

SZAKDOLGOZAT

Ábrahám Zsófia
Precíziós mezőgazdasági szakmérnök

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Precíziós mezőgazdasági szakmérnök

**A precíziós technológiák bevezetése előtti és utáni gazdálkodás
összehasonlítása a Kevi Növény Kft.-ben**

Belső konzulens: Dr. Zalai Mihály
egyetemi docens

Készítette: **Ábrahám Zsófia**
FQENEA
levelező képzés

Gödöllő
2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1. A precíziós mezőgazdaság jelentősége.....	5
2.2. A precíziós mezőgazdaság alapjai	7
2.3. A precíziós tápanyag-utánpótlás lehetőségei, eszközei	10
2.4. A precíziós növényvédelem lehetőségei, eszközei.....	11
2.5. A PGR és myJohnDeere rendszer bemutatása	13
3. Anyag és módszer	18
3.1. A vizsgált családi gazdaság bemutatása	18
3.2. A vizsgált területek földrajzi elhelyezkedése és agroökológiai adottságai	18
3.2.1. Csapadék adatok.....	18
3.2.2. A vizsgált területek talajának jellemzői	20
3.3. A precíziós gazdálkodásban használható gépek és eszközök bemutatása.....	20
4. Eredmények és értékelésük	23
4.1. A precíziós gazdálkodásra való áttérés első lépései	23
4.2. A precíziós műtrágyaszórás eredményeinek bemutatása	23
4.3. A precíziós növényvédelem eredményeinek bemutatása	26
5. Következtetések és javaslatok	30
6. Összefoglalás	32
7. Irodalomjegyzék	34
8. Köszönetnyilvánítás	37
9. Nyilatkozat	38

