

SZAKDOLGOZAT

Kiss István

2023



Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem
Kaposvári Campus

**Precíziós mezőgazdasági szakmérnök, szakirányú
továbbképzés**

Differenciált alaptrágya kijuttatása, értékelése kukoricában.

Belső konzulens:

Dr. Menyhárt László

egyetemi docens

Belső konzulens Intézete/Tanszéke:

Matematikai és Természettudományi Alapok Intézet

Alkalmazott Statisztikai Tanszék

Készítette:

Kiss István

UOOKOV

Levelező

Kaposvár

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés.....	5
2. Szakirodalmi áttekintés.....	6
2.1 Fenntarthatóság a mezőgazdaságban.....	6
2.1.1 Talajvédelmi tízparancsolat.....	7
2.1.2 Zöld megállapodás (Green Deal).....	8
2.2 Precíziós mezőgazdaság.....	9
2.2.1 Fogalma, célja.....	9
2.2.2 Kialakulása, elterjedése.....	9
2.2.3 A precíziós gazdálkodás alapfeltételei, előnyei és hátrányai.....	10
2.2.4 A precíziós gazdálkodás rendszere.....	11
2.2.4.1 Helymeghatározás.....	11
2.2.4.2 Távérzékelés és Térinformatika.....	11
2.2.5 A helyspecifikus gazdálkodásban alkalmazott precíziós technológiák.....	13
2.2.5.1 Művelési zónák lehatárolása.....	13
2.2.5.2 Precíziós talajminta vételezés, és tápanyag utánpótlás.....	13
2.2.5.3 Egyéb precíziós technológiák.....	14
2.2.6 Jelen és jövő hazánkban.....	15
2.3 A kukorica származása, felhasználása.....	15
2.3.1 A Kukorica termesztés hazánkban és a világban.....	16
2.3.2 A kukorica tápanyagszükséglete.....	17

3. Anyag és Módszer.....	18
3.1 Terület bemutatása.....	18
3.2 Technológiai lépések.....	19
3.2.1 Termőképességi térkép.....	19
3.2.2 A terület felosztása, differenciálható területek megjelenítése.....	21
3.2.3 Talajmintavétel, laboreredmények, tápanyag ellátottság.....	23
3.2.4 Hatóanyagigény meghatározása.....	26
3.2.5 Differenciált alaptrágya kijuttatása.....	27
3.2.6 A kísérleti tábla betakarítása.....	30
3.2.7 Hozam adatok tisztítása.....	32
4. Eredmények.....	34
4.1 Differenciált kijuttatás értékelése.....	34
4.2 Eredmény metodika.....	35
5. Következtetések és javaslatok.....	40
6. Összefoglalás.....	41
7. Köszönetnyilvánítás.....	42
8. Irodalomjegyzék.....	43

1. Bevezetés, célkitűzés

Bevezetésemet Kászon József soraival szeretném kezdeni: „Bármelyik égtájról érkezék az ember Mohácsra, megkapó látvány fogadja: hatalmas, természetes aréna e vidék, amelynek nézőterét az övező dombok alkotják, játékerét a délkelet felé nyitott síkság, keleti oldalát a Duna ezüstös szalagja zárja le”.

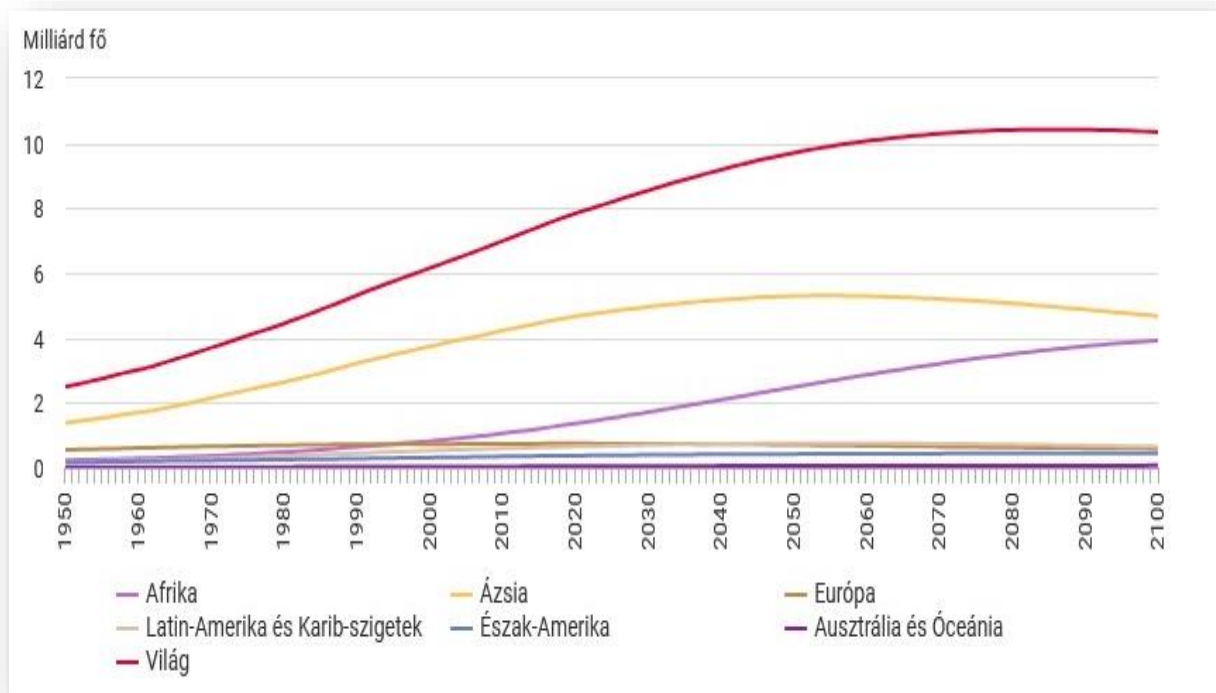
A fenti idézettel már egyértelmű, hogy a szakdolgozatomban szereplő kísérletet egy Mohács közelében fekvő földterületen végeztem. Mohács mely egyben szülővárosom, munkahelyem is. A Barázda Kft., ahol 2002 óta dolgozom, Mohács egyik legnagyobb múlttal (az első írásos feljegyzések 1952. novembere) rendelkező mezőgazdasági társasága. Az egykori több ezer hektáros területtel szemben, ma a cég jelenleg 1350 ha-on folytat szántóföldi növénytermesztést. Termesztett növényeink őszi árpa, őszebúza, kukorica, szója. Cégünk mindig szem előtt tartotta a fejlődés és fenntarthatóság fontosságát, ennek is köszönhető, hogy két évvel ezelőtt mi is indultunk a precíziós pályázaton, ami sikeres volt. Ezzel megnyílt egy új gondolkodási irány cégünknel, amin közösen haladunk egymást segítve. Úgy gondolom, hogy mindenkinek nagy hangsúlyt kell fektetnie a gazdaság és környezet fenntarthatóságára, helyspecifikusságra. Területeink egy jó része (körülbelül 25 %) régen a Duna ártereként funkcionált, melyek sok-sok évtized után (Duna szabályozás, lecsapolások, árokrendszerek, melioráció) váltak használhatóvá, kezdetben legelőként, majd később a mai napig szántóként használjuk őket. A régi Mohácsiak „úszó”-nak nevezték ezeket a területeket. Az én kísérleti táblám is ezen a mélyfekvésű részen található. Azért választottam ezt a 101 ha-os táblát, mert rendkívüli heterogenitást mutat hosszú évek óta, és úgy gondoltam, hogy egy ilyen táblán van értelme vizsgálni a differenciált tápanyag kijuttatás kérdését.

Célom az volt, hogy a kísérlet során megvizsgáljam, hogy az ilyen és ehhez hasonló heterogén táblákon, van-e létjogosultsága a differenciált tápanyagkijuttatásnak, ami egy nagyon fontos pillér lehet a jövőben a fenntartható és helyspecifikus növénytermesztésünkben.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Fenntarthatóság a mezőgazdaságban

A fenntarthatóság egyik megfogalmazása, Norvégia első női kormányfőjéhez (Internet1) Gro Harlem Brundtland nevéhez fűződik: „*A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedék esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket*” (ENSZ-Brundtland jelentés 1987). Az Európai Unió 2001-ben egy stratégiát fogadott el a fenntartható fejlődés érdekében, melyet 2006-ban és 2009-ben felülvizsgáltak (Internet2), és egyértelmű, hogy mindenkinek folyamatosan követni, fejleszteni kell ezeket az irányelveket. Véleményem szerint, ha csak a világ népességének gyarapodást figyelemmel kísérik (1.ábra) jelen helyzetünkben (2023) bátran kijelenthetjük, hogy nagyon át kell gondolni a régi agrotechnikai módszereket, műtrágya felhasználásokat, növényvédőszer felhasználásokat, hogy megőrizzük természeti értékeinket.



1. ábra. A világ népességének alakulása régiók szerint (Internet3)

2.1.1 Talajvédelmi tízparancsolat

A fenntartható gazdálkodás egyik legfontosabb pillére a termőföldjeink, talajaink pontosabb megismerése, tanulmányozása, elemzése, gondozása és védelme. Úgy gondolom, hogy a hazai talajtani kutatások egykori vezéralakja Stefanovits Pál a talajtani tízparancsolat megalkotásával hihetetlenül tömören, precízen megfogalmazta, hogy miként óvjuk meg termőföldjeinket. Számomra ezek az irányelvek fogalmazzák meg legjobban a fenntarthatóságot, termőhely - specifikusságot.

Talajtani Tízparancsolat (Várallyay Gyögy, 2016)

- ❖ Ne Foglald el a természettől több és jobb földet, mint amennyi okvetlenül szükséges!
- ❖ Ne engedd, hogy a víz elrabolja a termőföldet a gondjaidra bízott területről!
- ❖ Ne hagyd, hogy a szél elhordja a földet!
- ❖ Feleslegesen ne taposd, ne tömörítsd a talajt!
- ❖ Csak annyi trágyát vigyél a talajba, amennyit elvisel és amennyit a növény kíván!
- ❖ Csak jó vízzel öntözz és csak annyival, amennyivel kell!
- ❖ Ne keverj a talajba le nem bomló anyagot, ha csak nem javítási céllal teszed!
- ❖ Ne mérgezd a talaj élővilágát!
- ❖ Őrizd meg a talaj termékenységét, és ha lehet még növeld!
- ❖ Ne feledd, hogy a talajon nem csak állsz, hanem élsz is!

2.1.2 Zöld megállapodás (Green Deal)

Az éghajlatváltozás és környezetkárosodás szinte az egész világot veszélyezteti. Az Európai Bizottság ennek megfelelően egy megállapodást, stratégiát dolgozott ki ennek elkerülésére, amit 2019 decemberében Párizsban előterjesztettek, és 2021 áprilisában a tagállamok elfogadtak, ez volt a *zöld megállapodás*, azaz a **Green Deal**. Fő célkitűzés pedig nem más, minthogy 2050-re Európa legyen a világ első klímasegleges kontinense. A megállapodás szerint tagállamok mindent megtesznek, hogy a nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátás értéke az 1990-es szinthez képest 2030-ra 55%-kal csökkenjen, és 2050-re nulla legyen ezen gázok nettó kibocsátási értéke (Internet4).

A mezőgazdaságot érintő legfontosabb célok melyeket 2030-ra el kell érni:

- ❖ Természetvédelmi területek növelése 30%-ra
- ❖ 25000 km-nyi folyószakasz helyreállítása
- ❖ növényvédő szerek felhasználását 50%-kal kell csökkenteni, ezen belül 50%-kal csökkenteni kell a veszélyesebb szerek használatát
- ❖ Tápanyagvesztés csökkentése 50%-kal, műtrágya használat 20%-os csökkentése
- ❖ Állattenyésztésben értékesített antimikrobiális szerek mennyiségének 50%-os csökkentése

Véleményem szerint, ezen drasztikus csökkentések eléréséhez, igen sok mindent át kell gondolni az agrárium számára. Kérdések merülnek fel, hogy így is megtartható lesz-e például termésstabilitás, vagy különböző gyomnövények, vagy kártevők ellen tudunk-e majd megfelelően védekezni, és még sok hasonló kérdés. Ez az út nem lesz egyszerű egyik tagállamnak sem, de a fenntarthatóság szempontjából ezt az irányt kell követnünk (Csósz, 2021).

2.2 Precíziós mezőgazdaság

2.2.1 Fogalma, célja

A precíziós mezőgazdaság (angolul *Precising Farming* vagy *Precision Agriculture*) definíciója az ISPA (International Society of Precision Agriculture) szerint: *„a precíziós mezőgazdaság egy olyan menedzsment stratégia, amely időbeli, térbeli és egyedi adatokat gyűjt, dolgoz fel és elemez, valamint azokat egyéb információkkal egészíti ki, annak érdekében, hogy támogassa a táblán belüli változatosságot kezelő döntéstámogatási folyamatokat, növelve ezzel az erőforrások felhasználásának hatékonyságát, a produktivitást, a minőséget, a jövedelmezőséget és fenntarthatóságot a mezőgazdasági termelés során”* (Internet6). Györffy (2000) szerint, a precíziós mezőgazdaság *„magába foglalja a termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, táblán belül változó technológiát, integrált növényvédelmet, a csúcstechnológiát, távérzékelést, térinformatikát, geostatisztikát, a növénytermesztés gépesítésének változását és az információs technológia vívmányainak behatolását a növénytermesztésbe”*. Továbbá Györffy (2000) szerint, fontos szerephez jut a talajterképezés mellett a terméstérkép készítése, és a termésmodellezés, melyek együttesen segítséget nyújthatnak a kártevő, gyomok, betegségek táblán belüli eloszlásaik megértésében. Fő cél, a termőhely térbeli heterogenitásához illeszkedő, gazdaságos és fenntartható gyakorlati növénytermesztés alkalmazása (Dobos, 2013). A precíziós gazdálkodást másképpen nevezhetjük termőhely-specifikus gazdálkodásnak is, mely lényege, hogy nem csak növényfajtánkként, hanem akár a táblán belül, sőt a parcellán belüli (10x10 méteres cellák) is lehet eltérő szintű inputanyag (műtrágyák, növényvédő szerek, öntöző víz) szükséglet, és felhasználás van (Fodor, 2020). A precíziós gazdálkodás, gazdálkodási célokön kívül társadalmi célokat is szolgál, egyrészt növekvő élelmiszer-minőség és élelmiszer biztonság, másrészt csökkenő környezetterhelés révén (Gaál, 2017).

2.2.2 Kialakulása, elterjedése.

A precíziós gazdálkodás az 1980-as években az Amerikai Egyesült Államokban indult útjára. Először a Minnesota Egyetemen valósították meg változó dózisú talajjavítást 1985-ben, majd szintén ebben az időszakban kezdődött a rácsháló alapú talajmintavétel, ahol már nem táblaszinten, hanem egy hektáros rácshálóban történt a talajminták gyűjtése, elemzése. Pár évvel később, már ezen mintavételek lettek az első változó dózisú inputanyag kijuttatásoknak az alapjai.

