3. Anyag és módszer

### 3.1. A vizsgálat helyszíne

A vizsgálatom alapját szolgáló kísérletek Abaújszántó (5. ábra) határában kerültek beállításra. Abaújszántó város az Észak-Magyarország régióban található, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében azon belül is a Gönci járásában, Szőlő- és borgazdasági szempontból a Tokaji borvidék részét képezi. Fekvését tekintve az Északi-középhegységben, a Zempléni-hegység nyugati lábánál, pontosabban a Cserehát és a Zempléni-hegység között terül el, a Hernád folyó völgyében. Éghajlatát tekintve mérsékelt meleg és mérsékelt száraz. Az évi középhőmérséklet 9 és 9,5 °C között alakul, az éves napfénytartam körülbelül 1900 óra, az évi átlagsapadék 600 mm körül van. ([http 5](#))



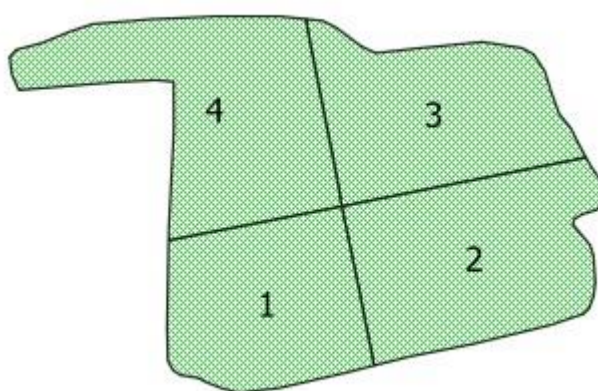
5. ábra. Abaújszántó elhelyezkedése Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye térképén ([http 5](#))

### 3.2. A vizsgálat módszere

A vizsgálathoz szükséges adatgyűjtés 2020. év augusztusa és 2022. év októbere között zajlott a Hegyalja Agrárgazdaság Kft. területein, 4 különálló táblán, összesen mintegy 180 hektáron. Ebben az időszakban történt a vizsgált táblák kijelölése, a zónák lehatárolása (hagyományos 5 hektáros hálós, valamint precíziós módszerrel), a talajmintavételezés és a talajvizsgálati eredmények kiértékelése.

### 3.2.1. Zónakialakítás

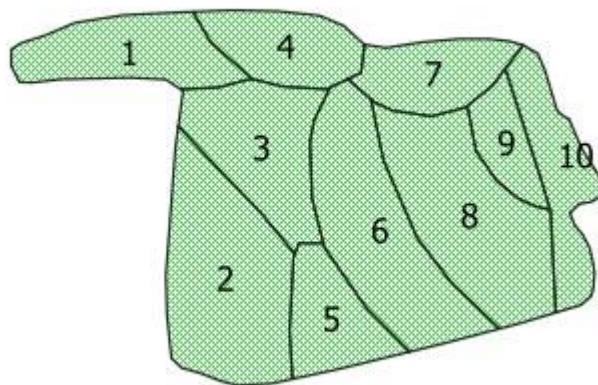
A területek kijelölése után az elsődleges feladat a vizsgálati zónák lehatárolása volt, hiszen ezek szabták meg a talajmintavételezések pontos helyét. Ez először hagyományos, 5 hektáros négyzethálós módszerrel történt. (6. ábra) Az adott tábla méretéhez igazítottan, minden megkezdett 5 hektár után lett kialakítva egy zóna. Ezek a zónák egyenletesen, a domborzati és talajtulajdonságoktól teljesen függetlenül, egyenlő részekre tagolták a táblákat. A jelenlegi szabályozás szerint ez a zónakialakítás megfelel az AKG-s, valamint a nitrátérzékeny területeken szükséges kötelező talajmintavételezés előírásainak.



6. ábra. Példa a négyzethálós módszerrel történő zónakialakításra

A zónák precíziós körül határolása az IKR Agrár Kft. és a Cosima Kft. közreműködésével valósult meg. (7. ábra) Ennek a lehatárolási módszernek az alapjai a táblán belüli pontos hozam adatok. A hozamtérképeken alapuló talajmintavételhez ebben az esetben azonban nincsen szükség jól kalibrált hozammérős kombájnok több évre visszamenő adataira. Ez a hozammérési rendszer műholdas képek a magágy-előkészítéstől a betakarításig tartó sorozatán, azok elemzésén alapszik, mellyel akár 20 x 20 méteres területrészekre, is lehetségessé válik kiemelkedő pontossággal megállapítani az adott cella valós hozamát, több évre visszamenőleg is. Az alapos kutatómunkával megalkotott módszert 2010–2014 között mintegy 60000 hektáron kalibrálták, ennek köszönhetően táblaszinten nézve hozzávetőlegesen 5% alatti hibaszázalékkal működik. Ez a pontosság egyenértékűnek tekinthető a jól kalibrált hozammérős kombájnok teljesítményével. A zónakialakítás során cellahozam adatokon felül az adott táblán belüli cellák egyéb morfológiai adatait is felhasználásra kerültek (domborzat, lefolyás, lehordás, ismétlődő víznyomás). (Pecze 2020)

A vizsgált táblákon zónakialakításhoz az előző 3 év vetésadatait használtuk fel, a Cosima Kft. ezek alapján készítette el a hozammérési számításait és az ezekből nyert információk határozták meg a zónahatárokat. A zónák alapegysége tehát a cella, ami a felhasznált műholdas felvétel legkisebb alkotóelemének méretével, vagy annak többszörösével egyezik. Ebben az esetben ez 20×20 méteres földterületet jelent (0,04 ha), ami elegendő a precíziós művelésben alkalmazott gépi differenciálási képességek kiaknázásához. A cellák hozamait tehát egyes növényeknél t/ha értékben is lehetséges meghatározni. Van azonban néhány olyan, jellemzően országosan kis területen termesztett növény, amelynek cella- és így zóna-hozamát nem lehetséges ezzel a módszerrel egzaktul meghatározni. Ilyen esetben a termőképesség egy ún. relatív fejlődési/fejlettségi mutatóval (RFM) lett jellemezve, %-os értékben kifejezve.



7. ábra. Példa a precíziós módszerrel történő zónakialakításra

### 3.2.2. Talajmintavételezés

A talajminták vételezése először a négyzethálós módszerrel kialakított zónák alapján történt 2020-ban. A mintavétel eszköze egy Bodenprobetechnik Nietfeld GMBH N 2006 típusú, egy terepjáró platójára felszerelt talajmintavételező berendezés volt. (8. ábra) A gépjárműre szerelt talajmintavevő az autó vezetőfülkéjéből irányítható és talaj felső 30 centiméteréből gyűjt mintát. Az adott mintateret reprezentáló átlagminta a zónák leghosszabb átlóján haladva, egyenletes távolságokon belül megállva, 20-25 leszúrás átlagából állt össze.



8. ábra. Terepjáró platójára felszerelt talajmintavevő berendezés. (Saját fotó, 2023)

A precíziós módszerrel kialakított zónákból szintén a már említett, gépjárműre szerelt talajmintavételező berendezéssel gyűjtöttem az átlagmintákat, 2022-ben. A zónák szabálytalan alakja miatt nem a leghosszabb átló mentén történt a mintavétel, hanem cikkcakkban haladva, „Z” vagy villám alakban. A begyűjtött átlagminták mind a két esetben akkreditált laboratóriumba kerültek, a bővített talajvizsgálat elvégzése végett. A bővített talajvizsgálat során az alábbi paramétereket vizsgálták a laboratóriumok: pH, kötöttség, összes só,  $\text{CaCO}_3\%$ , Humusz,  $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{AL-K}_2\text{O}$ , Na, Mg, Mn, Zn, Cu,  $\text{SO}_4$ .