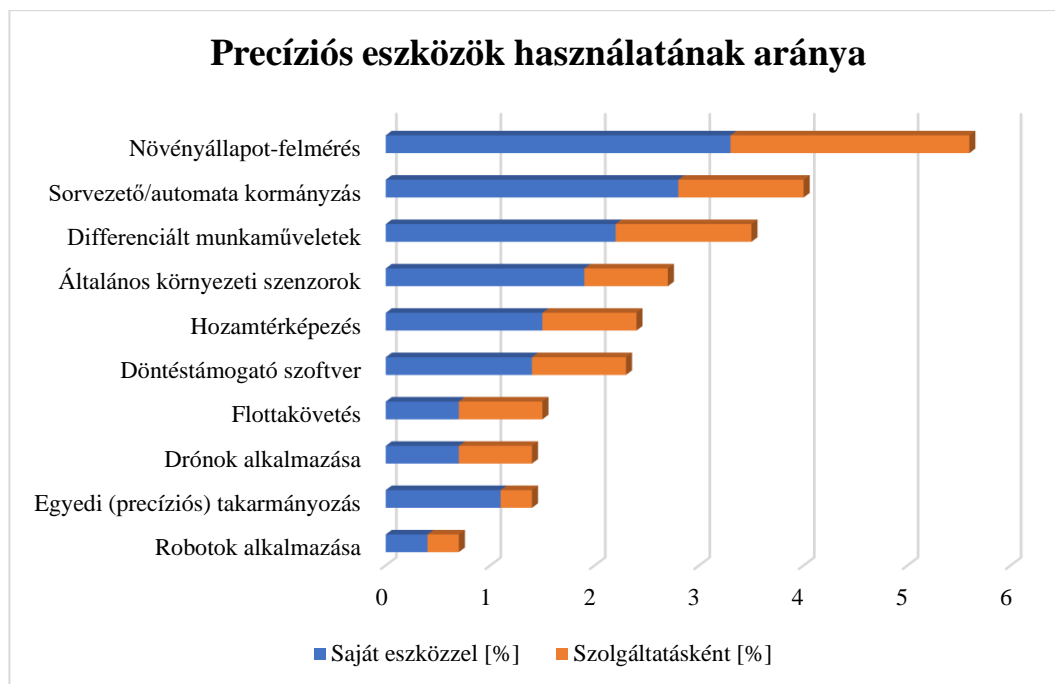
1. Bevezetés és célkitűzések

Napjaink mezőgazdaságában számos kihívást kell megugrani. Az egyik legnagyobb problémát a klímaváltozás jelenti, amely megváltoztatja az időjárási mintákat és növeli a szélsőséges időjárási események gyakoriságát. Ezen felül a túlnépesedés is növekvő nyomást helyez a mezőgazdaságra, hiszen egyre több embernek kell élelmiszert előállítani. Mindezen túlmenően a fogyasztói társadalomban új igények jelentek meg, hiszen az emberek egyre inkább érdeklődnek az élelmiszerek minősége, előállítási módja és eredete iránt.

A fent említett kihívásokra azonban megoldást jelenthet a precíziós mezőgazdaság technológiája. Ennek segítségével a gazdálkodók nemcsak optimalizálhatják a termelésüket, hanem csökkenthetik is az input anyagok, például műtrágyák, kemikáliák és szaporító anyagok felhasználását. Ez hozzájárul a fenntarthatóság növeléséhez és a költséghatékonyság javításához. Ezenkívül lehetővé teszi a hozam növelését anélkül, hogy növekedne a környezeti terhelés és segíti a munkaerő és munkagépek hatékonyabb kihasználását. Összességében lehetővé teszik a mezőgazdaság hatékonyabb, fenntarthatóbb és a fogyasztók igényeire jobban reagáló működését.

A precíziós mezőgazdaság előnyei számosak, azonban annak hatékony bevezetése magas beruházási költségeket és speciális szaktudást igényel. Emellett a beruházások megtérülése általában csak hosszú távú vagy nagyobb területeken éri el a kifizetődő szintet, ami jelentősen lassítja ezen technológia elterjedését.

Jelenleg Magyarországon alacsony a precíziós mezőgazdasági technológiák elterjedtsége. A 2020-as KSH adatok alapján látható, hogy az ország gazdaságainak mindössze 12%-a alkalmazott valamilyen precíziós eszközt és a teljes mértékben precíziós gazdálkodást alkalmazó gazdaságok aránya még ennél is kisebb volt. Az *1. ábra* mutatja, hogy a legmagasabb arányban a növényállapot-felmérés (5,3%) során használtak precíziós alkalmazásokat a hazai gazdálkodók, majd ezt követte a sorvezető/automata kormányzás (3,9%), amely a precíziós technológia alapját jelenti, és nélkülözhetetlen a helyspecifikus beavatkozásokhoz. Harmadik helyen a differenciált munkaműveletek (3,4%) alkalmazása állt (*http1*).



1. ábra. Precíziós eszközök használatának aránya Magyarországon (*http1*)

A KSH által végzett felmérések alapján hazánkban kiemelt figyelmet kell fordítani a precíziós mezőgazdaság támogatására és az ehhez szükséges ismeretek átadására. Ezt alátámasztja a felmérésük, amelyben a válaszadók 17%-a azt mondta, hogy nem vesz igénybe precíziós szolgáltatásokat, mert hiányoznak nekik a szükséges ismeretek, vagy nincs hozzáférésük olyan képzésekhez és tanácsadáshoz, amelyek segítenének ebben a területen. Ezenkívül a válaszadók 12%-a említette, hogy azért nem használ digitális eszközöket, mert magas az áruk és a saját eszközök alkalmatlansága akadályozza őket ezen technológiák használatában (*http1*).

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A precíziós mezőgazdaság jelentősége

A precíziós technológiára való átállás kedvező lehet, amennyiben az alkalmazásával a jövedelemnövekedés mellett a környezetterhelést is képes csökkenteni. Jobban tud alkalmazkodni a környezeti adottságokhoz és jobban elősegíti a fenntartható fejlődést, ezáltal olyan kihívásokra jelenthet választ, mint a túlnépesedés és a klímaváltozás (*Kemény et al., 2017*).