A technikai fejlődésnek köszönhetően megjelent a GPS technológia, és a hozamtérképezés, mely technológiák jelentős mértékben hozzájárultak a precíziós gazdálkodás további fejlődéséhez, elterjedéséhez. Legkorábban ahogy már említettem az USA-ban terjedt el, majd Kanadában és Ausztráliában is kezdetét vette a precíziós gazdálkodás. Napjainkban már több millió hektáron folyik hely-specifikus gazdálkodás. Európát illetően először az Egyesült Királyságban és Franciaországban kezdték el alkalmazni a technológiát. A technológián belül a differenciált műtrágya kijuttatás lett a leggyakrabban alkalmazott technológiai elem, mely segítségével optimalizálni lehetett az inputanyag felhasználást a különböző adottságú területek esetében. Később Argentína és Brazília is csatlakozott a technológia terjesztéséhez (Dr. Láng Vince-Veres Zsófia, 2018). Hazánkban az 1990-es évek végén a műholdas helymeghatározás megjelenése után indult útjára a hely-specifikus gazdálkodás, a már fentebb említett Győrffy Béla jeles képviselője volt a technológiának, felhívta a kutatók figyelmét a technológia fontosságára, szükségességére (Internet7). A 2000-es évektől napjainkig pedig robbanás szerű terjedés látható, a további agrárinformatikai, térinformatikai, gépesítési, szaktanácsadási fejlődéseknek köszönhetően. Nyilván jelentős támogatásokra, pályázatokra van szükség EU-s és hazai szinten egyaránt, mivel ezen technológia egyik nagy hátránya, hogy igen nagy induló költségei vannak, viszont hosszú távon gondolkodva véleményem szerint ez a helyes irány.

2.2.3. A precíziós gazdálkodás alapfeltételei, előnyei, és hátrányai.

A helyspecifikus gazdálkodás alapvető feltételei között megemlíteném a mai igényeknek megfelelő informatikai rendszert, a modern erő-és munkagépparkot, megfelelő humán erőforrást, jó szaktanácsadást, és talán a legfontosabb, hogy legyen egy jó team, aki ezt az irányt egymást segítve szeretné képviselni. A precíziós gazdálkodás előnyei között megemlíteném a jobb termelékenységet és termésátlagot, azaz jobb termésbiztonságot, hatékony erőforrás-gazdálkodást, jobb talajerő-gazdálkodást, adat vezérelt döntéshozatalt, csökkenő munkaerőigény, jobb pénzügyi teljesítményt, fenntartható mezőgazdaságot, sokkal átláthatóbb munkaszervezést, és az elvégzett munka precízebb kontrollálhatóságát (Fazekas, 2023). A hátrányai pedig, a komplex rendszert figyelembe véve rendkívül magas indulási költségek, a várható megtérülések kifejezetten hosszútávon értendőek, egyes esetekben (Pl. mono-műtrágyák kijuttatása) többször végig kell menni a táblán, ez többlet üzemanyagfogyasztással, munkaidőfelhasználással, talajtaposással járhat (Takácsné, 2013), nagyon nehéz olyan humán erőforrást találni, aki szívvel, lélekkel, felelősséggel, elhivatottsággal viseltetik a precíziós gazdálkodás iránt.

2.2.4. A precíziós gazdálkodás rendszere

2.2.4.1 Helymeghatározás

Ahhoz, hogy helyspecifikusan gazdálkodjunk alapvető feltétel, hogy pontos helymeghatározó eszközökkel rendelkezünk. A Globális Helymeghatározó Rendszerek (Navstar GPS, Glonass, Galilei) teszik lehetővé, hogy a mindennapi életben az időjárási-és látási viszonyoktól függetlenül bármikor pontosan megtudjuk határozni a pozícionkat a táblán belül.

A helymeghatározás pontossága, precizitása, megbízhatósága nagymértékben függ attól, hogy milyen műholdas technológián alapuló rendszert alkalmazunk. A mezőgazdasági felhasználás szempontjából, minél pontosabb jelre van szükségünk (2-2,5 cm), így az általánosságban vett egy méteres jel pontosság nem elegendő, ezért jelkorrekcióra van szükség. Hazánkban a három legelterjedtebb megoldás a termelők számára: az Onistar többszintű szolgáltatása (műholdas alapú jelkorrekció), a GNSSnet (földi alapú jelkorrekció), és a valós idejű kinematikus mérést alkalmazó alapú jelkorrekció az RTK (Real Time Kinematic).

Az RTK technológiát alkalmazva már elérhető a 2-2,5 cm-es jelpontosság, amely lehetővé teszi az automatikus kormányzás használatát (Milics, 2011). Ezzel már megnyílnak az utak a precíziós műtrágyaszórás-növényvédelem-vetés-betakarítás-vízelvezés számára.

2.2.4.2 Távérzékelés és Térinformatika

„Azokat a vizsgálati módszereket jelöljük a távérzékelés gyűjtőfogalmával, amelyekkel a közelünkben vagy tágabb környezetünkben található tárgyakról vagy jelenségekről úgy gyűjtünk adatokat, hogy az adatgyűjtő (általában szenornak nevezett) berendezés nincs közvetlen kapcsolatban a vizsgált tárgyal vagy jelenséggel. A távérzékelés fogalmába nem csak az adatok gyűjtését lehetővé tevő szenzorok, az adatok gyűjtésének folyamata, hanem a kapott adatok feldolgozása is beletartozik” (Csató, 2000). A távérzékelést különböző területeken alkalmazzák ilyen például a geomorfológia, hidrológia, mezőgazdaság, környezetvédelem, és régészet. A mezőgazdaság szempontjából a leggyakoribb területek a belvizek, gyomviszonyok feltérképezése, növényállapot felmérése (fonológia, biomassza), növényi kártevők, növénybetegségek kimutatása, terméselőrejelzés (Láng, 2018). A távérzékelés legnagyobb szerepe talán abban rejlik, hogy képes a környezet paramétereinek gyors térbeli és időbeli értékelésére.

Energiaforrás tekintetében megkülönböztetünk aktív és passzív távérzékelő rendszereket. A precíziós növénytermesztésben legnagyobb volumenben a műholdas távérzékelést használjuk. A mezőgazdasági használatra több műhold adat is elérhető ingyenesen.

Mezőgazdasági célokra is használható felvételeket szolgáltatnak többek között a Landsat és Sentinel műholdak. A Landsat műholdak első tagját az Egyesült Államokban 1972-ben küldték fel, majd ezt követően még hét műholdat helyeztek pályára, amelyekből jelenleg a Landsat 8 névre hallgató műhold üzemel. A Sentinel műholdakat az Európai Űrügynökség (ESA) juttatta fel, ebből a Sentinel 2A-t 2015. június 23-án, a Sentinel 2B-t pedig 2017. március 7-én. A Sentinel műhold család tagjai radar, és optikai alapú szenzorokkal is fel vannak szerelve. A két műholdak (Sentinel A és B) 5 napos visszatérési ideje van, vagyis ugyanazon földrajzi helyről 5 naponta készít felvételt (Ragán, 2021). A precíziós növénytermesztésben a távérzékelésből a legtöbbször az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) indexet használjuk fel, a mindennapi munkáinkhoz. Az NDVI értékét a növényzet által visszavert közeli infravörös (NIR) és a látható vörös (RED) sugárzási tartományban visszavert intenzitások különbségéből számolhatjuk ki. Nagyon nagy segítség a gazdálkodóknak a mindennapokban, mivel az területeink szinte összes pontjáról gyorsan kaphatunk egy képet, hogy a termesztett növényeink milyen egészségi állapotban vannak, és vannak-e olyan területek, ahol azonnali beavatkozás szükséges, a későbbi károk elkerülésének érdekében. Az adatfeldolgozások szempontjából, manapság számos területen szinte nélkülözhetetlen a térinformatika alkalmazása, egyértelmű, hogy a precíziós gazdálkodás egyik legfontosabb alappillére (Milics, 2008). Tamás (2001) szerint, információtechnológiai értelemben a precíziós mezőgazdaság alkalmazott térinformatikaként fogható fel.

„A térinformatika magába foglalja a térbeli adatok gyűjtését, kezelését, elemzését és megjelenítést. A helyspecifikus adatok kezelése, a különböző adatrétegek (pl. tápanyag-ellátottság és hozam) közötti összefüggések vizsgálata, a hozam- és profitterképek, valamint kijuttatási tervek készítése térinformatikai módszerekkel történő adatkezelést és feldolgozást kíván” (Szabó, 2007).

2.2.5. A helyspecifikus gazdálkodásban alkalmazott precíziós technológiák

2.2.5.1. Művelési Zónák lehatárolása

„A precíziós növénytermesztés bevezethetőségének, illetve elindításának alapfeltétele, hogy a mezőgazdasági táblákon vagy parcellákon belül meg lehessen különböztetni a változati szintű talajfoltokat, és azok kellő biztonsággal lehatárolhatók legyenek. A talajtulajdonságok táblán belüli térbeli heterogenitásának lehatárolása adhat tehát alapot a mezőgazdasági művelés agrotechnikai elemeinek táblán belüli differenciálására” (Kocsis,-és Menyhárt 2020). Vagyis ahhoz, hogy elinduljunk a helyspecifikus úton az első legfontosabb lépés a művelési zónák kialakítása. Szabó és Milics (2016) felhívják a figyelmünket a zónák kialakításánál, hogy ne egy év műholdfelvételeit vegyük alapul, hanem több év adatát (száraz, vizes év) vegyük figyelembe, Mesterházi (2013) szerint, pedig a zónák lehatárolásánál a vegetációs index mellett, a domborzati térképeket, elektromos vezetőképesség méréseket is vegyünk figyelembe. Véleményem szerint van még egy kulcs fontosságú dolog, ami nélkül nem kerek egész a zóna lehatárolás, az pedig az adott helyen élő gazdálkodó embernek, kollégáknak a termelésben szerzett személyes tapasztalata és tudása.

2.2.5.2. Precíziós talajminta vételezés, és tápanyag utánpótlás

A talajmintavétel a növénytermesztés, tápanyag-gazdálkodás egyik legfontosabb eleme. Amerikában az 1 hektáros (2,5 acre) rács alkalmazása terjedt el a talajmintavételezéseknél, azonban itt a sok minta végett igen költséges eljárásról beszélünk, így hazánkban inkább a zóna alapú mintavétel terjedt el (Gaál, 2020). Magyarországon a helyes gazdálkodási elvnek megfelelően a gazdáknak 5 évente, úgynevezett hagyományos, azaz 5 hektáronként a talajfelszín felső 25-30 cm-es részéből talajmintát kell vennie kötelezően akkreditált laboratóriumban be kell vizsgáltatni a mintákat, emellett évente új tápanyag tervet kell készíteni. Fontos ezen szabályok betartása, hisz Magyarország termőterületeinek közel 70%-a nitrátérzékeny. Az Európai Bizottság szerint a globálisan kijuttatott nitrogén- és foszfor többlet, súlyos veszélyt jelent a természetre és az éghajlatra egyaránt (Internet8). A helyspecifikus növénytermesztéshez azonban, jelenleg a hagyományosnak vett talajmintavételezés nem elegendő, tehát szükség van precíziós talajmintavételre. Manapság sok cég kínálja ezzel kapcsolatos szolgáltatásait, szaktanácsadásait, cégünk, két évvel ezelőtti pályázat keretein belül a Kite Zrt-vel kötött precíziós szolgáltatási szerződést.

A precíziós talajmintavétel lényege, hogy a műholdas technikáknak, illetve egyéb adatoknak (domborzat-hozam térkép) köszönhetően lehatárolt zónák területe nem 5 hektár, hanem átlagosan 3 hektár, a bejárás nem véletlenszerű, hanem előre beprogramozott, GPS vezérelt útvonalakon történik, melyek lekövethetőek, kontrolálhatóak, megismételhetőek. A talajvizsgálat itt is a talajfelszín felső 0-30 cm-ben történik, terepjárók segítségével, melyeken automata fúró-talajmintavevő egységek vannak felszerelve, melyek egy átlagmintát 15-20 leszúrásból szednek össze (Internet9). A helyspecifikus tápanyag utánpótlásról megoszlanak a vélemények, van aki a felhasználási mennyiség csökkenését, és van aki növekvő termésmennyiséget emeli ki.

Több kísérlet elvégzését követően megállapították, hogy precíziós tápanyag utánpótlással a szélsőséges időjárási körülményeket a növényzet képes kompenzálni, így csökkenni fognak az eltérő klímaviszonyok miatti hozamkülönbségek (Csathó, 2007).

Gazdaságunkban az idei (2023) évtől mintegy 250 hektáron végzünk helyspecifikus tápanyagutánpótlást. A műveletet a Kite Zrt. PGR nevű programja segítségével végezzük. Első lépésként az NDVI felvételeknek köszönhetően (2017-ig visszamenő adatok) a rendszer generál egy termőképességi térképet, melynek segítségével megtörténik az adott tábla zónáinak lehatárolása. Ezt követően jön a precíziós talajmintavételezés, majd a laboratóriumi vizsgálatok. A vizsgálatok feltöltése (PGR-be) után, PGR-en elül először meghatározzuk hatóanyagigényt, majd elkészítjük a kijuttatási térképet, ezután generálunk egy megfelelő formátumú shape fájlt, amit kiküldünk az erőgép monitorjára, majd ezek után kezdődhet a munka.

2.2.5.3 Egyéb precíziós technológiák

Manapság elmondható, hogy egyre több precíziós technológiát ismerünk meg, amelyek külön-külön és együttesen is hozzájárulnak ahhoz, hogy az adott termőhelyről minél több adatunk, információnk legyen, és betudjunk avatkozni a megfelelő helyen, és időben a megfelelő inputanyag felhasználással. Ilyen technológiák például a meteorológiai állomások, precíziós vetés, növényvédelem, belvízelvezetés, talajjavítás, talajművelés, betakarítás, öntözés, és szárítás (Internet10).

2.2.6 Jelen és jövő hazánkban

Dr. Milics Gábor, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytermesztéstudományok Intézetének tanszékvezető egyetemi docense szerint jelen helyzetben a precíziós gazdálkodás hiányában nincs jövője az agráriumnak. Véleménye szerint az adatok a modern gazdálkodás alapjai, adatalapú gazdálkodást kell folytatni, fontos az adatok gyűjtése, feldolgozása és értelmezése melynek digitális alapon kell történnie. Milics szerint, „Az emlékeken, szokásokon és megérzéseken alapuló gazdálkodás már a múlté. Jelen gazdálkodás igenis adatalapú, ahol a döntéseket az adatok felhasználásával, azokat információvá formálva tudja meghozni a gazdálkodó, illetve agronómus” (Veres, 2022).