### *3.2.3. Eredmények kiértékelése és tápanyag-gazdálkodási terv készítése*

A laboratóriumi eredmények kiértékeléséhez valamint a termőhelyi kategória megállapításához a DENA PRECTG, Precíziós tápanyag-gazdálkodás számítógépes program 2.1-es verzióját használtam. Előbb a hagyományos, hálószerűen kialakított zónákból vett minták talajvizsgálati eredményeit értékeltem ki, majd erre alapozva készítettem el a táblaszintű

tápanyag-gazdálkodási terveket a vizsgált táblák esetében. Ezután a precíziós módszerrel lehatárolt zónákból vételezett talajminta eredmények kiértékelését végeztem el, majd ezt alapul véve elkészítettem a vizsgálatba bevont táblák zónaigényekhez igazított, differenciált tápanyag-gazdálkodási tervét is.

A számítások során azonos elővetemény és főnövény adatokat vettem alapul, valamint a kijuttatásra javasolt műtrágya típusok is megegyeztek mind a két esetben. A tábla egészére elvárt termésmennyiség, amihez a kijuttatandótápanyagok kiszámításra kerültek, szintén megegyeztek mindkét esetben, de amíg a zónánként elvárt hozam a hagyományos zónakialakítás esetén egységes volt, addig a precíziós számítási módszer esetében az elvárt termésmennyiség a zóna teljesítőképességéhez lett igazítva.

## 4. Eredmények

### 4.1. Zónakialakítás

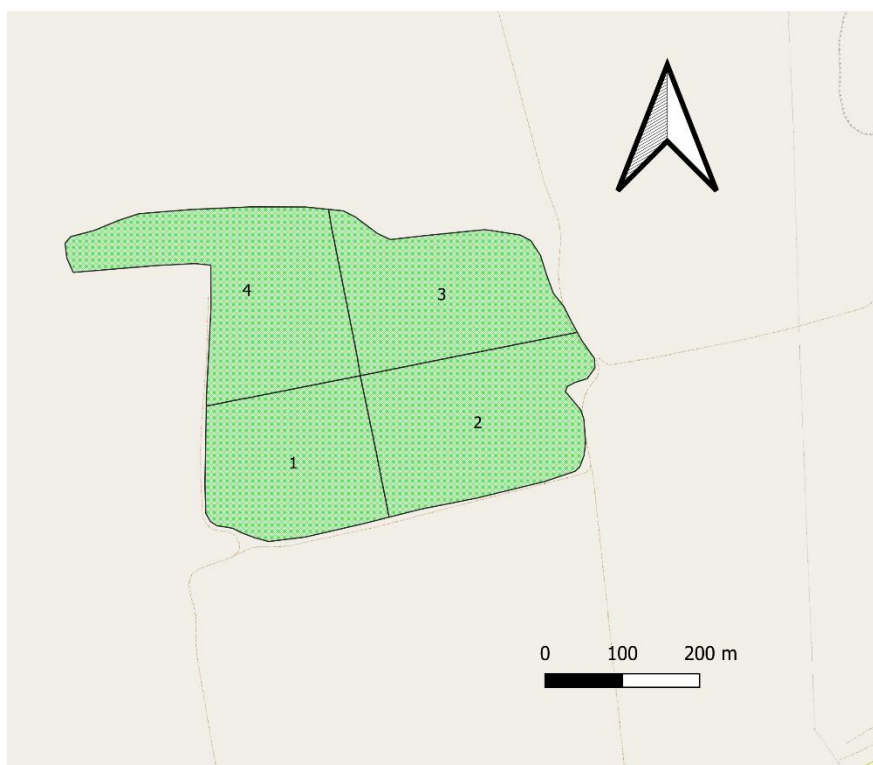
#### 4.1.1. Négyzethálós zónakialakítás

Az 5 hektáronként kialakított, négyzethálós zónázás eredményét a 2. táblázat foglalja össze. A zónák ArcGIS programmal lettek kialakítva, a megjelenítéshez a QGIS 3.22.14-Białowieża verzióját használtam.

2. táblázat. Négyzethálós zónák darabszáma a vizsgált tábláknál

Tábla neve	Terület (ha)	Zónák száma (db)
Súlyom felső	18,85	4
Súlyom alsó	21,6	5
Perei 56	56	12
Dobszai út 3.	85	17

A zónák fizikai kialakítását a 9.-12. ábra szemlélteti.