Erickson és Fausti (2021) értekezésében arra a következtetésre jutott, hogy a precíziós mezőgazdaság legfontosabb előnye, hogy a költségek csökkentésével, a termésmínőség javításával és a hozamok növelésével nagymértékben elősegíti a globális élelmiszer biztonságot. Mivel a technológia a folyamatos információgyűjtésre alapul, alkalmazásával nyomon követhetővé válik az élelmiszer szántóföldtől az asztalig elve, így növelve az élelmiszerlánc áttekinthetőségét.

Takácsné (2010) vizsgálatai alapján igazolta, hogy a precíziós mezőgazdaságra való átállásnak nagy szerepe van a környezetterhelés csökkentésében, miszerint azonos jövedelemszint elérése mellett biztosítható a környezetterhelő kemikáliák felhasználásának minimalizálása. A precíziós technológia alkalmazásával nem csak a növényvédő szerek felhasználása csökkenthető, de anyagmegtakarítást is jelent a gazdálkodó számára, ilyen módon pedig az egyéni és a környezeti hasznosság egybeesik.

Molnár et al. (2018) kísérleteikben 2015-től összehasonlították a hagyományosan gazdálkodók és a precíziósan gazdálkodók hozam adatait, ami az *1. táblázatban* látható. Megállapították, hogy a precíziós gazdaságokban minden növény esetében legalább 5%-kal nőtt a hozam és azokban az üzemekben, ahol már legalább 3 éve folytattak helyspecifikus gazdálkodást, a búza esetében 17%-os, napraforgó és kukorica esetében 2-6%-os volt a hozamnövekedés. Továbbá a precíziós gazdálkodás esetében csökkent a termelési költség, ami 5-15%-os költség megtakarítást jelentett különböző növénykultúrákban. Ez alól kivételt képzett a napraforgó, ebben az esetben nem volt tapasztalható termelési költség csökkenés.

1. táblázat. A precíziós gazdálkodás hozamra gyakorolt hatása százalékban kifejezve (Molnár et al., 2018)

Növény	Hipotézis	Kérdőív alapján	Kontrollcsoporthoz viszonyítva			Üzemen belül
		Gazda észlelése	45 üzem (1 év)	17 üzem (3 év)	17 üzem (3 év, kontrollcsoport szűkítés)	17 üzem (3 precíziós előtti, 3 utáni év)
Őszi búza	Nagyobb	+5 - +15	+7	+17	+14	+17
Kukorica	Nagyobb	+5 - +15	+9	+2	+2	+8
Napraforgó	Nagyobb	-5 - +15	+10	+6	+9	+9
Őszi káposztarepce	Nagyobb	+5 - +15	+11	-	-	-
Őszi árpa	Nagyobb	+5 - +15	+5	-	-	-

A hazai precíziós mezőgazdaság helyzetére és kilátásaira vonatkozóan, a mezőgazdaság jövőjét tekintve a digitalizáció nagyon hangsúlyos (Erdeiné, 2020). Napjainkban hazánkban is elérhetőek a gazdálkodást segítő digitális eszközök és szoftverek, azonban a modern gépek és technológiák beruházási igénye magas, ezért a kis- és közepes méretű gazdaságok csak korlátozott mennyiségben tudják alkalmazni azokat. Gaál et al. (2017) adatai szerint 2015-ben, az általuk megkérdezett gazdák, összesen 16.503 hektár területet műveltek precíziós technológiával. A válaszadók legnagyobb területen őszi búzában, napraforgóban, kukoricában és őszi káposztarepcebén alkalmazták ezt a művelési módot. Legjellemzőbben a tápanyag utánpótlásban és vetésben alkalmaztak helyspecifikus beavatkozásokat, kisebb mértékben használták talajművelésben és növényvédelemben.