Mai helyzet leírása sem egyszerű hazánkban, vannak olyan gazdaságok, ahol semmilyen szinten nem jelennek meg precíziós technológiák, vagy digitális megoldások, és vannak olyan termelők, akik európai keretek között is megállják a helyüket. Viszont az kijelenthető, hogy 2023-ban az előző évi pályázatnak köszönhetően jelentősen megnőtt a szakma érdeklődése a helyspecifikus termelés iránt, mint termelői oldalról, mint szaktanácsadói oldalról egyaránt (Fodor, 2023). A jövőt illetően Hadászi László, a Kite Zrt. innovációs főigazgatója elmondta, hogy a termelők egyre több adatot gyűjtenek, mely egyre megbízhatóbbak a korszerű eszközöknek köszönhetően, és ha már van elég adatunk akkor majd elkezdődhet a fejlesztés arról, hogy hogyan lehet beilleszteni a mesterséges intelligenciát a mezőgazdaságba, ami egy következő nagy kihívás az agráriumban (Szedlák, 2023).

2.3. A kukorica származása, felhasználása

A rendszertan vonatkozásában a kukorica (*Zea mays* L.) a pázsitfűfélék családjába, a kukorica (*Zea*) nemzetségbe tartozik, mely nemzetségnek csak egyetlen faja van a kukorica. Maga a kukorica Amerikából származó növény, pontos hely a származását illetően a mai napig vitatott, sokak szerint Mexikó, Guatemala, Columbia és Peru hegyes vidékei lehetett az őshazája e növénynek. Mivel vad alakját nem találták meg, ezért ősi alakja is ismeretlen (Radics, 1994). Európa szempontjából Kolumbusz neve a legfontosabb, mert ő hozta be első amerikai útja alkalmával a növényt, mely rohamos gyorsasággal elterjedt az Ibériai-félszigeten.

Eleinte nem becsülték sokra, de mivel könnyen termesztethető növénynek bizonyult Európa szerte nagyon gyorsan terjedt, és manapság már a világ kedvenc gabonája, a rizsnél és a búzánál is több terem belőle a világon. Mivel a kukorica a világ legnagyobb volumenben termesztett növénye, ennek megfelelően a fenntartható kukoricatermesztésnek kulcsszerepe van a takarmányozásban, élelmiszeriparban, a bioüzemanyag iparban, valamint kereskedelemben is (Szanyi, 2014).

2.3.1 Kukorica termesztés hazánkban és a világban

„A kukorica az emberi szelekció következményeként már képtelen saját magját elhullajtva szaporodni, ezért függ az emberi gondoskodástól. Nemcsak a növény pusztta megjelenése csodálatos, hanem az élelmezésben betöltött kiemelt szerepe is” írja Dr. Nagy János, a hagyományos és precíziós kukoricatermesztés (Nagy, 2022) című könyvében. A mai világban már nem vitatott tény a klímaváltozás, a globális felmelegedés, a szélsőséges időjárási körülmények, a világ vízkészletének helyzete melyek rendkívüli módon megnehezítik a mezőgazdaság helyzetét a világban, és talán a legnagyobb kihívás, hogy az előttünk álló 40-50 évben szakemberek szerint annyit kell termelnünk, mint az elmúlt 10 ezer évben összesen. Mégpedig azért, mert a népesség a krisztusi időkben körülbelül 300 millió volt, napjainkban (2023) közel 8 milliárd, mely számot 2050 környékén 9-11 milliárdra várják a szakemberek (Szanyi, 2014). Véleményem szerint ezen indokok bőven elegendőek ahhoz, hogy mindenki belássa, hogy a fenntartható gazdálkodás az egyetlen út az emberiség számára. Globális tekintetben, a világ kukoricatermelésének (körülbelül 1,2 milliárd tonna) 65-67%-át az Amerikai Egyesült Államok, Kína, Brazília és Argentína adja. A kereskedelem szemszögéből a legnagyobb exportőrök az USA, Brazília, Argentína és Ukrajna, a világ legnagyobb importőre pedig Kína. Az EU vonatkozásában idejében (2023) elemzők körülbelül 65 millió tonnát várnak. Hazánkban a legalacsonyabb terméseredmény 1961-ben volt 2,74 millió tonna, 2014-ben pedig elértük a 9,1 millió tonnát. Magyarországon idén (2023) az Agrárközgazdasági Intézet (AKI) tavaszi jelentése szerint 871 ezer ha-ról takaríthatunk be majd kukoricát, és a szakemberek 8,2 tonnás átlagtermést (Kováts, 2023) remélnék, amely igen nagy lökést jelentene a gazdáknak, a tavalyi extrém aszályos év után, ahol az átlagtermés 3,4 t/ha volt (Internet11).

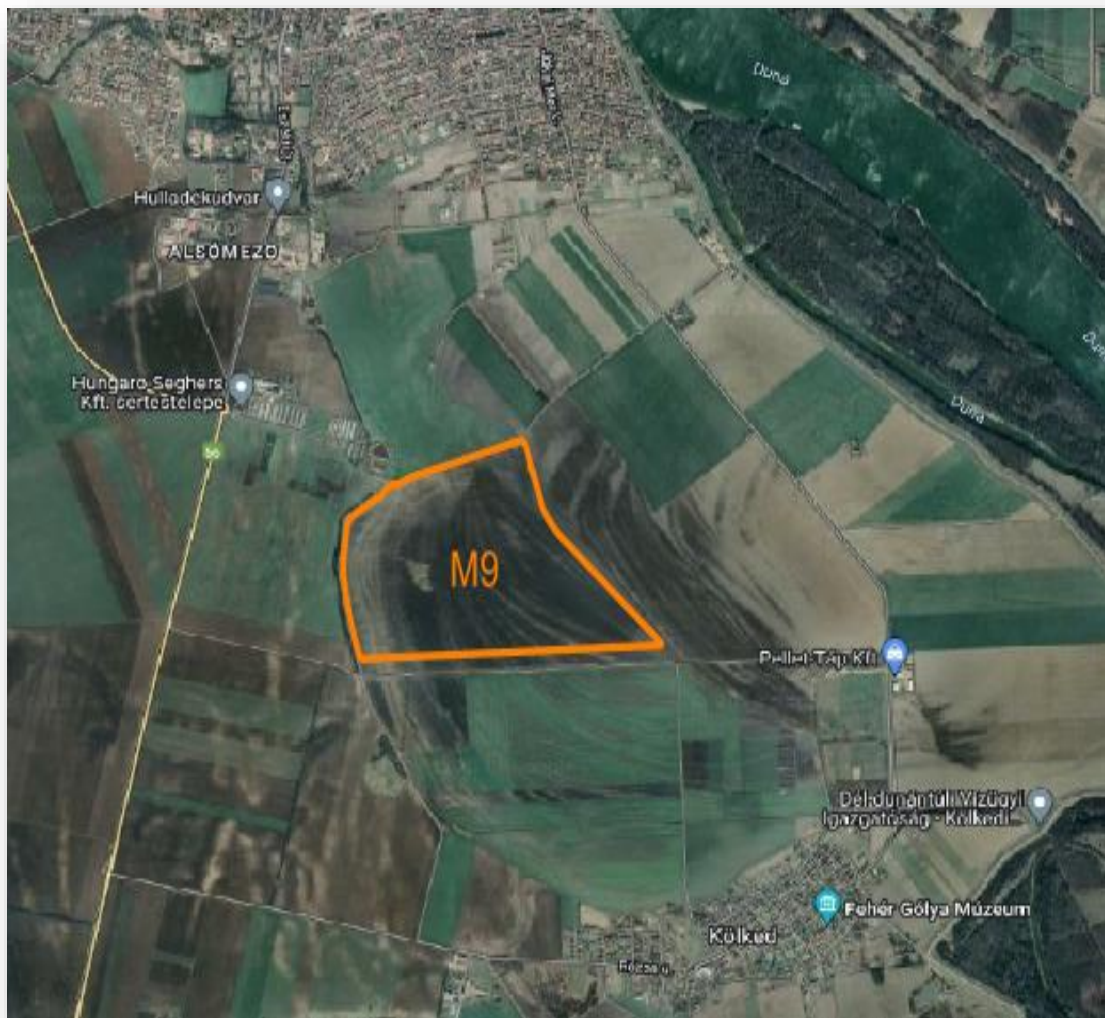
2.3.2 A kukorica tápanyagszükséglete

A kukorica különféle szerves és szervetlen anyagainak felhalmozódásáról és vándorlásáról az első átfogó értekezést Hornberger készítette 1882-ben. Hazánkban az első részletekbe menő kísérleti anyag a kukorica szárazanyag-felhalmozódásáról, és a N, P, és K-felvételéről 1906-ban született Sigmond és Floderer jóvoltából (Láng, 1970). A kukorica egy tápanyagigényes növény, vagyis ahhoz, hogy biztosítani tudjuk a nagy terméshozamot, adottnak kell lennie az egyik fő pillérnek, ami a megfelelő tápanyagellátottságú termőtalaj (Radics, 1994). Ennek megfelelően mindenképpen szükség van műtrágyázásra, ami lehetőség szerint termőhely-specifikus, és fajta orientált legyen. Nagy tápanyagigényű növény, például ahhoz, hogy 10t/ha-os terméshozamot elérjünk, átlagosan 140-220 kg/ha N, 60-100 kg/ha P₂O₅, 120-180 kg/ha K₂O hatóanyag szükséges (Internet12). A **nitrogént** a kukorica teljes növekedési időszakban felveszi, döntően befolyásolja a növény fejlődését a kezdeti időszakban (mivel a nitrogén a fehérje alkotóeleme), a hajtásnövekedésben, valamint a magasabb termésátlag kialakításában. A legnagyobb mennyiséget szárba induláskor (8-10 leveles állapot), illetve a szemtelítődés időszakában veszi fel. Kijuttatása minden esetben tavasszal történik, egy menetben, vagy osztott technológiában. A **foszfor** az energiaellátás egyik fő pillére a generatív fejlődés során. Az energiaháztartás mellett az anyagcsere folyamatokban is fontos szerepe van, ezek következményeként pedig a csírázás, kelés, és szemtelítődés szempontjából alapvető elem. Kijuttatását célszerű ősszel végezni, mélyműtrágyázással a gyökérszónába juttatni. **Kálium** jó hatással van a fotoszintézisre, aktív vízfelvételre, párologtatásra, védi a növényt a szárazság stressztől, kórokozókkal szembeni ellenálló képességet erősíti, kijuttatása ősszel. A megfelelő egészséges növényzet, és termés kialakulásában fontos szerepük van a mezo-és mikroelemeknek, melyek közül talán a legfontosabbak a **kalcium**, **magnézium**, és kukoricáról lévén szó a **cink** (Nagy, 2015).

3. Anyag és Módszer

3.1 Terület bemutatása

A terület, ahol a kísérletemet végeztem, Baranya vármegyében, Mohács mellett található, nagysága 101 ha, cégünk M9-cel jelöli (2.ábra). Ahogy a bevezetőben írtam egy igen heterogén tábláról beszélünk, munkám első lépése volt a terület határvonalának pontos felmérése, RTK jelpontossággal. Az adatokat egy 2630-as típusú monitorból exportáltam ki, melyek segítségével meg tudtam jeleníteni a táblakontúrt. Ezt a műveletet a QGIS szoftver segítségével végeztem el.

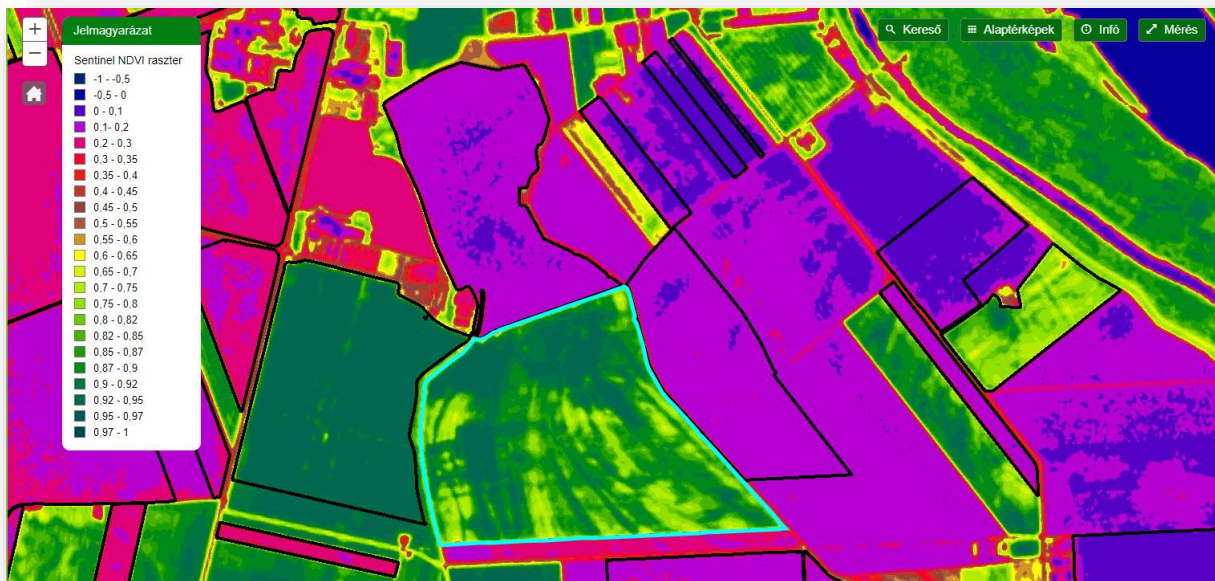


2. ábra: A kísérleti terület bemutatása

3.2 Technológiai lépések

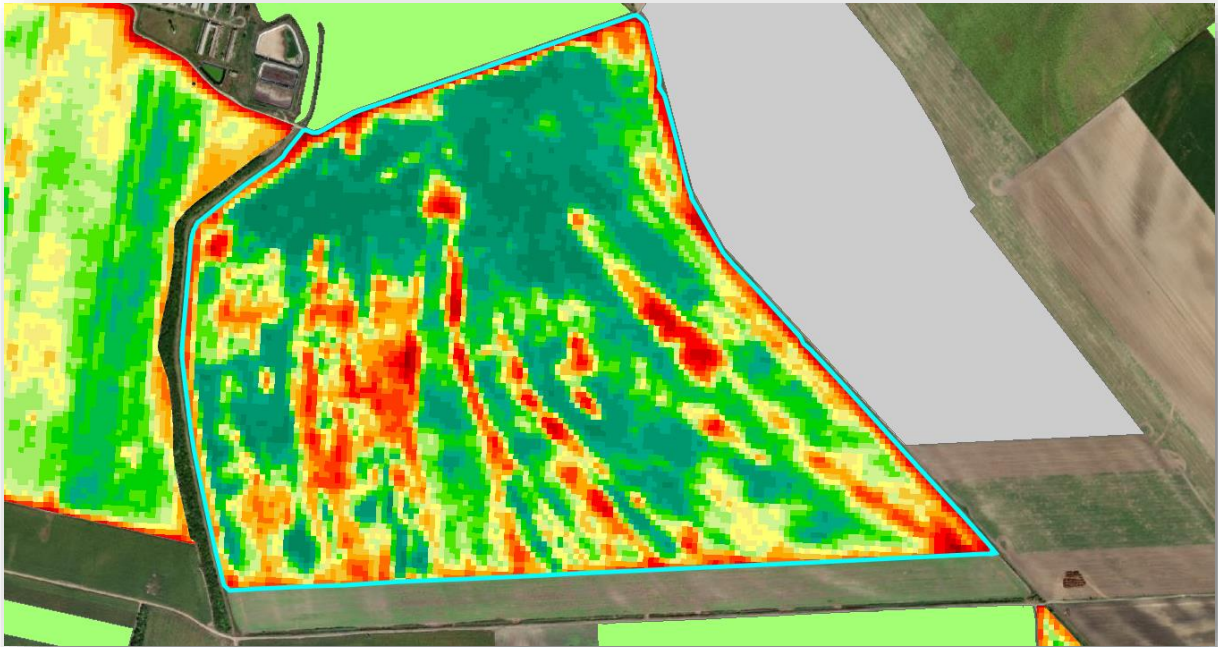
3.2.1. Termőképességi térkép

Mivel hozamtérképeim nem voltak, én azt választottam, hogy termőképességi térkép alapján fogom meghatározni az egyes differenciálni kívánt területrészeket. A termőképességi térkép 10x10 felbontásban mutatja be a tábla heterogenitását, a térkép elkészítéséhez a KITE Zrt. saját programját használtam. A térkép elkészítéséhez 2017-ig visszamenőleg lehetőség szerint jó minőségű, felhőmentes Sentinel műholdfelvételeket használtam (3. ábra). Minél több év adata áll rendelkezésünkre annál pontosabb képet kaphatunk a tábláról. Az NDVI térképek 0 és 1 közötti számmal értelmezhetőek, minél nagyobb ez a szám, annál nagyobb a vegetáció az adott táblán, célszerű a magasabb értékű (0,5 feletti) felvételekből készíteni a termőképességi térképet.