9. ábra. A Súlyom felső nevű tábla négyzethálós zónakialakítása

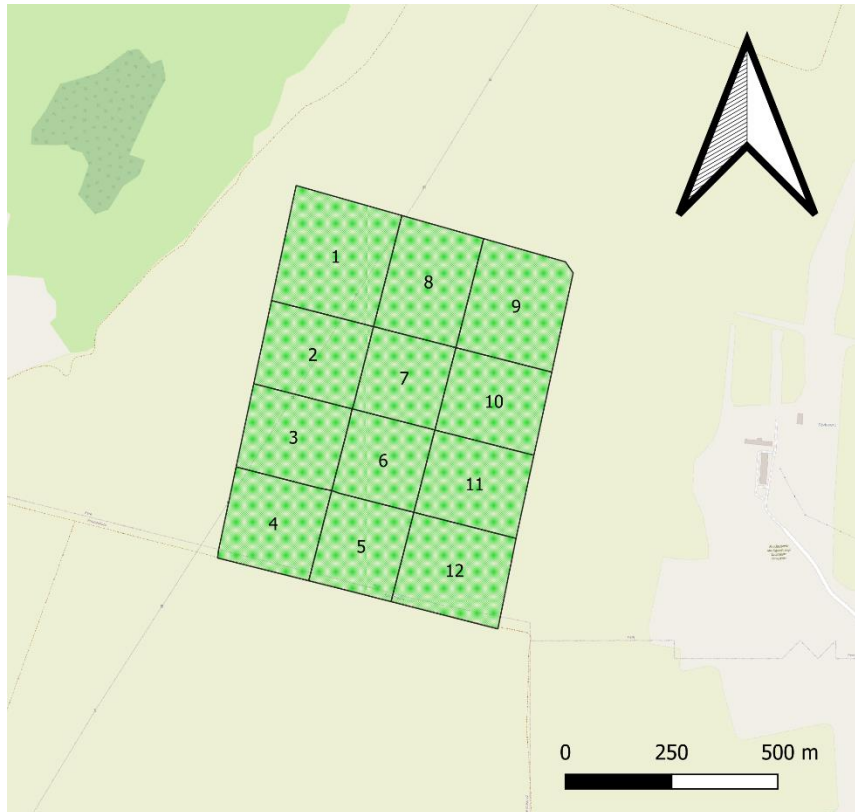




10. ábra. A Súlyom felső nevű tábla négyzethálós zónakialakítása



11. ábra. A Dobszai út 3. nevű tábla négyzethálós zónakialakítása



12. ábra. A Perei 56. nevű tábla négyzethálós zónakialakítása

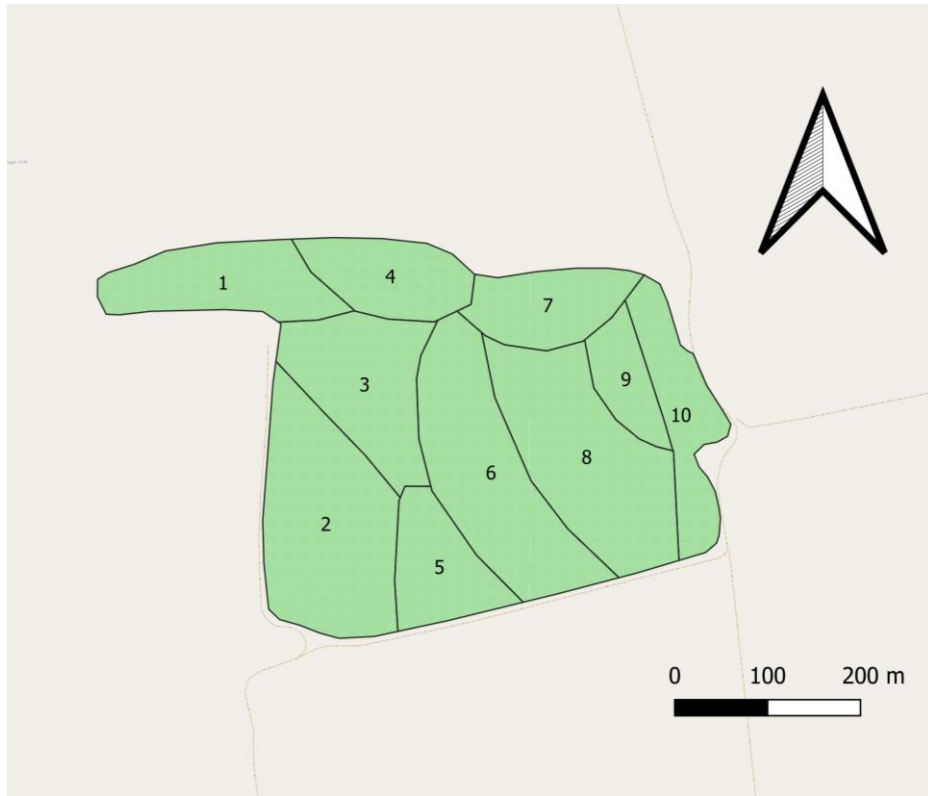
#### 4.1.2. Precíziós zónakialakítás

Az előző 3 év műholdas hozamadatai alapján kialakított, a Cosima Kft. által elkészített zónázás eredményét a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat. Precíziós zónák darabszáma a vizsgált tábláknál

Tábla neve	Terület (ha)	Zónák száma (db)
Súlyom felső	18,85	10
Súlyom alsó	21,6	12
Perei 56	56	14
Dobszai út 3.	85	20

A zónák fizikai kialakítását a 13-16. ábra szemlélteti.



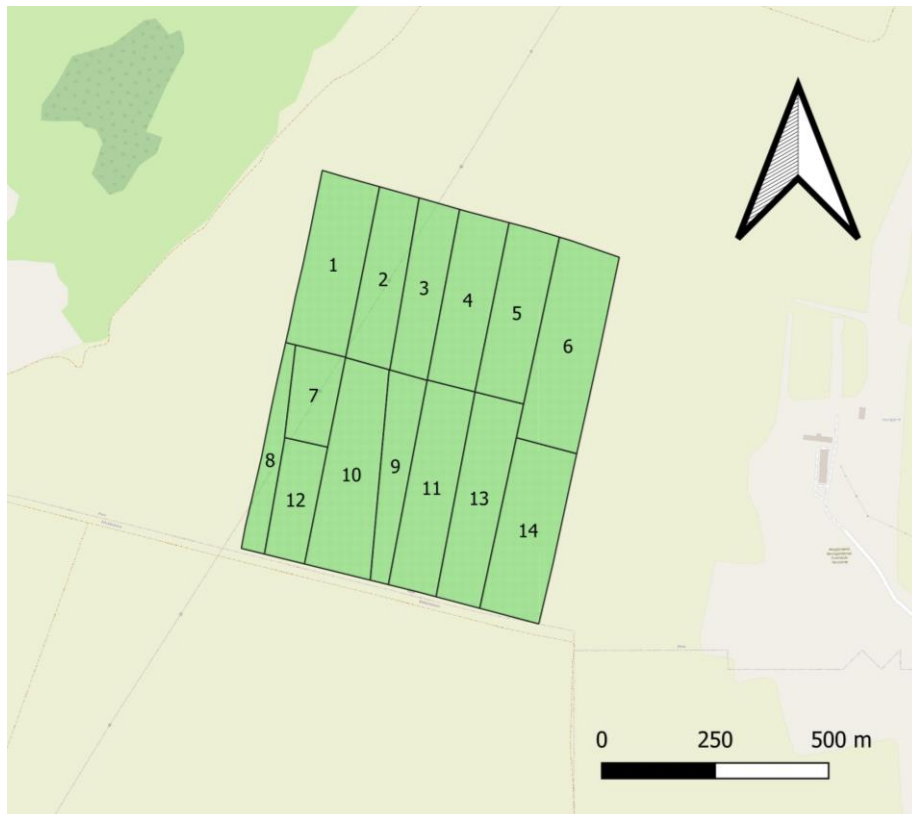
13. ábra. A Súlyom felső nevű tábla precíziós zónakialakítása



14. ábra. A Súlyom alsó nevű tábla precíziós zónakialakítása



15. ábra. A Dobszai út 3. nevű tábla precíziós zónakialakítása



16. ábra. Perei 56. nevű tábla precíziós zónakialakítása

Az ábrákon is jól látható, hogy a precíziós módszerrel elkülönített zónák méretükben és alakjukban is jól elkülönülnek a hagyományos, négyzethálós zónázás eredményétől. A Súlyom felső elnevezésű tábla esetében 10 zóna került kialakításra. Ezek mérete 0,74 hektártól 3,14 hektárig terjed. A zónaméretnek medián értéke 1,515 hektár. A Súlyom alsó tábla 12 zónája közül a legkisebbnek a mérete 0,59 hektár, míg a legnagyobb 3,1 hektár, a zónák területének medián értéke 1,895 hektár. A Dobszai út 3. elnevezésű tábla 20 zónára lett felosztva, ezek területének mérete 0,94 hektár és 8,28 hektár között változik, az értékek mediánja pedig 4,01 hektár. A Perei 56. nevű táblában 14 vizsgálati zóna került kialakításra, melyeknek mérete 1,9 hektártól 6,2 hektárig terjed. A zónák méretének medián értéke 4,245 hektár.

## 4.2. Talajvizsgálati eredmények

### 4.2.1. Talajvizsgálati eredmények kiértékelése a négyzethálós zónakialakításban

A hagyományos, négyzethálós zónákból 2020-ban vett talajminták eredményének a kiértékelése a 4. és 5. táblázatban látható. A feltüntetett értékek az adott táblából vett talajminták eredményeinek a táblaszintű átlagai.