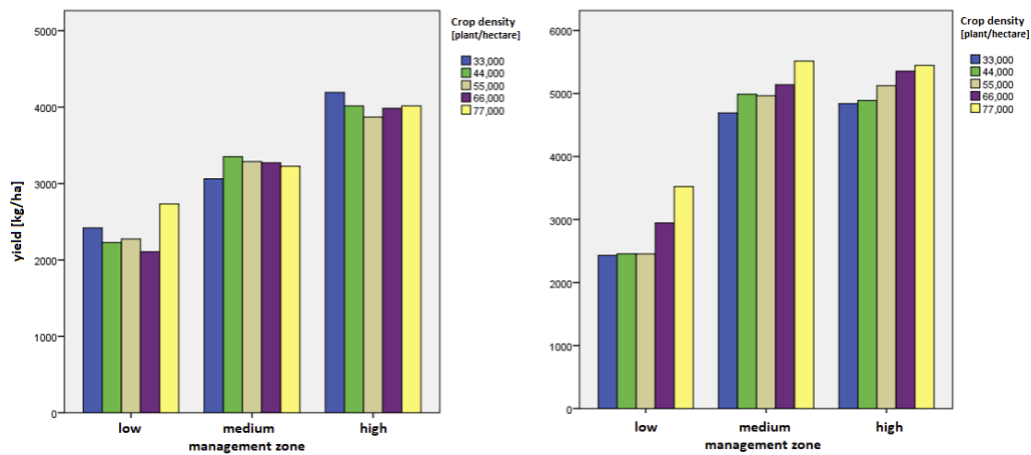
2.2. A precíziós mezőgazdaság alapjai

Reisinger (2012) szerint a precíziós mezőgazdaság létrejöttéhez három dolog megvalósulása szükséges:

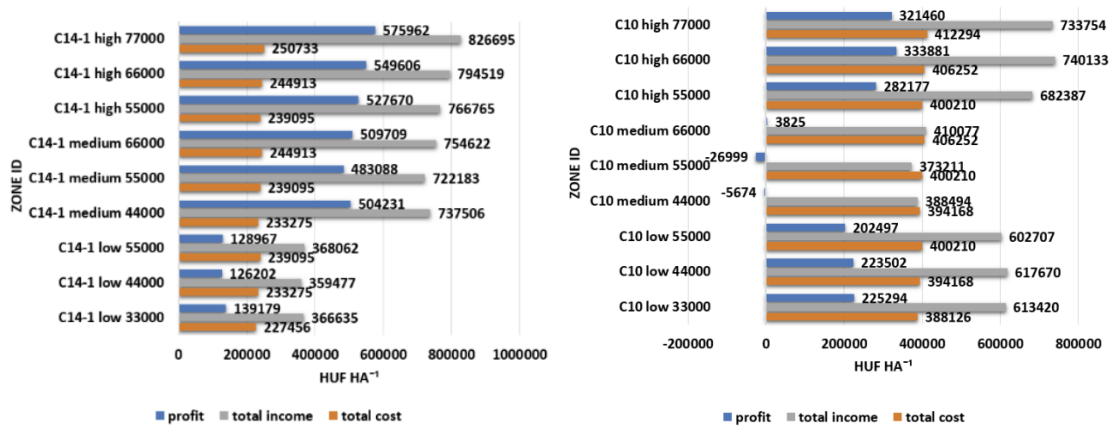
- 1) Helymeghatározó eszközök, melyekkel pontosan rögzíthető a munkagép pozíciója, valamint a gyűjtött adatok és az információk helye.
- 2) Algoritmusok, melyek segítségével feldolgozhatóvá és felhasználhatóvá válik a gyűjtött információk halmaza.
- 3) Az erő és munkagépre szerelhető GPS vevő készülékek, melyek segítségével térben és időben folyamatosan rögzíthető és nyomon követhető a munkavégzés helye. Ez teszi lehetővé, hogy a megfelelő zónához érve differenciálni tudjuk a munkavégzés módját és a kijuttatott input anyagok mennyiségét.

Precíziós vagy helyspecifikus mezőgazdaságról onnantól beszélhetünk, amikor a helymeghatározó rendszerek elérhetővé válnak polgári felhasználásra is. Ez lehetővé teszi, hogy a mozgó munkagép és eszköz helymeghatározásán túl a különböző érzékelők által gyűjtött információk pontos helyét rögzítsük, majd a megfelelő alkalmazás kidolgozásával a rögzített helyen beavatkozhatunk (*Németh, 2013*).