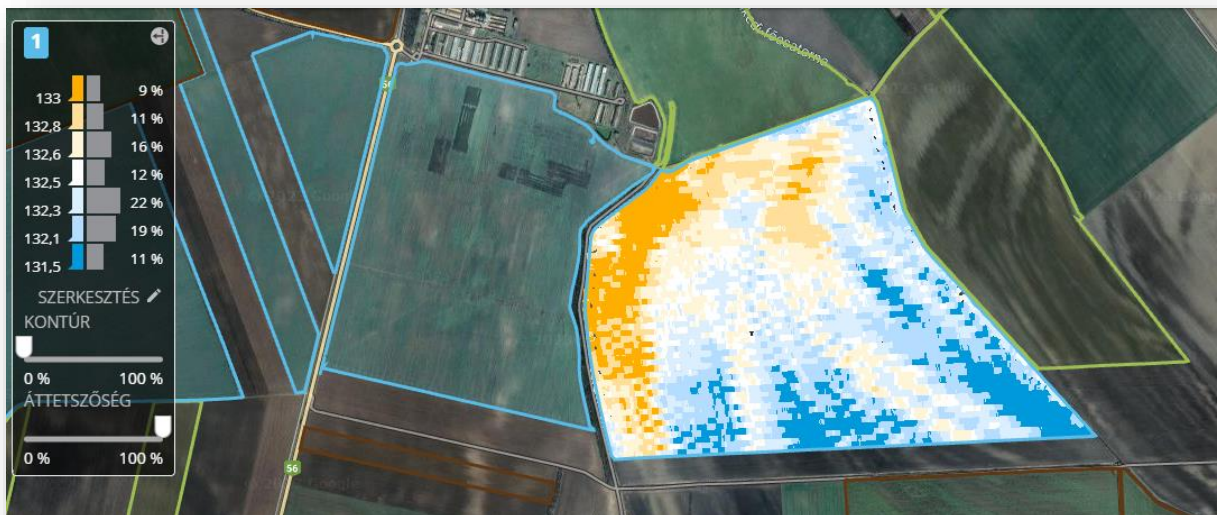


3. ábra: 2022.08.07-ei Sentinel műholdfelvétel (őszi árpa)

A termőképességi térkép (4. ábra) nagyon jól szemlélteti a tábla heterogenitást, és szorosan korrelál a domborzattal (5. ábra), illetve a talaj fizikai tulajdonságaival.



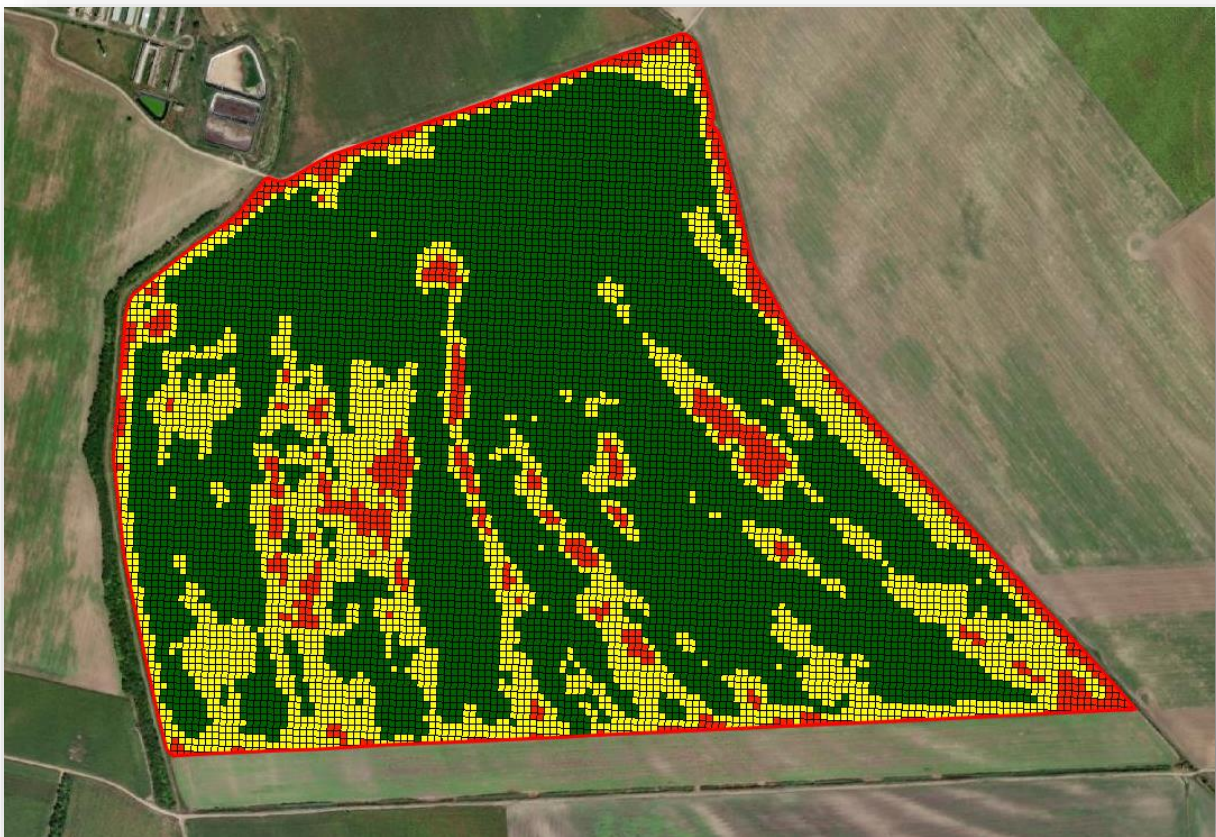
4. ábra: Termőképességi térkép



5. ábra: Domborzat térkép

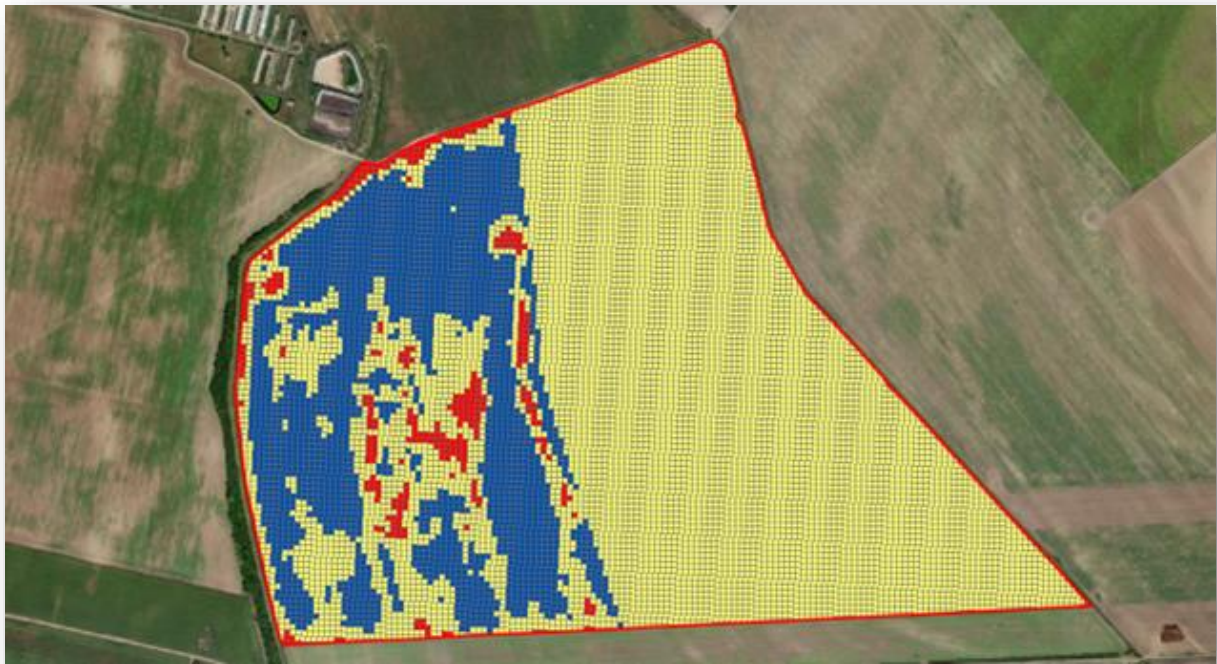
3.2.2. A terület felosztása, differenciálható területek megjelenítés

A kísérletemet úgy képzeltem el, hogy a tábla egyik részét azonos dózissal szórjuk meg, míg a tábla fennmaradó részében differenciált kijuttatást valósítok meg, melynek alapja a termőképességi térkép. Ezeket a műveleteket a KITE Zrt. PGR nevű programjában tudtam végrehajtani. Először a PGR-en belül a kijuttatás tervezőben létrehoztam egy új kijuttatást, melyben meghatároztam, hogy három kategóriára szűkítse le a program az egész területet (6. ábra), így láthatóvá vált az egyszerűsített termőképességi térkép raszterei.



6. ábra: Három kategóriára osztott termőképességi térkép

Ezt követően megrajoltam a programban (PGR – kijuttatástervező rész) azt, hogy a tábla mely részén legyen, azonos dózisú kijuttatás, és mely részén legyen differenciálás. Itt figyelembe vettem az évtizedekkel ezelőtt itt dolgozók, illetve a saját termelésben szerzett tapasztalataimat is. Területi megoszlás tekintetében (7. ábra) 56 ha-on ugyanannyi műtrágyát juttatunk ki, a differenciálendő terület nagysága pedig 46 ha. A dózisok meghatározását a 3.2.4 alfejezetben részletezem.



7. ábra: Területfelosztás megjelenítése

3.2.3 Talajmintavétel, laboreredmények, tápanyag ellátottság.

A táblán 2022.08.04-én végeztek zónaszintű precíziós talajvizsgálatot. A vizsgálatot a KITE Zrt. végezte el, egy GPS-vevővel ellátott, automata fúró rendszerű eszköz (8. ábra) segítségével. Az eszköz precízen, kellő gyakorisággal végzi a fúrásokat. Egy átlagminta körülbelül 18-20 leszúrásból tevődik össze, ezen minták a talajfelszín felső 0-30cm-es rétegéből származnak. A minták akkreditált laboratóriumba kerültek, ahol megtörtént a kiértékelésük. Az eredmények feltöltésre kerültek, melyet a www.pgr.hu oldalán, saját felhasználói fiókunkba lekértünk (9. ábra), és elemeztünk. A PGR segítségével vizuálisan megjeleníthetővé váltak a tábla különböző tulajdonságai.



8. ábra: Talajmintavételezés

Laborvizsgálati eredmények X

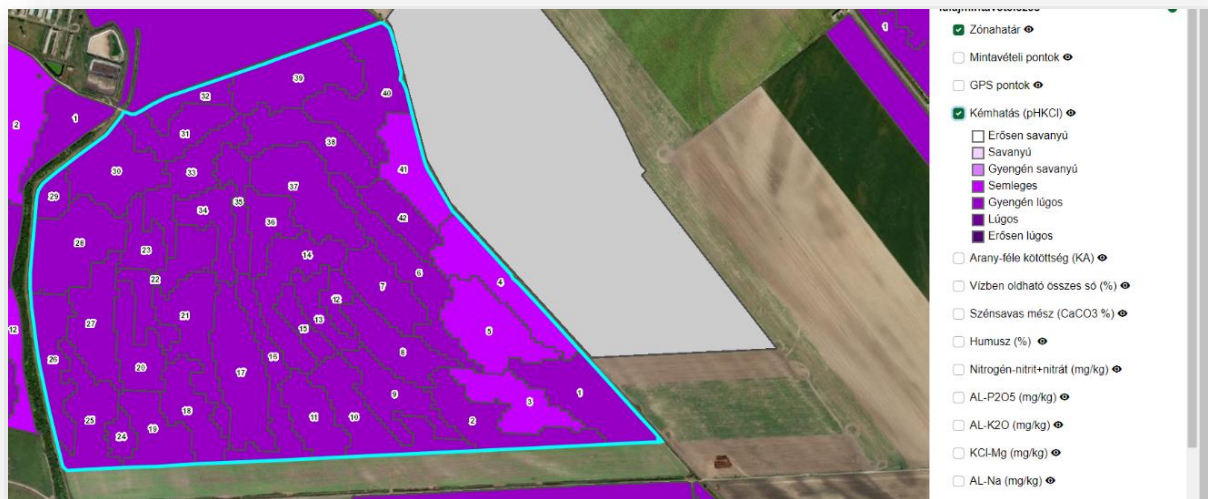
Laborvizsgálat (2022. 08. 04.)

Táblaátlag

pH _{KCl}	K _A	összes só%	CaCO ₃ %	humusz%	NO ₂ +NO ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Na	Cu	Zn	Mn	S	pH _{H₂O}	γ _f
7,38	56	0,05	10,8	2,8	10	297	156	861	90	6,6	1,5	45	10,3	-	-
Gyengén lúgos	Agyag	Gyengén szoloncsákos	Erősen meszes	Közepes		Igen jó	Gyenge	Jó	Közepesen szódás	Jó	Gyenge	Jó	Jó		

9. ábra: Laboreredmények / táblaátlag

A következő térképek segítségével vizuálisan is bemutatható a kísérleti táblánk különböző tulajdonságai (10-14. ábra).