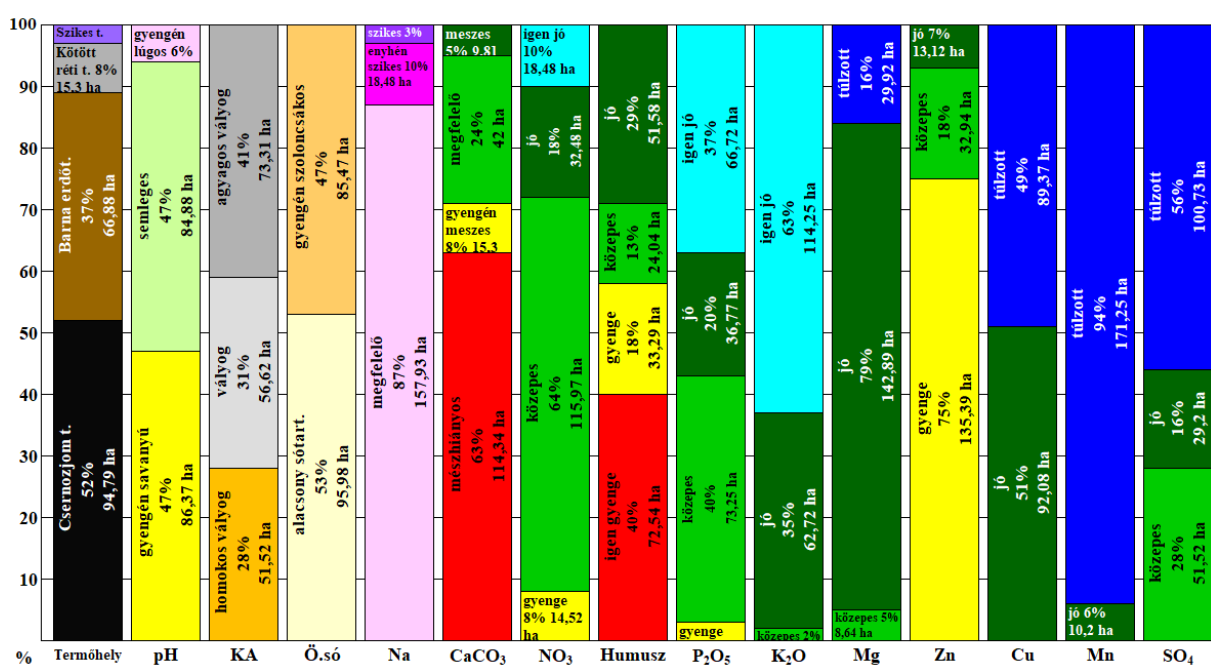
4. táblázat. Talajvizsgálati eredmények értékelése

Táblanév	Termőhelyi kategória	pH (KCl)	KA	Össz. só %	Na mg/kg	CaCO <sub>3</sub> %	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	Humusz %
Súlyom felső	csernozjom	7,02	40	0,06	21	1,4	12,8	0,98
		semleges	vályog	gyengén szoloncsákos	megfelelő	gyengén meszes	közepes	igen gyenge
Súlyom alsó	csernozjom	7,11	43	0,06	27	2,8	11,8	1,96
		semleges	agyagos vályog	gyengén szoloncsákos	megfelelő	megfelelő	közepes	igen gyenge
Dobszai út 3.	barna erdőtalaj	6,72	43	0,05	29	0,7	12,7	1,76
		gyengén savanyú	agyagos vályog	alacsony sótartalmú	megfelelő	mészhiányos	közepes	gyenge
Perei 56.	barna erdőtalaj	6,25	36	0,05	77	0,2	27,8	2,30
		gyengén savanyú	homokos vályog	alacsony sótartalmú	megfelelő	mészhiányos	jó	jó

5. táblázat. Talajvizsgálati eredmények értékelése

Táblanév	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Zn	Cu	Mn	SO <sub>4</sub>
	mg/kg						
Súlyom felső	120	306	208	1,3	3,8	334	35,1
	közepes	igen jó	jó	gyenge	túlzott	túlzott	túlzott
Súlyom alsó	198	376	190	2,4	4,8	134	33,6
	jó	igen jó	közepes	közepes	jó	túlzott	túlzott
Dobszai út 3.	123	363	307	1,2	3,6	410	36,2
	jó	igen jó	jó	gyenge	jó	túlzott	túlzott
Perei 56.	185	330	227	2,0	4,5	593	12,9
	igen jó	igen jó	jó	közepes	túlzott	túlzott	közepes

A négy táblából gyűjtött, összesen 38 db átlagmintát külön-külön is kiértékeltem, így táblahatártól függetlenül van lehetőség összehasonlítani a négyzethalós zónák laboratóriumi eredményeit. A talajvizsgálati eredmények üzemszintű megoszlását a 17. ábra mutatja be.



17. ábra. A négyzethalós zónából gyűjtött összes talajminta eredményeinek megoszlása.

#### 4.2.2. Talajvizsgálati eredmények kiértékelése a precíziós zónakialakításban

A precíziós módszerrel kialakított zónákból 2022-ben vett talajminták eredményének a kiértékelése a 6. és 7. táblázatban látható. A feltüntetett értékek az adott táblából vett talajminták eredményeinek a táblaszintű átlagai.

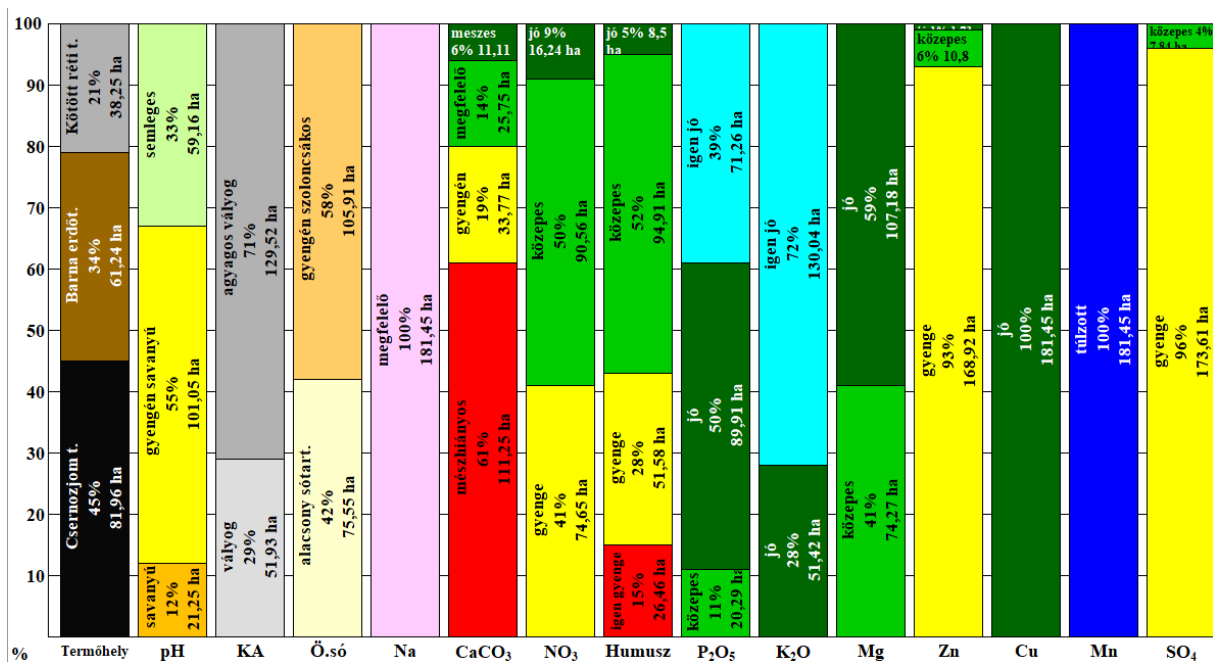
6. táblázat. Talajvizsgálati eredmények értékelése