Monoki et al. (2022) két kísérletben is vizsgálták az alkalmazott precíziós vetéstechnika alkalmazhatóságát a tőszám függvényében és próbálták meghatározni azt a napraforgó vetéssűrűségi tartományt, amely a legjobban illeszkedik az adott vetésterület heterogén termőhelyi zónáihoz. A termőhelyi zónákat térinformatikai módszerekkel határozták meg. Két mintaterületen három, termőképesség szempontjából jól elkülöníthető zónát (magas, közepes, alacsony) határoztak meg, majd ezen belül is három vetésütemet, négy ismétlésben. A tőszám és a tőtávolság szabályozásának eredményei alapján a vetéstechnológia pontossága és alkalmazhatósága a tőszám növekedésével fordítottan csökkent. A magas és közepes termőképességű területeken a megnövekedett vetőmagszám magasabb termést eredményezett, míg az alacsony termőképességű zónákban a csökkentett sűrűség nem eredményezett alacsonyabb termést, mint azt feltételezték. Az ezermagtömeg a sűrűség növelésével jelentősen csökkent, míg az olajtartalom a tőszám növekedésével jelentősen nőtt az egyes termőterületeken.

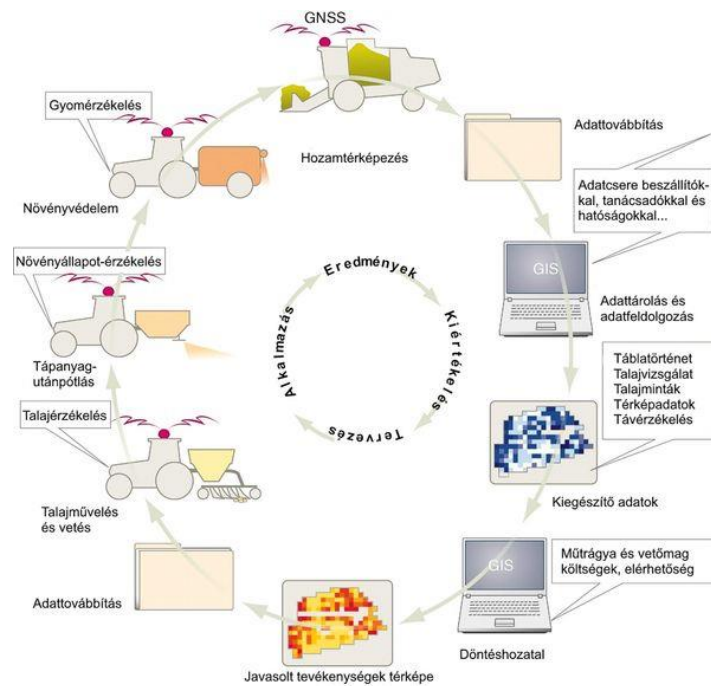


2. ábra. A két tábla átlagos betakarított mennyiségére vonatkozó adatok (Monoki et al., 2022)



3. ábra. A két termőhely gazdasági értékelése (Monoki et al., 2023)

A termésmennyiség és a természeti adottságok tér- és időbeli eltéréseket mutatnak. A helyspecifikus mezőgazdaságban elengedhetetlenek azok az információk, melyek elemzik a terméshozam és a talaj változékonysága közti kapcsolatokat (Mikéné, 2007). A precíziós mezőgazdaság jelentősége abban rejlik, hogy használatával a rendelkezésre álló erőforrásaink összehangolása megvalósíthatóvá válik a legmagasabb hozam elérése érdekében. A gyengébb adottságokkal rendelkező területeken minimalizálható a szélsőséges időjárási tényezők negatív hatásai és lehetőség adódik a folyamatos és eredményes gazdálkodásra (Kovács és Sárvári, 2018). Elengedhetetlen a környezet és a növényállapot folyamatos monitorozása, amely csak speciális szenzorok segítségével valósítható meg. A megfelelő adatok pontos elérhetőségével optimalizálható az input anyag felhasználás, növelhető költség hatékonyság, csökkenthető a környezet terhelés vagy növelhető a hozam (Élő és Szármes, 2017).