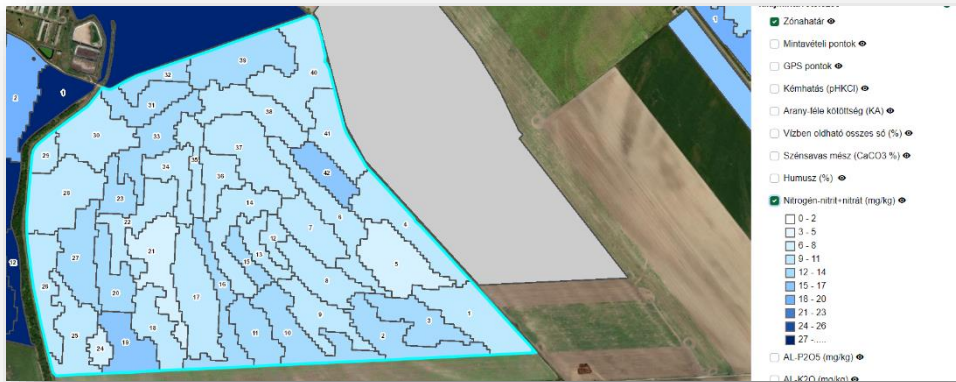
10. ábra: Kémhatás



11. ábra: Arany féle kötöttségi fok



12. ábra: Humusztartalom



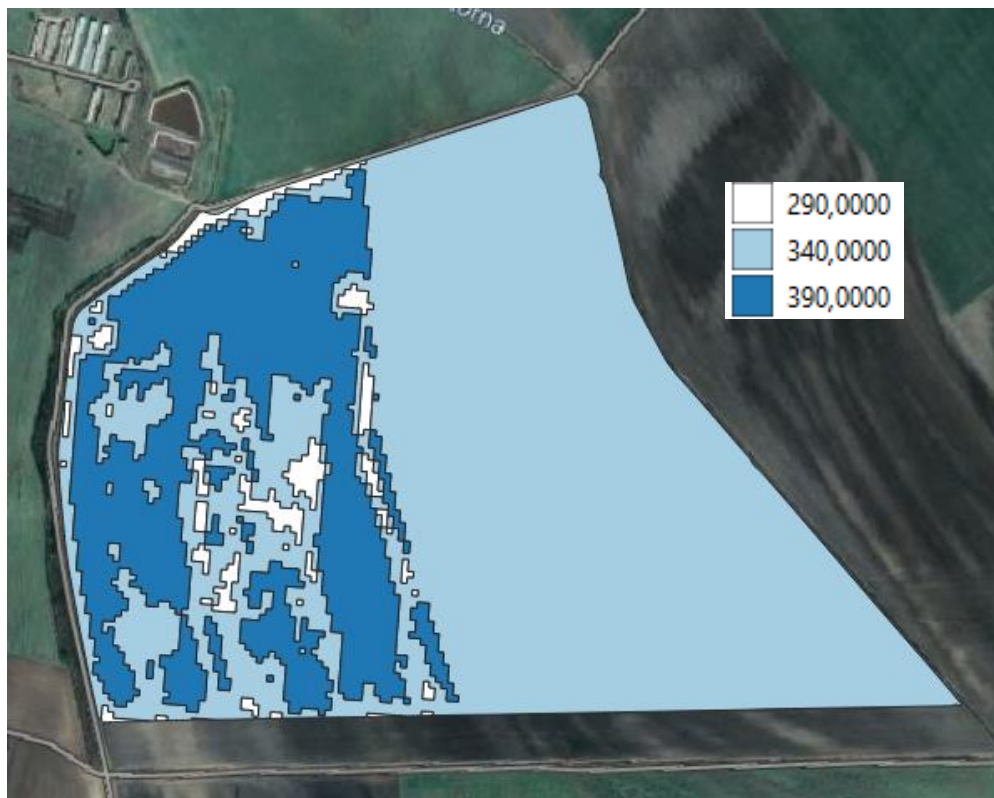
13. ábra: Nitrogén



14. ábra: Cink

3.2.4 Hatóanyagigény meghatározása

A hatóanyag igény meghatározásakor a kiindulási adatok a talajmintavételezést követő laboratóriumi eredmények voltak. Ezeket az adatokat szintén a KITE Zrt. saját rendszerében a PGR-ben, azon belül a „Kitáp” részben tudtam feldolgozni. A labor eredmények mellett a program sok szempontot is figyelembe vesz a hatóanyagigény meghatározásakor. Először is az adott termelési évet, kultúrát, célhozamot, előveteményt és annak hozamát, szármadaradvány kérdését. Történt-e a területen szerves trágya kijuttatás, meszezés, vagy öntözés, illetve a táblánk nitrát érzékeny-e. A mi esetünkben a 2022/2023 termelési évben a kultúra kukorica, az elérni kívánt célhozam 11 tonna. Az elővetemény őszi árpa volt 7,7 tonna/ha-os hozammal. A területe nitrátérzékeny, nem történt szerves trágya kijuttatás, nem volt meszezés, és nem volt öntözés sem. Az adatok bevitel után megkaptuk az eredményt, ami azt mutatta, hogy tábla átlagot tekintve hektáronként 162 kg hatóanyag Nitrogént, 62 kg foszfort, és 155 kg Kálicsót kell kijuttatni. A kísérletet úgy képzeltem el, hogy a táblát ketté osztom egy 45ha-os, illetve egy 56 ha-os részre. A nagyobb részt egy dózissal 340 kg, a kisebb részt három részre osztva 290, 340, és 390 kg karbamid műtrágyával szóróm meg hektáronként (15. ábra).



15. ábra: Táblán belüli műtrágya dózis eloszlás (QGIS)

3.2.5 Differenciált alaptrágya kijuttatása

Az alaptrágya a kísérleti táblánk esetében karbamid (Nitrogén tartalom 46%) volt, cégünk jelen piaci helyzetben (2023 kora tavasz) ezt a műtrágyát találta ár-érték arányban a legjobbnak. Karbamidról lévén szó, minden nap amennyi terület megszórtunk, annyit azonnal be is dolgoztunk, hogy csökkentsük a gáz alakú ammóniaveszteséget. Valamint figyeltünk arra is, hogy vetés előtt megfelelő időben (2-3 hét) kikerüljön, mivel a karbamid műtrágya csírázásgátló hatással bír. Jelen esetben az alaptrágya szórása 2023. április 5 és 6-a között zajlott, míg a vetést április 24-27-e között végeztük el. A karbamid kijuttatását precíziós pályázat útján vásárolt John Deere 6155R-es erőgéppel (RTK jelpontosság) és egy Rauch Axis H 30.2 függesztett műtrágyaszórával (16. ábra) végeztük el.



16. ábra: Kijuttatást végző gépkapcsolat

Ezt követően A PGR rendszerén belül, a kijuttatás tervezőben a már előzőleg elkészített Rx shape (M9 karbamid) fájlt kiküldtük az erőgép GEN4-es monitorjára (17. ábra).



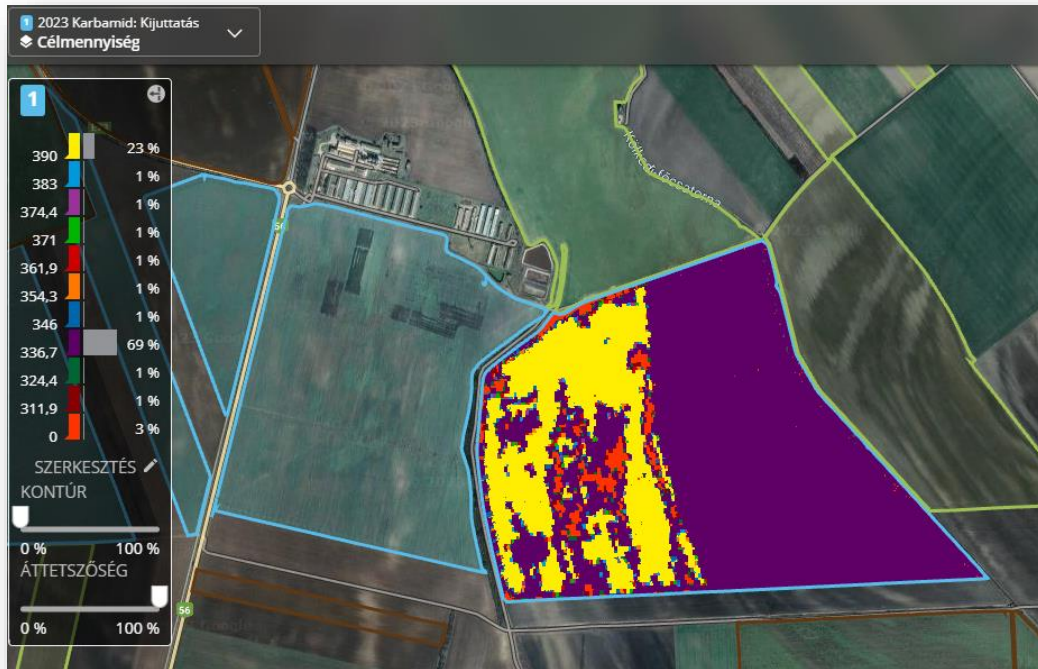
17. ábra: GEN4 Monitor

A gépkezelő miután elfogadta a monitorra érkező kijuttatási térképet, kezdődhetett a nagy izgalommal várt munka (18. ábra).

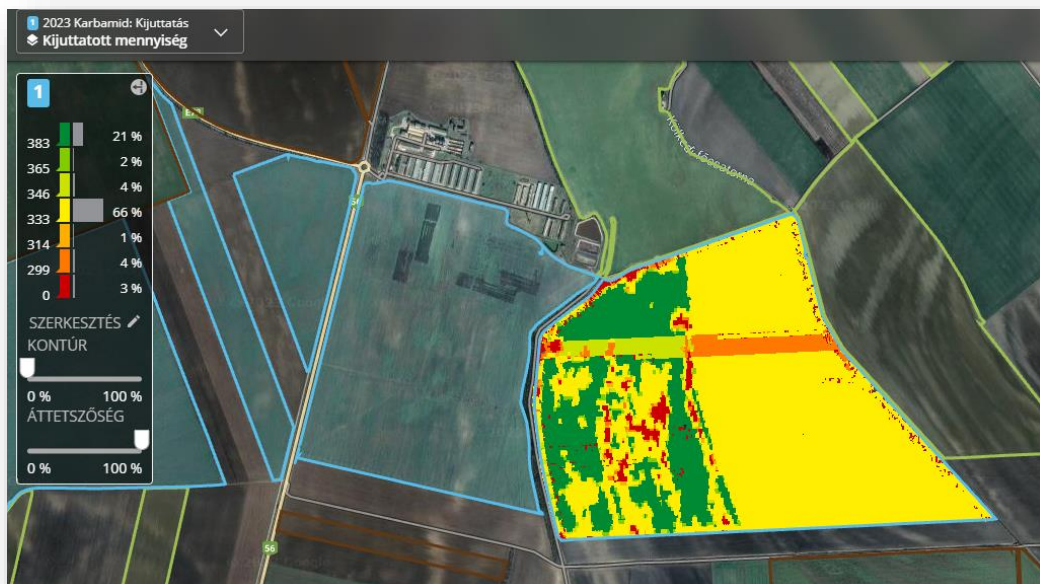


18. ábra: Differenciált Műtrágyaszórás

A munka végeztével, már alig vártam, hogy láthassam a MyJohnDeere felületén, az elvégzett munka vizuális megjelenítését. Örömmel láttuk, hogy az elképzelt dózisokat némi eltéréssel sikerült megvalósítanunk (19. és 20. ábra).



19. ábra: Célmennyiség térkép



20. ábra: Kijuttatott mennyiség térkép

3.2.6 A kísérleti tábla betakarítása.

Természetesen kontroláltuk a szükséges beállításokat a kombájn Gen 4-es monitorján (21. ábra), majd megkezdtuk az aratást 2023. 10. 08-án, amit 12-én fejeztük be. Az aratást egy John Deere S770 típusú kombájnnal (John Deere 608C kukorica asztallal) végeztük (22. ábra). Egy kombájnnal vágtuk a táblát, hogy a hozam adatok minél pontosabbak legyenek.

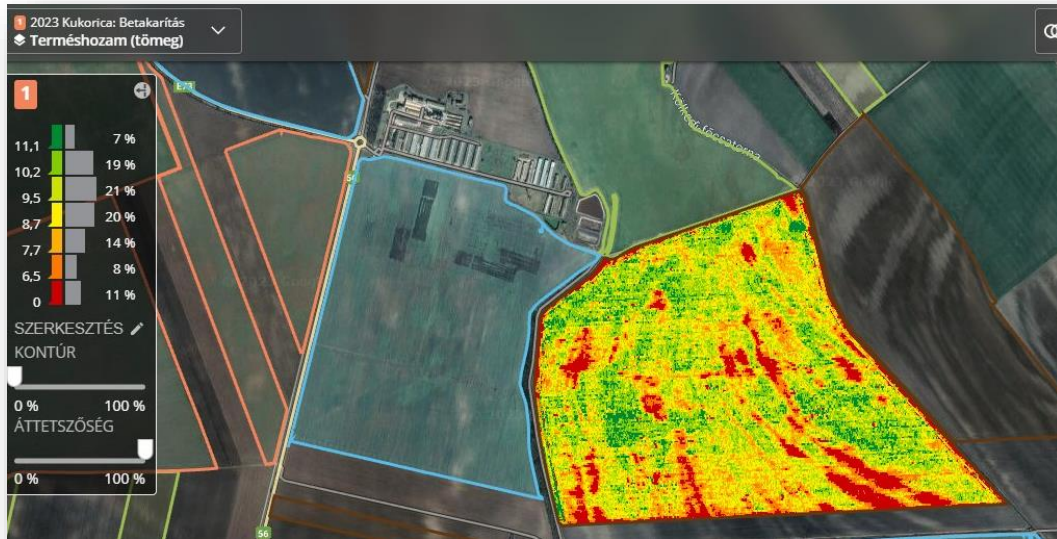


21. ábra: Betakarítás 2023. 10. 08.