Táblanév	Termőhelyi kategória	pH (KCl)	KA	Össz. só %	Na mg/kg	CaCO <sub>3</sub> %	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	Humusz %
Súlyom felső	csernozjom	6,95	44	0,07	25	2,0	15,1	1,79
		semleges	agyagos vályog	gyengén szoloncsákos	megfelelő	gyengén meszes	közepes	igen gyenge
Súlyom alsó	csernozjom	6,92	46	0,08	27	2,8	11,7	2,04
		semleges	agyagos vályog	gyengén szoloncsákos	megfelelő	megfelelő	közepes	gyenge
Dobszai út 3.	kötött réti talaj	6,17	46	0,07	22	0,4	9,6	2,37
		gyengén savanyú	agyagos vályog	gyengén szoloncsákos	megfelelő	mészhiányos	gyenge	közepes
Perei 56.	barna erdőtalaj	6,35	41	0,03	18	0,1	17,8	2,20
		gyengén savanyú	vályog	alacsony sótartalmú	megfelelő	mészhiányos	közepes	közepes

7. táblázat. Talajvizsgálati eredmények értékelése

Táblanév	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Zn	Cu	Mn	SO <sub>4</sub>
	mg/kg						
Súlyom felső	166	367	133	0,9	2,4	194	2,9
	jó	igen jó	közepes	gyenge	jó	túlzott	gyenge
Súlyom alsó	275	462	142	2,4	4,5	208	3,7
	igen jó	igen jó	közepes	közepes	jó	túlzott	gyenge
Dobszai út 3.	146	400	216	1,1	3,1	301	4,4
	jó	jó	jó	gyenge	jó	túlzott	gyenge
Perei 56.	174	330	159	1,0	2,3	266	8,2
	igen jó	igen jó	jó	gyenge	jó	túlzott	gyenge

A négy táblából gyűjtött, összesen 56 db átlagmintát ebben az esetben is kiértékeltem mintánként is, így szintén lehetőség van a táblahatároktól függetlenül összehasonlítani a precíziós zónák laboratóriumi eredményeit. A precíziós talajvizsgálati eredmények üzemszintű megoszlását a 18. ábra mutatja be.



18. ábra. A precíziós zónákból gyűjtött összes talajminta eredményeinek megoszlása.

### 4.3. Tápanyag-gazdálkodás terv

A tápanyag-gazdálkodási terv készítésekor ugyanazokat az elővetemény illetve főnövény adatokat használtam fel mind a hagyományos, mind a precíziós módszer alkalmazásakor. Az ehhez felhasznált adatokat a 8. táblázatban tüntetem fel.

8. táblázat. A vizsgált táblák elővetemény és főnövény adatai

Tábla neve	Elővetemény	Elővetemény termés (t/ha)	Szárbedolgozás (Igen /Nem)	Főnövény	Tervezett hozam (t/ha)
Súlyom felső	Napraforgó	3,1	Igen	Őszi búza	7
Súlyom alsó	Napraforgó	3,6	Igen	Őszi búza	7
Dobszai út 3.	Kukorica	10	Igen	Olajtökmag	1
Perei 56.	Őszi búza	6,8	Nem	Kukorica	10



### 4.3.1. Tápanyag-gazdálkodási terv készítése hagyományos zónakialakítás alapján

A hagyományos zónakialakítás alapján készített tápanyag-gazdálkodási terv készítése során az adott táblából vett talajminták átlagát vesszük alapul és így számoljuk ki a tervezett növénykultúra tápanyag igényét, valamint a kijuttatásra javasolt tápanyagmennyiséget amelyek így táblánként eltérőek lesznek, de táblán belül nem tesznek különbséget az egyes mintateretek között. A növény igényein felül az elővetemény szármaradványának tápanyagtartalmával, valamint a K:Mg arány hatásával korrigáltam a kijuttatásra ajánlott NPK mennyiséget. A korábbi években nem volt pillangós elővetemény, valamint szerves trágyázás sem. A számított értékeket a 9. táblázat mutatja be.

9. táblázat. Táblaszintű tápanyag igény hagyományos mintaétel alapján

Tábla neve	Főnövény igénye hatóanyag (kg/ha)			Hatóanyag korrekciók (kg/ha)			Korrigált javaslat (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Súlyom felső	142	74	25	0	-9	-42	142	65	0
Súlyom alsó	136	38	19	0	-11	-51	136	27	0
Dobszai u. 3	65	44	55	0	-15	-39	65	29	16
Perei 56	137	23	51	0	0	9	137	23	60

A számított értékek alapján állítottam össze táblánként külön a műtrágyázási technológiát. A Súlyom felső nevű tábla esetében alaptrágyának diammonium foszfát (DAP) műtrágyát kijuttatását javasoltam, 140 kg/ha dózisban. Ez követően első fejtrágyának hektáronként 200 kg mész-ammon-salétrom (MAS), második fejtrágyának pedig 200 kg/ha dózisban 30%-os nitrogén tartalmú folyékony nitrogén kijuttatását ajánlottam. A Súlyom alsó tábla esetében az általam javasolt alap műtrágya 250 kg/ha Hunfert NPS immunmax, az első fejtrágya szintén 200 kg/ha MAS, második fejtrágya pedig a 30%-os nitrogén tartalmú folyékony nitrogén, 100 kg/ha mennyiségben. A Dobszai út 3. nevű táblánál alaptrágyaként 120kg/ha 8:24:24 NPK műtrágyát, starter trágyaként pedig 200kg/ha MAS-t javasoltam. A Perei 56 nevű tábla esetében a talajvizsgálati eredmények alacsony pH értéke, valamint a kevés CaCO<sub>3</sub> tartalom miatt alap trágyának egyrészt 100 kg/ha KalciFert talajjavító anyagot, valamint 200 kg/ha 5:10:30 NPK műtrágyát, starter trágyaként 220 kg/ha MAS-t, fejtrágyának pedig 200 kg/ha 30%-os nitrogén tartalmú folyékony nitrogént javasoltam. Az így összeállt műtrágyázási technológiával kijutó hatóanyagokat a 10. táblázat összegzi.

10. táblázat. A táblánként kijutó műtrágya hatóanyagok mennyisége.

Tábla neve	Kijuttatásra javasolt műtrágya NPK hatóanyag (kg/ha)			Műtrágyával kijutó hatóanyag kg/ha		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Súlyom felső	142	65	0	139	64	0
Súlyom alsó	136	27	0	134	25	0
Dobszai u. 3	65	29	16	64	29	29
Perei 56	137	23	60	136	20	60

#### 4.3.2. Tápanyag-gazdálkodási terv készítése precíziós zónakialakítás alapján

A precíziós zónakialakítás alapján készített tápanyag-gazdálkodási terv készítése során az adott táblából vett talajminták, zónánként külön értékelve használjuk fel. A táblaszinten elvárt termésmennyiség zónánként külön-külön kerül megállapításra, az adott zóna teljesítő képességéhez mérten. A hagyományos módszerhez hasonlóan, a DENA PRECTG program segítségével zónánként kiszámoltam a tervezett növénykultúra tápanyag igényét, figyelembe vettem a korrekciós tényezőket és ezek alapján határoztam meg a kijuttatásra javasolt hatóanyagok mennyiségét.