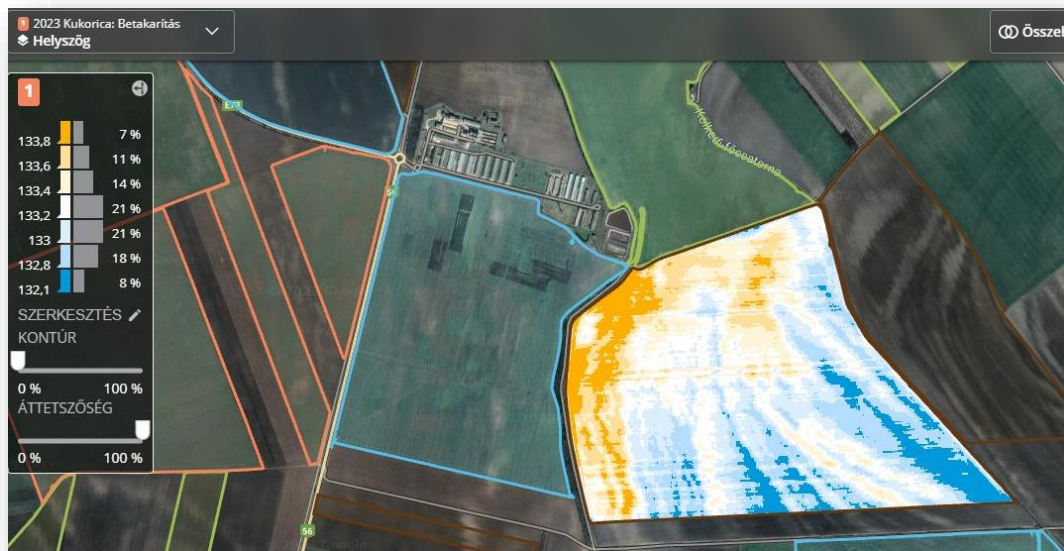


22. ábra: Betakarítás, 2023. 10. 08.

Az betakarítást követően, az adatok letöltése után, már megtudtuk jeleníteni a hozamtérképet (23. ábra), és a domborzattérképet (24. ábra) is MyJohnDeere felületén. Véleményem szerint jól látható, hogy mennyire erősen korrelál a domborzat a hozammal.



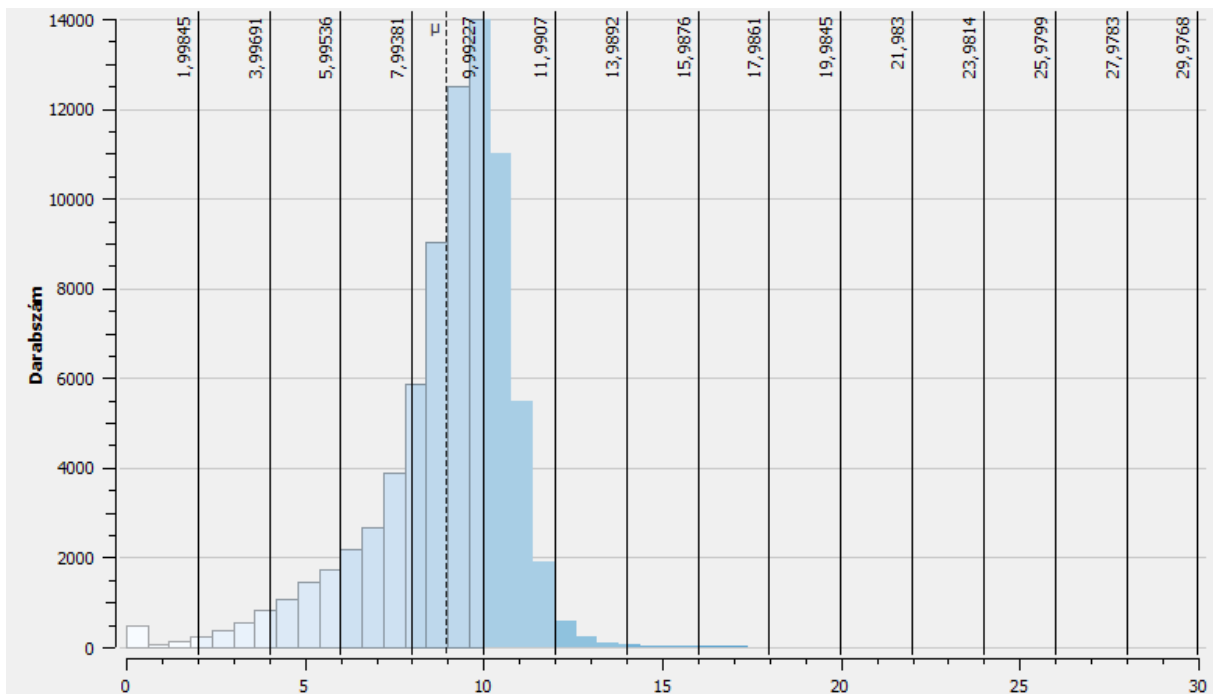
23. ábra: Hozamtérép M9 tábla 2023. (Kukorica)



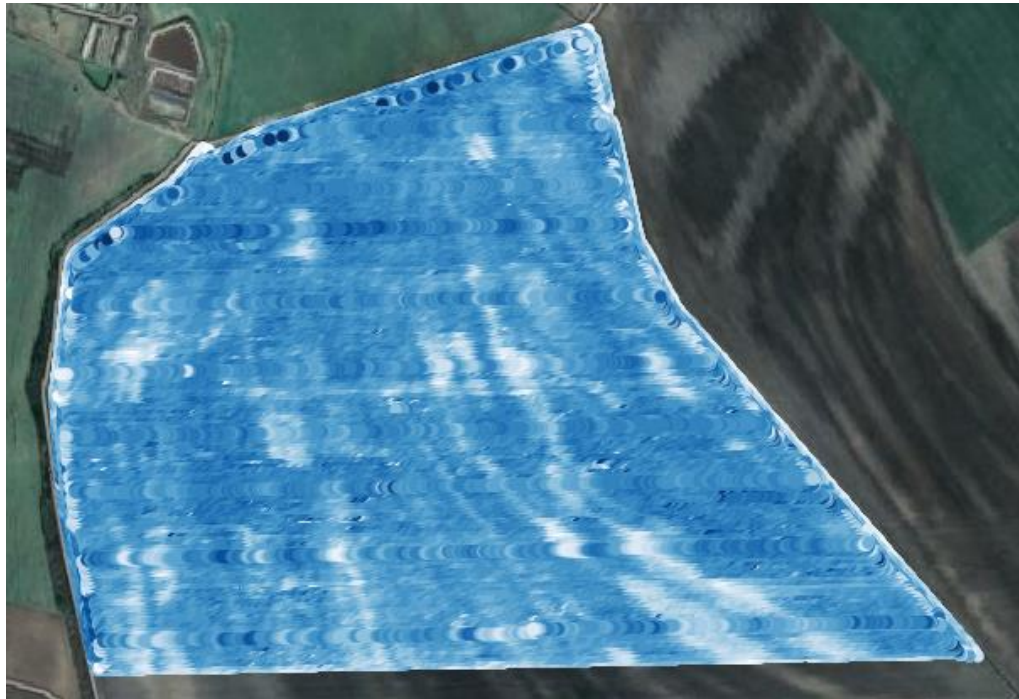
24. ábra: Betakarításkor felvett domborzattérkép M9 (2023. kukorica)

3.2.7 Hozam adatok tisztítása

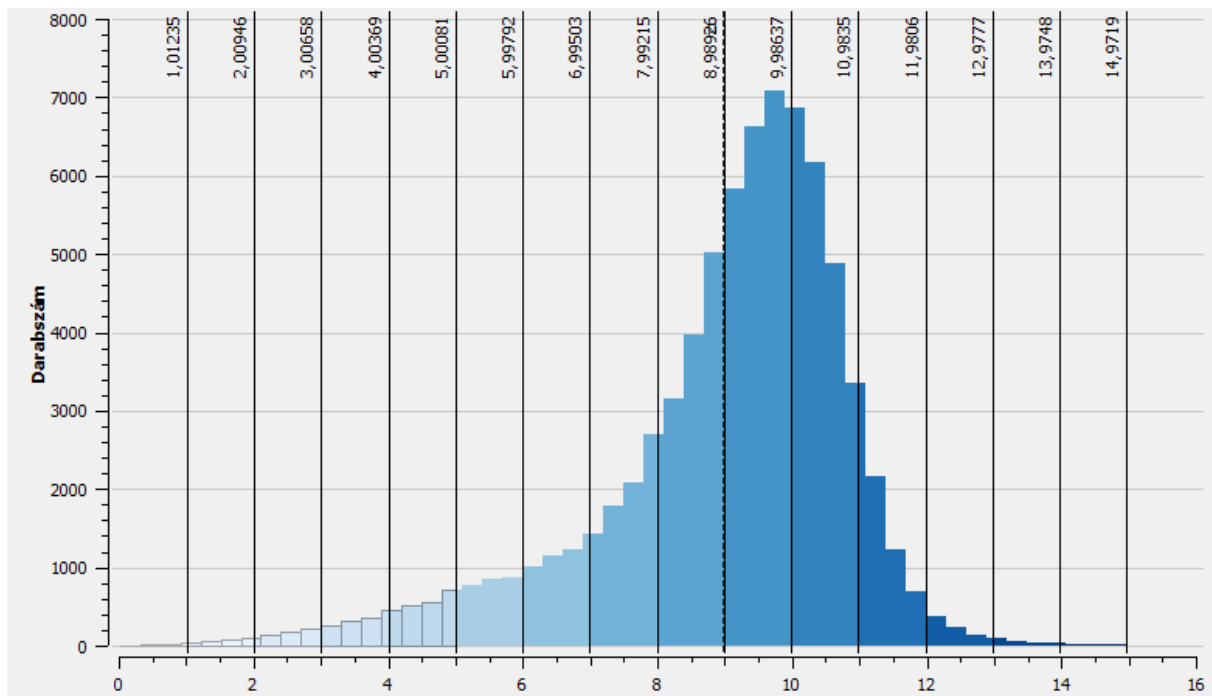
A következő lépés, a kombájnból kinyert nyers hozam adatok tisztítása volt. Ezt a műveletet a QGIS térinformatikai szoftver segítségével végeztem el. Fontos, hogy kitudjuk szűrni a hibás, irreális hozam adatokat a további elemzéshez. Az összes hozamadat eloszlását ábrázoló hisztogram (25. ábra) alapján, kiugróan és valószínűtlenül nagyoknak ítélték a 15 t/ha fölötti értékeket. Különböző hozammérési hiba miatt a hisztogram nagyszámú 0 értéket mutatott, ezeket is eltávolítottam a további elemzés előtt. Az adatok szűrése után elkészült a tisztított (0 és 15 tonna közötti hozamadatokat) hozamtérkép (26. ábra), és annak hisztogramja (27. ábra).



25. ábra: Nyers hozamtérkép hisztogramja



26. ábra: M9 tábla tisztított hozamtérkép (QGIS)



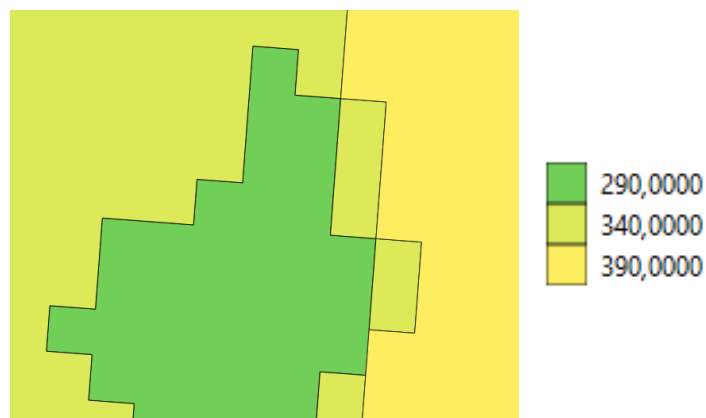
27. ábra: Tisztított hozamtérkép histogramja

4. Eredmények

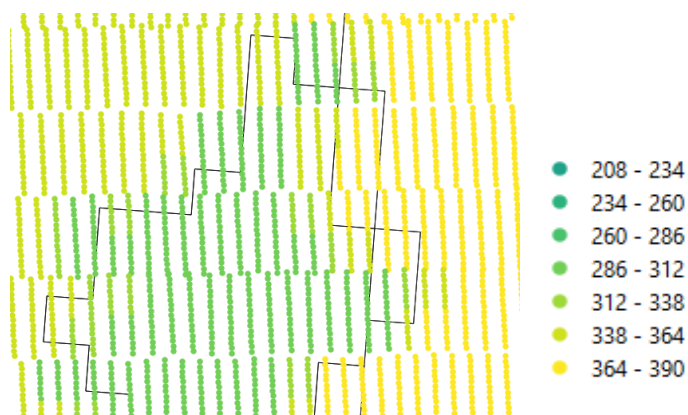
Az eredmények bemutatásához, a QGIS térinformatikai szoftvert és az Excelt használtam.

4.1 Differenciált kijuttatás értékelése

Az eredmények szempontjából, először a differenciált kijuttatás pontosságát értékeltem, melyet a következő ábrák (28. ábra és 29. ábra) segítségével szeretnék szemléltetni. A csak színes poligonokat mutató ábra (28. ábra) mutatja azt, hogy milyen dózissal terveztük a kijuttatást az adott zónákban, míg a másik ábra (29. ábra) pedig azt szemlélteti, hogy a valóságban mennyire tudtuk ezt lekövetni a műtrágyaszórónkkal. Látható, hogy nem mindenhol sikerült a kísérlet megvalósítása, az eredményt egyértelműen befolyásolja a zónák határvonalának töredezettsége. A jövőt illetően, a kísérlet megismétléséhez olyan táblát lenne célszerű választani, amiben mindhárom zóna nagyjából a terület 1/3-át foglalja el a táblahatár menti dűlő levágása után is.



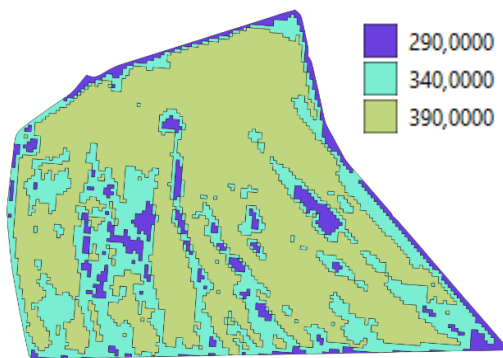
28. ábra: Tervezett kísérlet



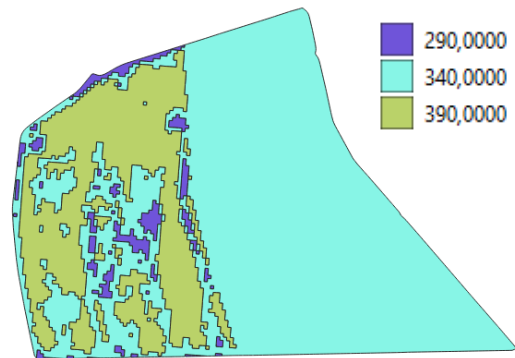
29. ábra: Megvalósult kijuttatás

4.2 Eredmény metodika

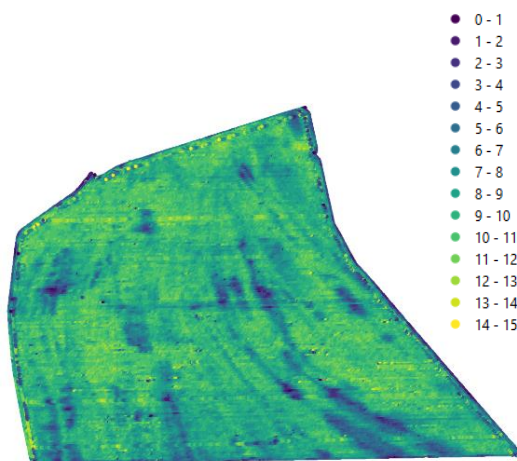
Ahhoz, hogy a későbbiekben kimutathatóak legyenek az eredmények, létre kellett hoznom egy „egyesített” térképet (34.ábra), a QGIS térinformatikai szoftver segítségével. Ehhez az alábbi shape fájlokat használtam fel: Teljes táblára tervezett kijuttatás (Termőképességi térkép alapján 5.ábra) három dózisban (30. ábra); kísérlet, szerint a tábla bal oldala 3 dózis, jobb oldala konvencionális egy dózis (31. ábra); tisztított hozam térkép (32. ábra), és a kijuttatott karbamid műtrágya mennyiség (33. ábra).