A precíziós alapokon nyugvó műtrágyázási terv összeállításakor szintén a hagyományos módszernél ismertetett műtrágya típusokat alkalmaztam, csupán a kijuttatásra javasolt mennyiségeken változtattam, ami minden zóna esetében külön került megállapításra. Az így kijuttatandó műtrágya mennyiségre így is megállapítható táblaszintű átlag, amely lehetővé teszi a kijuttatott mennyiségek összehasonlítását a hagyományos tanácsadással. A zónánkénti differenciáláshoz mindig meg kell határozni, hogy az adott műtrágya kijuttatandó mennyiségét melyik tápelem igényéhez pozícionáljuk. A komplex műtrágyákat, alap trágyákat a Perei 56 nevű táblánál a kálium igényhez, a többi tábla esetében a foszfor igényhez, KalciFert talajjavító esetében a kalcium igényhez, a szilárd nitrogén műtrágyák esetében pedig a nitrogén igényhez pozícionáltam. A folyékony műtrágyák esetében egységes kijuttatást javasoltam. Az egyes zónákba kijuttatásra javasolt műtrágyák mennyiségét, valamint a táblák átlag értékét a 11. táblázat mutatja be.

11. Táblázat. Kijuttatásra javasolt műtrágyamennyiségek zónánként.

Zóna sorszám	Súlyom felső			Súlyom alsó			Perei 56				Dobszai út 3	
	Kijuttatott műtrágya (kg/ha)			Kijuttatott műtrágya (kg/ha)			Kijuttatott műtrágya (kg/ha)				Kijuttatott műtrágya (kg/ha)	
	Alap	Fej. 1	Fej. 2	Alap	Fej. 1	Fej. 2	Alap 1	Alap 2	Start.	Fej	Alap	Start.
<b>Átlag</b>	<b>94</b>	<b>223</b>	<b>200</b>	<b>190</b>	<b>211</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>227</b>	<b>251</b>	<b>250</b>	<b>121</b>	<b>186</b>
1	140	170	200	130	240	130	140	230	270	250	0	230
2	110	220	200	160	250	130	140	250	260	250	0	230
3	110	200	200	210	210	130	140	260	260	250	50	220
4	120	210	200	230	160	130	150	210	230	250	50	200
5	110	230	200	270	170	130	150	170	230	250	50	220
6	60	230	200	200	200	130	150	210	250	250	90	200
7	130	220	200	170	240	130	140	290	280	250	50	210
8	80	220	200	170	210	130	140	300	260	250	100	200
9	50	260	200	200	200	130	150	250	240	250	90	210
10	50	240	200	210	190	130	150	260	270	250	110	170
11				120	250	130	140	240	280	250	260	150
12				160	230	130	130	190	230	250	200	170
13							120	190	260	250	180	140
14							120	110	230	250	300	140
15											260	150
16											210	170
17											200	140
18											70	200
19											110	190
20											50	210

Az így megvalósult műtrágyázás során kijutó-, és javasolt hatóanyag mennyiség alakulását zóna és tábla szinten a 12. és a 13. táblázat mutatja be a vizsgálatba bevont táblák esetében.

12. táblázat. A javasolt és a műtrágyával kijutó hatóanyag mennyiségek.

Zóna sorszám	Súlyom felső						Súlyom alsó					
	Javasolt hatóanyag (kg/ha)			Műtrágyával kijutó hatóanyag (kg/ha)			Javasolt hatóanyag (kg/ha)			Műtrágyával kijutó hatóanyag (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Átlag	137	43	0	137	43	0	136	19	0	134	19	0
1	132	66	0	131	64	0	133	13	0	130	13	0
2	139	51	0	139	51	0	140	16	0	139	16	0
3	135	50	0	134	51	0	139	21	0	138	21	0
4	139	53	0	138	55	0	131	23	0	128	23	0
5	141	49	0	142	51	0	140	27	0	139	27	0
6	134	26	0	133	28	0	136	20	0	133	20	0
7	144	59	0	143	60	0	139	17	0	138	17	0
8	134	35	0	134	37	0	132	17	0	130	17	0
9	139	25	0	139	23	0	134	20	0	133	20	0
10	134	13	0	134	23	0	134	21	0	132	21	0
11							134	12	0	131	12	0
12							134	16	0	133	16	0

13. táblázat. A javasolt és a műtrágyával kijutó hatóanyag mennyiségek.

Zóna sorszám	Perei 56						Dobszai út 3					
	Javasolt hatóanyag (kg/ha)			Műtrágyával kijutó hatóanyag (kg/ha)			Javasolt hatóanyag (kg/ha)			Műtrágyával kijutó hatóanyag (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Átlag	164	29	68	164	23	68	60	29	31	60	29	29
1	170	39	70	169	23	69	62	0	0	62	0	0
2	169	30	76	168	25	75	62	0	0	62	0	0
3	167	34	77	168	26	78	64	6	21	63	12	12
4	158	30	62	158	21	63	59	11	12	58	12	12
5	153	24	50	156	17	51	64	7	90	63	12	12
6	163	24	64	164	21	63	61	22	10	61	22	22
7	175	57	86	175	29	87	61	13	0	61	12	12
8	169	34	91	170	30	90	61	24	62	62	24	24
9	161	15	75	163	25	75	63	22	47	64	22	22
10	172	19	78	171	26	78	55	27	0	55	26	26
11	172	18	73	172	24	72	62	63	59	61	62	62
12	154	33	57	156	19	57	61	47	63	62	48	48
13	164	28	58	163	19	57	53	44	0	52	43	43
14	150	21	32	151	11	33	61	71	94	62	72	72
15							61	63	80	61	62	62
16							62	51	58	63	50	50
17							54	49	26	54	48	48
18							60	18	0	60	17	17
19							61	26	2	60	26	26
20							62	11	0	61	12	12

## 5. Következtetések és javaslatok

A vizsgálatba bevont, négy különálló szántóföldi tábla hagyományos illetve precíziós tápanyag-utánpótlási rendszer első lépéseként a zónakialakítás eredményeinek eltéréseiből lehet az esetleges különbségekre következtetni. A hagyományos, négyzethálós módszer alkalmazásakor a négy tábla esetében összesen 38 vizsgálati zónát különítettem el, míg a precíziós módszerrel összesen 56 különálló vizsgálati egység került elkülönítésre. Táblánként összehasonlítva még nagyobb eltéréseket figyelhetünk meg, hiszen a Súlyom felső nevű, 18,85 hektáros tábla esetében négyzethálós módszerrel csupán 4 zóna lehatolása volt indokolt, ezzel szemben a precíziós módszer alkalmazásakor 10 zóna lehatárolása történt meg, ugyanakkor ez a szám a Dobszai út 3 elnevezésű tábla esetében 17-ről csupán 20-ra emelkedett a precíziós zónaelkülönítés alkalmazásával. A zónák számán kívül, azok méretének változatosságát is informatívnak tartom, hiszen amíg a hagyományos, négyzethálós módszerrel elkülönített zónák közel azonos méretűek, addig a precíziós zónakialakítás eredményeképpen a vizsgálati egységek területe igen széles tartományban mozog. Az 56 kialakított zóna közül a legkisebb 0,59 hektáros, a legnagyobb pedig 8,28 hektáros. Ezekből az adatokból arra következtetek, hogy a vizsgált terület nagyfokú táblakon belüli változatosságot mutat, ezért az okszerű tápanyag-utánpótlás elvégzéséhez indokolt lehet a zónák elkülönített kezelése a tábla egységes kezelése helyett. További pontatlansághoz vezethet a négyzethálós módszer esetében, hogy figyelmen kívül hagy mindennemű táblatulajdonságot, éppen ezért könnyen egy egységként kezelhet egymástól nagyon különböző adottságú táblarészleteket, így közel azonos mintaszám esetén is jelentősen torzíthatja a táblaátlag végső eredményét.

A vizsgált táblák hagyományos illetve precíziós talajvizsgálati eredményei között, a táblaátlagot tekintve, csupán apróbb eltérések figyelhetők meg. A legjelentősebb eltérés a Dobszai út 3 elnevezésű tábla esetében látható, amelyet a DENA PRECTG program a négyzethálós mintavételi eredmények alapján a barna erdőtalaj termőhelyi kategóriába míg a precíziós zónakialakítás eredményei alapján a kötött réti talaj termőhelyi kategóriába sorolt. A legtöbb vizsgált paraméternél azonban mind a két vizsgálati módszer esetében hasonló különbségek figyelhetők meg a táblák átlagértékei között. A két módszer talajvizsgálati eredményei között felmerülő különbségeket, a zónakialakításon kívül egyéb tényezők is okozhatják. Annak ellenére, hogy mindkét módszer esetében, a talajmintavételezés előtt 100 napon belül nem történt műtrágyázás, a korábban kijuttatott műtrágyák típusa és mennyisége, a termesztett növények fajtája, az alkalmazott növényvédelmi technológia okozhat apróbb eltéréseket az eredményekben.

A tápanyag-gazdálkodási terv elkészítésekor mutatkozik meg a két rendszer közötti valódi különbség. Ahogy a 14. táblázatban is látható, jól megfigyelhető, hogy a táblaszintű átlagszükségleteket figyelembe véve közel azonos igények mutatkoznak mindkét módszer esetében.

14. táblázat. A hagyományos és a precíziós táblaszintű tápanyag-gazdálkodási javaslatok

	Javasolt hatóanyag (kg/ha)											
	Súlyom felső			Súlyom Alsó			Perei 56			Dobszai út 3		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Hagyom.</b>	142	65	0	136	27	0	137	23	60	65	29	16
<b>Prec.</b>	137	43	0	136	19	0	164	29	68	60	29	31

A két módszer közötti valódi különbség inkább abban a módszertanban mutatkozik meg, hogy amíg a hagyományos módszer szerint valóban csupán a táblaátlag értékeit vesszük figyelembe a szükséglet kiszámításakor és a táblát egy egységként kezeljük, addig a precíziós módszer során lehetőségünk van minden egyes vizsgálati egységet önállóan kezelni, azok tápanyagigényét „személyre szabottan” kiszolgálni. Ahogy a 11., 12. és a 13. táblázatban is jól látható, az egyes zónák tápanyagigénye és ebből fakadóan a kijuttatásra javasolt műtrágyák mennyisége között jelentős eltérések vannak. Ezek alapján arra következtetnek, hogy habár az összes felhasznált műtrágya mennyiségében nem mutatkozik jelentős különbség, a precíziós zónakialakítással és a zónák külön kezelésével pontosabb és okszerűbb tápanyag-utánpótlást tudunk végrehajtani, mint a hagyományos módszer alkalmazásával.

Az eredmények ismeretében, a műtrágya kijuttatás megvalósulása után hasznosnak tartanám a vizsgálati zónákban levélanalízis vizsgálat elvégzést, amiből visszajelzést kaphatnánk az adott zóna tápanyag ellátásának sikerességéről, illetve javaslatot lehetne tenni további korrekciókra.

Fontosnak tartom megjegyezni, hogy valószínűsíthető az, hogy kellően homogén táblaszerkezet esetén elegendő pontosságot biztosíthat a hagyományos tápanyag-gazdálkodási rendszer is, de fontos, hogy a homogenitást objektív adatok alapján határozzuk meg, például domborzati térképek és több éves hozam adatok együttes felhasználásával.

## 6. Összefoglalás

A növénytermesztéssel foglalkozó emberek elsődleges célja, hogy egy adott terület potenciális lehetőségeit minél jobban kihasználhassák a ráfordított költségek minimalizálásával, vagy az inputanyagok okszerű felhasználásával. Az elmúlt évtizedekben a mezőgazdasági termelés lényeges változásokon ment keresztül. A mezőgazdasági gépek ugrásszerű fejlődése, valamint a térinformatikai rendszerek egyre hatékonyabb és széleskörűbb felhasználási módjai új lehetőségeket biztosítanak a gazdálkodók számára termőterületük pontosabb megismerésére és a begyűjtött információk gazdaságilag előnyös felhasználására.

A tápanyag-utánpótlás a mezőgazdaság rendkívül fontos szegmense az élelmiszertermelés és a fenntartható mezőgazdaság szempontjából. A optimális tápanyagellátás lehetővé teszi a termőföld termékenységének megőrzését és növelését, ami a globális élelmiszer-ellátási biztonság alapját képezi. Ezenkívül a megfelelő, okszerű tápanyagellátás javítja a megtermelt termények minőségét és mennyiségét, ezáltal növelve a gazdák jövedelmét és a gazdaságok hatékonyságát. Ugyanakkor a túlzott vagy helytelen tápanyagfelhasználás növényélettani vagy környezeti problémákat is okozhat, mint például a talaj- és vízszennyezést. Ezért a mezőgazdaságban az okszerű és kiegyensúlyozott tápanyagutánpótlás elengedhetetlen a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok megőrzéséhez és fejlesztéséhez.

Munkám során 2020 és 2022 között, egy Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyei gazdálkodás négy különálló tábláján, összesen mintegy 180 hektár területen végeztem zónakialakítást és talajminta-vételezést, hagyományos és precíziós módszerek alapján. A vizsgálat célja az ezeken a módszereken alapuló tápanyag-utánpótlási szaktanácsadások összehasonlítása volt.

Az eredményekből kiderül, hogy habár a táblaátlagokat tekintve a hagyományos és a precíziós módszer talajvizsgálati eredményei között nem tapasztalható lényeges eltérés, a vizsgált táblákon belül kimutatott heterogenitás megalapozott okot adhat a differenciált tápanyag-utánpótlás alkalmazására, a táblák egységes kezelése helyett. Az eredmények továbbá megerősítik a mezőgazdasági termelésbe bevont termőterületek részletes megismerésének fontosságát.

## **7. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretném megköszönni konzulensemnek, dr. Csorba Ádámnak, áldozatos munkáját, amely során hasznos tanácsokkal és észrevételekkel, segített dolgozatom elkészítésében.

Szeretnék továbbá köszönetet mondani az IKR Agrár Kft., valamint a Cosima Kft. munkatársainak, akik eszközeikkel, módszertani tanácsaikkal segítettek az adatok feldolgozásában és értelmezésében.

Külön köszönettel tartozom a Hegyalja Agrárgazdaság Kft-nek, hogy helyszínt biztosítottak a vizsgálatom elvégzéséhez és együttműködésükkel elősegítették a dolgozatom elkészítését.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni a családomnak, a feleségemnek és a barátaimnak az erkölcsi támogatást.