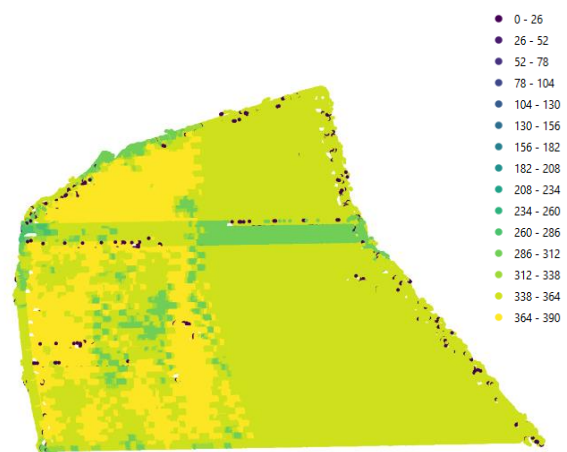
30. ábra: Teljes táblára 3 dózis



31.ábra: Kísérleti szerint 3 Dózis

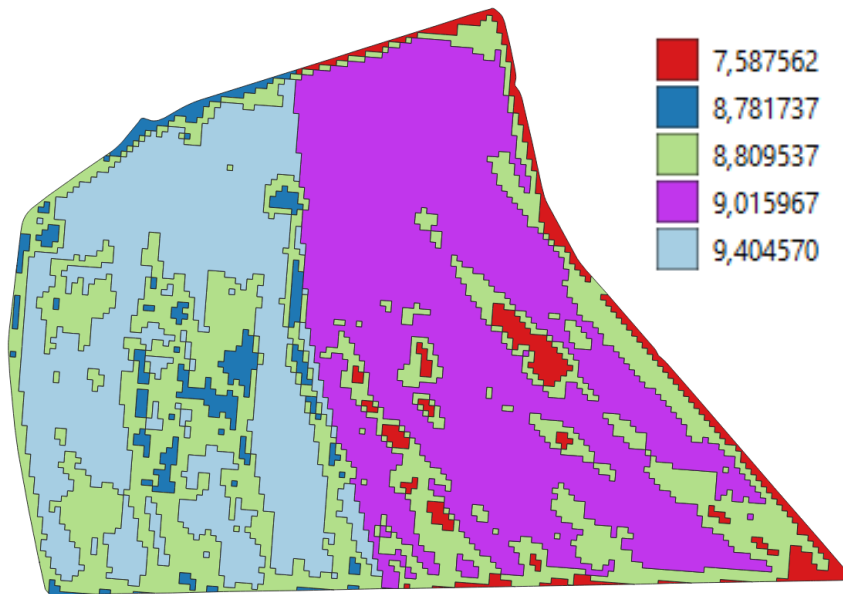


31. ábra: Tisztított hozam

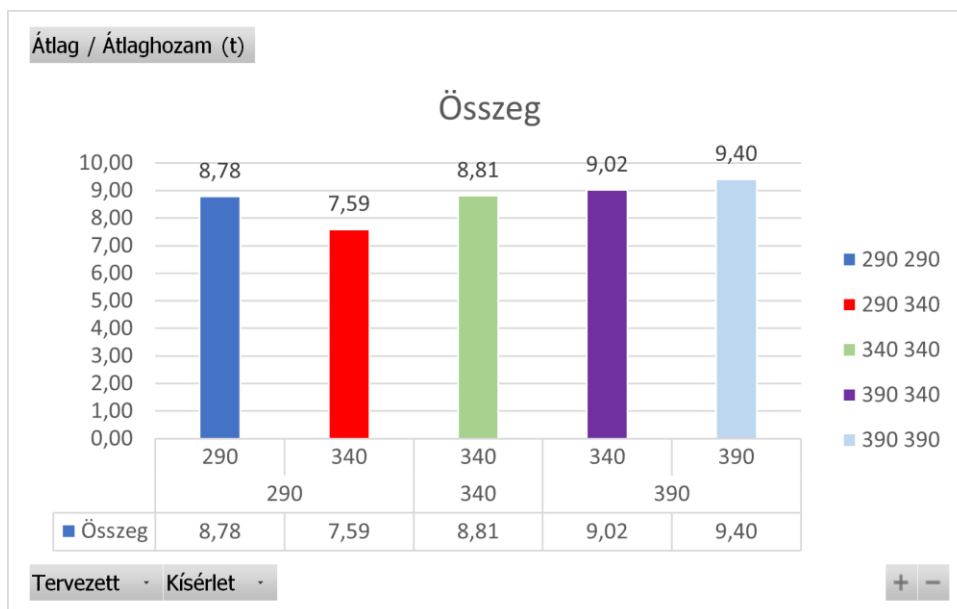


33. ábra: Kijuttatott karbamid

A leírtak szerint létrehoztuk az öt zónát (átlaghozammal, átlag kijuttatással, területtel) tartalmazó térképet (34. ábra), mely segítségével már látható, hogy pozitív előjellel korrelál a differenciált kijuttatás a hozammal (35. ábra), nyilván a pontosabb eredményekhez további számolások elvégzése szükséges.



34. ábra: öt zóna átlaghozamának megjelenítése az egyesített térképen



35. ábra: Műtrágya dózisosok – Hozam összefüggések

Ezt követően szeretném bemutatni, hogy miként jutottam el odáig, hogy megjelenítsem a vizsgált öt zóna fajlagos értékeit (haszon, bevétel, műtrágyaár, teljes kiadás és haszon). Első lépésben az egyesített térkép attribútum tábláját vittem át az Excelbe (1. táblázat)

1. táblázat: Zónánkénti nyers karbamidid és hozam adatok

Termőképesség alapján tervezett dózis (kg/ha)	Kísérlethez tervezett dózis (kg/ha)	Átlaghozam (t/ha)	Kijuttatott Karbamid (kg/ha)	Terület (ha)
290	290	8,78	311	3,35
290	340	7,59	334	4,16
340	340	8,81	341	29,97
390	340	9,02	338	38,26
390	390	9,40	379	25,01

Ezután, kiszámoltam a hozamtérképből a kukorica súlyát minden zónában, majd korrigáltam a hozam, és a műtrágyakijuttatás értékeit (2. táblázat). A két korrekciós tényezőhöz, szükségünk volt két adatra, az egyik a könyvelésből származó nettó súly, táblára vetítve ez **959,97** tonna volt, a másik adat amire szükségünk volt a ténylegesen kijuttatott karbamid műtrágya mennyisége táblára vetítve, ezt a MyJohnDeere-ből vettük át ez pedig **35565** kg.

2. táblázat: Zónánkénti korrigált karbamid és hozam adatok

Terv.	Kis.	Korrigált hozam (t/ha)	Korrigált átlag (kg/ha)	Terület (ha)	Kukorica súlya (t/zóna)	Karbamid tömege (kg/zóna)
290	290	9,31	315	3,35	29,39	1040
290	340	8,05	339	4,16	31,57	1388
340	340	9,34	346	29,97	263,97	10213
390	340	9,56	343	38,26	344,98	12923
390	390	9,97	384	25,01	235,21	9469
				100,75	905,12	35033

A további számoláshoz, szükségünk volt a 2023-as évet tekintve, a műtrágya költségére, amely idén 280.000 Ft/tonna volt cégünknel, és az egy hektárra vetített termelési költségre (műtrágya is benne van) kukoricában, mely gazdaságunkban 550.000 Ft/ha volt. Ezen adatok birtokában, már számolhatóvá vált, a zónákra értendő bevétel, költség (műtrágya nélkül), karbamid költség, összes kiadás és haszon (3. táblázat).

3. táblázat: Zónánkénti bevétel és kiadás

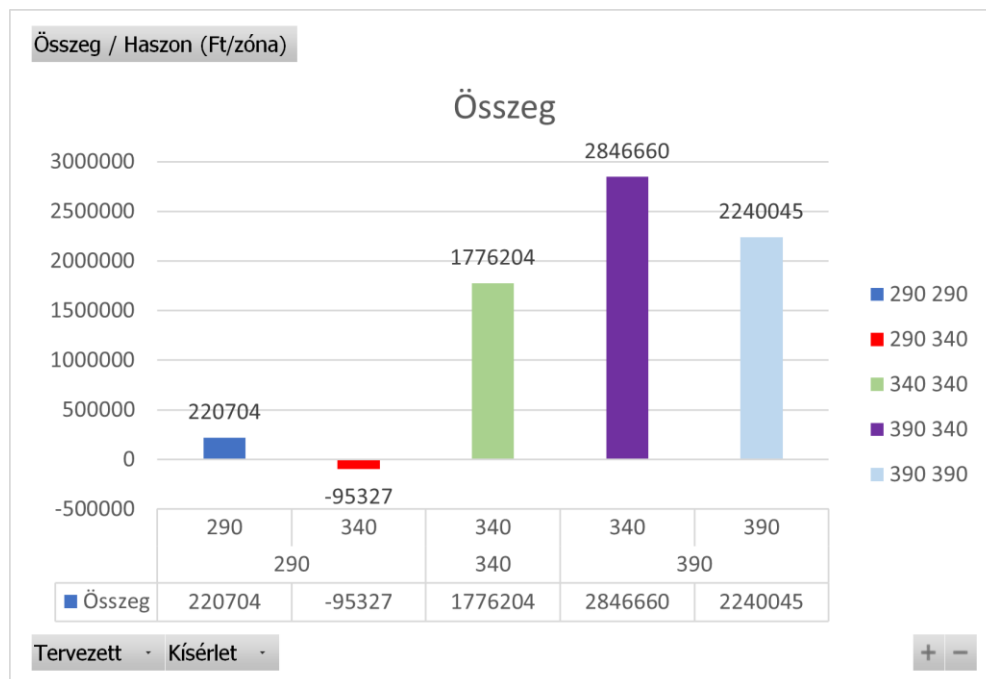
Terv	Kís.	Bevétel (Ft/zóna)	Költség műtrágya nélkül (Ft/zóna)	Költség karbamid (Ft/zóna)	Összes kiadás (FT/zóna)	Haszon (Ft/zóna)
290	290	2026192	1509943	295545	1805488	220704
290	340	2176580	1877296	394611	2271907	-95327
340	340	18197720	13518368	2903148	16421516	1776204
390	340	23782656	17262687	3673308	20935995	2846660
390	390	16214967	11283335	2691587	13974922	2240045

A zónánkénti bevétel, kiadás, haszon kiszámolása után már körvonalazódnak a kísérlet eredményei, viszont véleményem szerint ilyen esetekben, hogy ne vonjunk le téves következtetéseket, és pontosabban lehessen látni a zónák eredményességét ki kell számolni zónánként a **fajlagos** (hektárra vetített) kiadást, bevételt, és hasznot (4. táblázat).

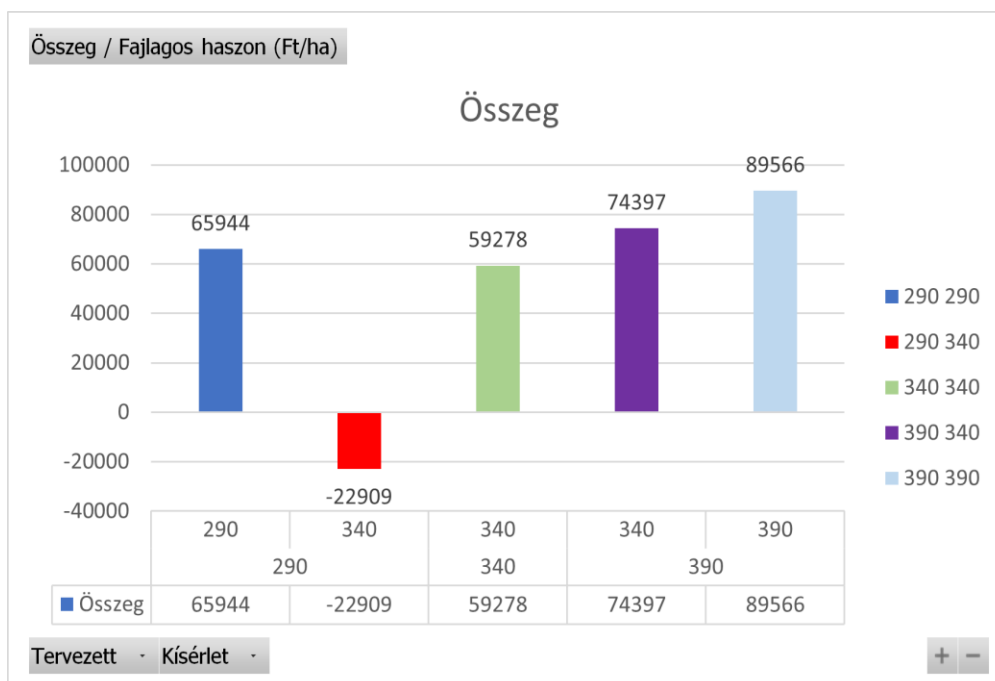
4. táblázat: Zónánkénti fajlagos kiadás és bevétel

Terv	Kís.	Fajlagos bevétel (Ft/ha)	Fajlagos karbamid ár (Ft/ha)	Fajlagos teljes kiadás (Ft/ha)	Fajlagos haszon (Ft/ha)
290	290	605404	88306	539460	65944
290	340	523079	94834	545988	-22909
340	340	607321	96888	548043	59278
390	340	621552	96001	547155	74397
390	390	648342	107621	558775	89566

Szeretném bemutatni, mind a zónánkénti haszon (36.ábra), mind a zónánkénti fajlagos haszon értékek (37. ábra) alakulását diagram formájában.



36. ábra: Zónánkénti haszon



37. ábra: Zónánkénti fajlagos haszon

5. Következtetések és javaslatok

Az elvégzett számítások elvégzése után megállapítható, hogy a differenciált alaptrágya kijuttatás és hozam jól korrelál egymással. A fajlagos hozon értékei egyértelműen azt igazolják, hogy ilyen adottságú területeken megéri heterogenitásban gondolkodni. A kevésbé jó termőképességű területek mutatják a legerősebben azt, amit vártunk, ezeken a területeken kísérletemben alacsonyabb (-50 kg/ha) műtrágya dózis választásakor nagyobb fajlagos hasznot kaptunk, mint az ugyanilyen termőképességű területek konvencionális szórása esetében. Ezen eredmény kialakulásában véleményem szerint döntő szerepe van a domborzatnak, mely szerintem a legerősebb korrelációt mutatta a hozammal. A termőképességi térkép szerint a közepes termőképességű területeket egy dózissal szórtuk meg, ezeken a területeken szintén pozitív előjelű hasznot kaptunk, viszont itt megállapítható, hogy a kísérletemben a tábla azon részén, ahol differenciált kijuttatás történt egy másik dózist kellett volna választanom, ahhoz, hogy pontosabb, értékelhetőbb, érdekesebb legyen a kísérlet. A jobb termőképességű területek esetében, sikerült bebizonyítani, hogy jó döntés volt a nagyobb dózis (+50 kg/ha) kijuttatása, hisz ebben az esetben magasabb hozam, -és fajlagos hozon értékeket kaptunk. Azt is megfigyeltük, hogy vannak olyan területek (raszterek), ahol a gép nem, vagy nem pontosan tudta kijuttatni az előírt dózist, véleményem szerint, ha jobban lekövethető, szabályosabb elrendezésű, -és alakú zónákat hoztam volna létre, precízebb kijuttatás lehetett volna, erre a jövőt illetően minden képen figyelni fogok. Kísérletem legfőbb következtetései számomra, hogy a helyspecifikus növénytermesztés az egyenes út a fenntarthatóság felé, ennek az útnak mi még az elején járunk, nyilván mindannyiuknak még nagyon sokat kell tanulni, szemléletet váltani, hogy természeti értékeinket megvédjük, és megőrizzük a jövő generáció számára. Javaslatom vonatkozásában annyit szeretnék leírni, hogy a jövőt illetően, nagyon fontos, hogy minél több táblán végezzünk a hagyományos helyett precíziós talajvizsgálatot, és a termőképességi adatokon túl, minél több adatot (domborzat, talajszerkezet, talajnedvesség) gyűjtsünk, minél több évből az adott tábláról ahhoz, hogy valóságosabb, jobb, és értékelhetőbb eredményeket kapjunk a kísérleteink során.

6. Összefoglalás

Szaktervezésem, és a benne szereplő kísérlet Baranya Vármegyében, egy Mohács közelében fekvő területen íródott. A területen gazdálkodó cég, Mohács egyik legnagyobb múlttal rendelkező társasága, a Barázda Kft. Jó magam immár 21 éve segítem a mindennapokban a cég munkáját. Jelenleg 1350 ha-on gazdálkodunk, főbb növényeink, a kukorica, szója, őszi búza és őszi árpa. Cégünk vezetői mindig nagy hangsúlyt fektettek a precíz munkavégzésre, műszaki fejlesztésekre, és a jövőt illetően a szakmai fejlődés és fenntarthatóság fontosságára. Ennek köszönhetően indultunk a két évvel ezelőtti precíziós pályázaton, melyet sikerrel vettünk, és ennek köszönhetően elindultunk egy új, érdekes úton egymást segítve. Cégünk összterületéből, körülbelül, 330 ha olyan terület van, amely régen a Duna árterületeként funkcionált. A történelem során igen sok időnek, el kellett telnie ahhoz, hogy ezen területek művelhetőek legyenek. Az itt fekvő táblák közös tulajdonsága az, hogy termőképességi szempontból rendkívüli heterogenitást mutatnak, ezért választottam erről a területről kísérleti táblát. Kísérletem célja az volt, hogy megvizsgáljam az adott területen, azt, hogy van-e értelme a differenciált tápanyag kijuttatásnak, mivel így csökkenteni tudjuk az inputanyag felhasználásunkat, elkerülhetjük a feleslegesen kiszórt műtrágya mennyiségeket, így csökkenthetjük környezetünk terhelését, és hozzájárulunk a fenntarthatósághoz. Az elv az volt, hogy a tábla egy részén differenciált, a másik részén konvencionális kijuttatást valósítok meg, és a végén a hasonló termőképességű területeket összehasonlítom egymással. Kísérletemet úgy terveztem, hogy a kevésbé jó termőképességű területek kevesebb, míg a jobb termőképességű területek több alap műtrágyát kapnak. A kísérlet elvégzése után, elvégeztük a kapott adatok begyűjtését, azok elemzését. Az adatokat a QGIS térinformatikai szoftver segítségével megjelenítettem, és az Excel segítségével pedig kiszámoltam az eredményességet. Miután kiszámoltuk zónákra, -és hektárra vonatkozóan is a hasznot, bebizonyosodott, hogy kísérletünk eredményes volt, vagyis igenis van értelme ezeken a területeken a differenciált tápanyagkijuttatásnak. Kísérletünk arra is rámutatott, hogy nagyon erős korreláció van a domborzat (talajnedvesség) és a hozam között. Az elmúlt évek során bekövetkező klímaváltozás, globális felmelegedés, extrém száraz évek végett szerintem sokkal jobban oda kell figyelniük, talajainkra, természeti értékeinkre, vízkészleteinkre, mert szerintem ezek a tényezők lesznek a legfontosabbak az agrárium számára a jövőt illetően. Ahhoz, hogy az imént felsorolt természeti értékeinket megóvjuk, és fenntartsuk a jövő generáció számára, véleményem szerint, a legcélszerűbb út a termőhely specifikus gazdálkodás választása.

7. Köszönetnyilvánítás

Először konzulensemnek Dr. Menyhárt Lászlónak szeretném köszönetemet kinyilvánítani, tanácsairért, iránymutatásaiért, akitől rengeteg segítséget kaptam ahhoz, hogy szakdolgozatom elkészüljön. Szeretném megköszönni a precíziós szakmérnöki képzésben résztvevő összes előadónak, gyakorlati oktatónak, hogy mindent megtettek ismereteink bővítésének érdekében, különösen Dr. Szegi Tamásnak, aki végig kísért minket ezen az úton. Továbbá szeretném megköszönni munkahelyem első számú vezetőimnek, Buturáczné Kresz Mártának, Kuruc Jánosnak, hogy mint munkáltatóim minden segítséget megadtak részemre. Hálás vagyok kollégámnak Hegedűs Ferencnek, az agronómiai segítségéért, aki a termelés feladatait magára vállalva, sokat segített abban, hogy minél több időt fordíthassak a szakdolgozatomra. Munkahelyemen hálás vagyok még jogászunknak Dr. Jászai Ilonának, és munkatársaimnak is a sok biztatásért, valamint köszönettel tartozok gépkezelőinknek a precíz munkáért Szűcs Gábornak (műtrágyaszórás), és Németh Ferencnek (betakarítás) akik nélkül szintén nem valósult volna meg a kísérletem. Nagyon nagy köszönettel tartozom a Kite Zrt. precíziós szakmérnökének Váradi Bálintnak, aki precíziós szaktanácsadásaival, szakmai tapasztalataival, biztatásával segítette munkámat. Végül életem legfontosabb szereplőinek szeretném megköszönni, hogy mindvégig támogattak és segítettek ők pedig a családom: feleségem, gyermekeim, szüleim, testvéremék, és a családom többi tagja.

8. Irodalomjegyzék

1. Csathó P., Horváth J., Mesterházi P. Á., Milics G., Nagy L., Neményi M., Németh T., Pecze Zs., Szabó J. (2007): Hazai gyakorlati tapasztalatok. In Németh T., Neményi M., Harnos ZS. (szerk.): A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE PRESS – MTA TAKI, Szeged, 229-239.
2. Csősz Tibor (2021): A Green Deal és a KAP kapcsolódása és lehetséges hatása a 21-27-es költségvetési időszakban. (Szakcikk – Mezőgazdasági Szövetkezők és Termelők Országos Szövetsége)
3. Dobos A. (2013): Precíziós növénytermesztés, Debreceni Egyetem
4. Dr. Csató Éva (2000) Műholdadatok térképészeti alkalmazása, Doktori értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
5. Dr. Fazekas Miklós (2023): A precíziós gazdálkodás alkalmazásának előnyei a modern mezőgazdaságban (szakcikk – Agroinform)
6. Dr. Láng Vince, Veres Zsófia (2018): Precíziós gazdálkodás, E-Book
7. Dr. Milics Gábor, Prof. Dr. Neményi Miklós (2011): A precíziós gazdálkodás fejlesztési eredményei és gyakorlati alkalmazásai (Szakcikk – Agrárágazat)
8. Dr. Nagy János (2022): Hagyományos és precíziós kukoricatermesztés, Kukorica a nemzet aranya I., Szaktudás Kiadó, Budapest, 2022.
9. Dr. Radics László, Dr. Borsos János, Pusztai Péter, Dr. Szemán László, Tomposné L. Veneta (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan, Budapest 1994.
10. Dr. Ragán Péter, Dr. Rátonyi Tamás, Bácskai István, Dr. Harsányi Endre (2021): Műholdas felvételek használhatósága a precíziós mezőgazdaságban (Szakcikk – Mezőgazdasági Technika 2021 január)
11. Dr. Takácsné dr. habil György Katalin (2013) Precíziós növénytermesztés (Szakfolyóirat - Agronapló)
12. Dr. Tamás János (2001): Precíziós mezőgazdaság, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest 2001.

13. Fodor, László és Bai, Attila és Balogh, Péter és Bujdos, Ágnes és Czibere, Ibolya és Gabnai, Zoltán és Kovách, Imre (2020) Szabályozási problémák a precíziós gazdálkodás hazai helyzetének társadalomtudományi elemzése alapján. MISKOLCI JOGI SZEMLE: A MISKOLCI EGYETEM ÁLLAM- ÉS JOGTUDOMÁNYI KARÁNAK FOLYÓIRATA, 15. (1.). 5.-23.. ISSN 1788-0386
14. Fodor M. (2023): Komplette vált a PGR szolgáltatásunk, (Szakcikk – Mezőhír)
15. Gaál, Márta és Kiss, Andrea és Péter, Krisztina és Sulyok, Dénes és Takácsné György, Katalin és Domán, Csaba és Illés, Ivett és Keményné Horváth, Zsuzsanna (2017): A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata = Comparative study of precision arable crop production. Agrárgazdasági Könyvek. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest. ISBN 978-963-491-601-7
16. Gaál Márta, Illés Ivett (2020): A precíziós növénytermesztés helyzete és ökonómia vizsgálata, NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest.
17. Györffy Béla (2000): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig, MTA, Martonvásár (Korabeli Publikáció)
18. Kászon József (1972): A Mohácsi Új Barázda Termelőszövetkezet. 72-2980 Pécsi Szikra Nyomda.
19. Kocsis Mihály, Menyhárt László, Benő András és Hermann Tamás (2021): A talaj elektromos vezetőképessége és a termőhelyi zónák talajtulajdonságai közötti összefüggések.
20. Kováts Viktor (2023): Jobb kukoricatermést várnak (Szakcikk- magyar mezsgye)
21. Láng Géza (1970): A növénytermesztés kézikönyve 1., Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 1970.

22. Mesterházi P. Á. (2013): Development of measurement technique for GPS aided plant protection (Doctoral Dissertation University of West Hungary) pp. 143
23. Milics Gábor (2008): A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben, Phd értekezés tézisei, Pécs 2008.
24. Nagy Margit (2015): Kukorica tápanyagellátása (Szakcikk – agrárium7)
25. Szabó J., Milics G., Tamás J., Pásztor L. (2007): Térinformatika a precíziós mezőgazdaságban (GIS). In Németh T., Neményi M., Harnos Zs., (szerk.): A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE PRESS – MTA TAKI, Szeged, 39-62.
26. Szabó Szilárd, Dr. Milics Gábor (2016): Zérótól a precíziós gazdálkodásig VI., PG konzorcium, (Szakcikk – Agronapló)
27. Szanyi István (2014): Kukoricatermesztésünk a világ mérlegén (GK Gabonakutató)
28. Szedlák Levente (2023): Új szelek fűjnek a magyar mezőgazdaságban: erre jó, ha minden gazda felkészül, (Szakcikk – Agrárszektor)
29. Várallyay György (2016): Stefanovits Pál
30. Veres Virág Cintia (2022): Elképesztő, ami a magyar földeken történik: ehhez jobb, ha minden gazda hozzászokik. (Szakcikk – agrárszektor)

Internetes források

1. Internet1: Gro Harlem Brundtland https://hu.wikipedia.org/wiki/Gro_Harlem_Brundtland (Megtekintve: 2023.09.30.)
2. Internet2: Fenntartható fejlődés https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=LEGISSUM:sustainable_development (Megtekintve: 2023.09.30.)
3. Internet3: Népesedési világnap, 2023 <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/nepesedesi-vilagnap-2023/index.html> (Megtekintve: 2023.10.09.)
4. Internet4: Európai zöld megállapodás https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu (Megtekintve: 2023.09.14)
5. Internet5: Precision Ag Definition <https://ispag.org/about/definition> (Megtekintve: 2023.10.01.)
6. Internet6: A precíziós gazdálkodás munkafolyamatai közül az egyik legelterjedtebb hazánkban a helyspecifikus tápanyag-visszapótlás <https://agroforum.hu/agrarhirek/novenytermesztes/a-precizios-gazdalkodas-bevezetese-es-elterjedese-magyarorszagon-tapananyag-gazdalkodas/> (Megtekintve: 2023.09.12)
7. Internet7: Uniós értékelés az országok nitrátjelentéseiről (2021.12.16.) <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/kolcsonos-megfeleltetes/104097-unios-ertekeles-az-orszagok-nitratjelenteseirol> (Megtekintve: 2023.10.05.)
8. Internet8: PGR (KITE) Önálló szolgáltatások – Talajvizsgálat, <https://pgr.hu/ppp-onallo-szolgaltatasok/talajvizsgalat> (Megtekintve: 2023.10.05.)
9. Internet9: Precíziós Gazdálkodási Rendszer, A fenntartható agrárinnováció, <https://pgr.hu/upload/post/542.pdf> (Megtekintve: 2023. 10.06.)
10. Internet10: Főbb növénykultúrák terméseredményei, 2022, <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/fobb-novenykulturak-termeseredmenyei-2022/index.html> (Megtekintve: 2023. 10.10.)
11. Internet11: Kukorica talajművelése, alaptrágyázása, vetése: <https://www.kite.hu/technologiai-ajanlatok/kukorica/talajmuvel-es-alaptragyazas-vetes/1> (Megtekintve: 2023.10.12.)

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: KISS ISTVÁN
A Hallgató Neptun kódja: U00KOV
A dolgozat címe: Differenciált alaphagyja kijelölése, értékelése kukorica-ban
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Matematikai és Természettudományi Alapok Intéze
A konzulens tanszékének a neve: Alkalmazott Statisztikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori 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 eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év október hó 27. nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

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
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

KISS ISTVÁN (név) (hallgató Neptun azonosítója: V00KOV)
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 nem³

Kelt: Kenthegy 2023 év október hó 27. nap

Menyhért László
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.