## 8. Irodalomjegyzék

- Ali A., Rondelli V., Martelli R., Falsone G., Lupia F., Barbanti L. (2020): Management Zones Delineation through Clustering Techniques Based on Soils Traits, NDVI Data, and Multiple Year Crop Yields, *Agriculture* 12 (2): 231
- Ádám J. (2007) Globális geodéziai megfigyelőrendszer. *Magyar Tudomány* 167 (5) 563-576
- Busics Gy. (2011): Műholdas helymeghatározás 1.: A GNSS-ről általában. NyME.
- Dobos A. Cs. (2013): Precíziós növénytermesztés. Debreceni Egyetem. Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Debrecen, 63p.
- Csurja Zs. (2021): Ezért kincs az agráradat – 2. rész: Növényvédelem és kijuttatástechnológia. *Agro napló*, 25 (3) 65-80
- Erdeiné Késmárki-Gally Sz.,(2020): A precíziós gazdálkodás jelentősége a mezőgazdaság versenyképességében. *Multidiszciplináris kihívások, sokszínű válaszok* (2): 44-58.
- Gaál M., Humenyik N., Illés I., Kiss A., (2020) A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonomiai vizsgálata. NAK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest, 153 p.
- Gál T., Nagy L., Dávid L., Vasa L.–Balogh P.(2013): Technologyplanning system as a decision support tool for dairy farms in Hungary. *Acta Polytechnica Hungarica*10 (8): 231-244.
- Gila-Rác D. (2023): Vegetációs indexek. *Agrárgazdaság*, 24 (9): 60-62
- Http1: TÁPANYAG-GAZDÁLKODÁSI TERV SZOLGÁLTATÁS. <https://www.nak.hu/szolgaltatasok/285-tgt> (2023 augusztus)
- Http2: A precíziós növénytermesztés technikai alapfeltételei. [http://eta.bibl.u-szeged.hu/5055/1/EFOP343\\_AP6\\_Prec%C3%ADzi%C3%B3s%20n%C3%B6v%C3%A9nytermeszt%C3%A9s%20%C3%A9s%20fajtahaszn%C3%A1lat\\_01A%20prec%C3%ADzi%C3%B3s%20n%C3%B6v%C3%A9nytermeszt%C3%A9s%20technikai%20alapelte%C3%A9lei\\_Monostori%20Tam%C3%A1s\\_20210218.pdf](http://eta.bibl.u-szeged.hu/5055/1/EFOP343_AP6_Prec%C3%ADzi%C3%B3s%20n%C3%B6v%C3%A9nytermeszt%C3%A9s%20%C3%A9s%20fajtahaszn%C3%A1lat_01A%20prec%C3%ADzi%C3%B3s%20n%C3%B6v%C3%A9nytermeszt%C3%A9s%20technikai%20alapelte%C3%A9lei_Monostori%20Tam%C3%A1s_20210218.pdf) (2023 augusztus)
- Http3: <https://sorabatake.jp/en/4183/> (2023 augusztus)
- Http4:<https://agrotrend.hu/technika/gepesites/a-kite-zrt-gepkapcsolatai-a-mezogepshow-n-2resz/> (2023augusztus)
- Http5: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Aba%C3%BAjsz%C3%A1nt%C3%B3> (2023 szeptember)
- Husztai I. (2018): Gondolatok és vélemények a precíziós mezőgazdálkodásról. *Mezőgazdasági Technika*, 59(7): 2-6.
- Kapusi T. (2020): A precíziós szántóföldi gazdálkodás műszaki lehetőségei és alkalmazásának tapasztalatai a Pálhalmi Agrospeciál Kft.-nél. *Börtönügyi szemle*, 39 (3): 78-99
- Láng V., Veres Zs. (2018): *Precíziós Gazdálkodás*. E-Book, 48 p.

- Mesterházi P. Á. (2004) Development of measurement technique for GPS-aided plant production, Doctoral dissertation, University of West-Hungary, Monosmagyaróvár, 203 p
- Mesterházi P. Á. (2019) A precíziós gazdálkodás kényszere. <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/a-precizios-gazdalkodas-kenyszere> (2023 augusztus)
- Naqvi S. M. Z. A., Tahir M. N., Shah G. A., Sattar R. S., Awais M. (2018): Remote estimation of wheat yield based on vegetation indices derived from time series data of Landsat 8 imagery. Applied ecology and environmental research, 17(2): 3909-3925
- Neményi M., Mesterházi P. Á., Pecze Zs., Stépán Zs. (2003): The role of GIS and GPS in precision farming. Computer and Electronics in Agriculture 40: 45-55
- Pedersen, S. M., Lind, K. M. (2017): Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Progress in Precision Agriculture. E-Book, 276 p.
- Pecze Zs. (2020): Hozammérés az úrből, szemléletes hozamtérkép, azonnal használható adatok a precíziós gazdálkodásban. Agro napló, 26(8): 26-28
- Pecze Zs. (2021): Precíziós szolgáltatások a hatékonyság és az eredményesség növelése érdekében nyomonkövethetően, megbízható eljárásra alapozva, kiadvány, IKR Agrár Kft. 8p
- Pecze Zs. (2022): A műholdas cellahozamtérképek szerepe az IKR Agrár precíziós szolgáltatásában. Agrár Horizont, 64-65
- Stombaugh T. S., Mueller T. G., Sheare S. A., Dillion C. R., Henson G. T., (2001) Guidelines for adopting precision agricultural practices. PA-2. Cooperative Extension Service, University of Kentucky: 4p
- Szabó J., Milics G., Tamás J., Pásztor L. (2007): Térinformatika a precíziós mezőgazdaságban (GIS). A precíziós mezőgazdaság módszertana. Jate Press- MTA TAKI, Szeged, 39-62
- Szabó Sz., Milics G. (2016): Zérótól a precíziós Gazdálkodásig II. Tábla kiválasztása, elemzése talajmintázás és kiértékelés. Agronapló, 20(4): 56-58
- Szabó Sz (2018): Talajjegyetem gyakorló gazdáknak, avagy hogyan ismerjük meg a talajainkat?: A táblán belüli művelésizóna-lehatárolás módszerei. Agronapló, 22(11): 24-26
- Szentes D. (2022) Tápanyag-gazdálkodási terv fontossága. Agroforum Online
- Szita B., Gyuricza Cs., Mikó P., Nagy L., Földesi P.(2007): Talajvizsgálatra alapozott növénytáplálás hatásának vizsgálata környezetkímélő talajművelési rendszerekben. Acta Agronomica Óváriensis 2(49): 545-550.
- Veres Zs., Büdi K., Tóth G., Láng V. (2018): Kezelésizóna-lehatárolási módszerek összehasonlítása hozamtérképpel és ellenőrzése talajmintavétellel. <https://agraragazat.hu/hir/kezelesizona-lehatarolasi-modszerek-osszehasonlitasa-hozamterkeppel-es-ellenorzese-talajmintavetellel/> (2023 augusztus)

## NYILATKOZAT

### szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Saárossy Márton Gergely  
A Hallgató Neptun kódja: G4CXPA  
A dolgozat címe: A hagyományos és precíziós tápanyag-utánpótlási szaktanácsadás összehasonlítása  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Talajtani tanszék

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

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem 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: Gödöllő, 2023. év 11. hó 02. nap

  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Saárossy Márton Gergely ( hallgató Neptun azonosítója: G4CXPA ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2023. év 11. hó 02. nap



---

belső konzulens