4. ábra. A precíziós gazdálkodás információs folyamata (Élő és Szármes, 2017)

A precíziós mezőgazdaság alkalmazásának egyik fő- és kihagyhatatlan eleme az erő- és/vagy munkagépek robot kormányval való felszerelése. *Zhelezova et al. (2012)* kísérleteikben többek között összehasonlították a GPS vezérelt robotkormányzással és a hagyományos módszerrel végzett munkafolyamatok pontosságát, burgonya termesztése során. A kísérlet alapján a hagyományos technológiával telepített burgonya esetében a sortávolság eltérése 7-13% volt, míg precíziós technológia esetében 3-5% között ingadozott. A telepítés során fontos a minél pontosabb ültetés, ugyanis a burgonya növénynek a bakhát közepén kell elhelyezkednie. A hagyományos technológiával telepített gumók elhelyezkedése a bakhát középvonalától 5-15 cm-es pontossággal történt, robotkormányval történő telepítés során az ültetés pontossága azonban 2-4 cm volt. Kísérleteik alapján tehát megállapítható, hogy a robotkormány alkalmazása jóval nagyobb pontosságot tesz lehetővé a munkafolyamatok elvégzése közben.

Másik kísérletben, *Kharel et al. (2020)* a robot vezérelt munkavégzés átfedését vizsgálták műtrágya kijuttatás és permetezés során, a kézi munkavégzéshez viszonyítva. Kutatásukban eltérő alakú és domborzati viszonyokkal rendelkező táblákat használtak, hogy megfigyeljék azok miként befolyásolják a robot vezérlés hatékonyságát. A használt traktor automata kormányzása során 15 cm-es pontosságú jelkorrekció állt rendelkezésre. Megállapították, hogy az autوماتakormányzás csökkenti az átfedést a kézi kormányzáshoz képest, viszont a hatékonyság nem állandó. Szabálytalan alakú táblák esetében nő az átfedés és romlik a

hatékonyság automata kormányzás használata közben is. Összességében tehát megállapítható, hogy az automatakormányzás hatékonyabb a kézi munkavégzéshez képest, azonban a szabálytalan alakú táblák mindkét esetben rontják a hatékonyságot.

2.3. A precíziós tápanyag-utánpótlás lehetőségei, eszközei

Smuk (2013) véleménye szerint a tápanyagutánpótlás komplexfolyamat, amely a növénytermesztés költségeinek egy negyedét teszi ki, ezért nagyon fontos annak szakszerű megtervezése és végrehajtása. Első szempont, a precíziós tápanyagutánpótlásban, a táblák talajtani adottságainak megismerése és ezek alapján több, kisebb-nagyobb méretű menedzsmentzónára osztása. Ezt követi a zónákhoz tartozó elvárt termésszint meghatározása, amely során nem célszerű a gyengébb tápanyag szolgáltató képességű tábla részekről a jobb adottságú részekkel megegyező hozamot elvárni. A következő lépés a fajta vagy a hibrid megválasztása, ami során minden esetben figyelembe kell venni az adott növény tápanyagreakcióját, ugyanis eltérő fajták eltérőképpen reagálnak a műtrágya dózis növelésére, vagy csökkentésére. Végül pedig a műtrágyadózisok zónákra történő differenciálása történik, a talaj tápanyagszolgáltató képességét és a kiválasztott fajta igényeit figyelembe véve.

Schmidt et. al. (2014) a tápanyag-utánpótlás menetét és mennyiségét értékelte és kiemelte, hogy azt minden esetben a talajmintavétel eredményére és a termesztett növényünk igényeinek megfelelően kell végre hajtani. Mivel a talajvizsgálat helyeit rögzíteni tudjuk, így lehetőség adódik a változó dózisú tápanyag-visszapótlásra is. Ha a táblánk talajának heterogén a tápanyag szolgáltató képessége, abban az esetben indokolt a precíziós tápanyag-visszapótlási technológia alkalmazása.

Juhos (2019) szerint a precíziós tápanyag-visszapótlás alkalmazásához elengedhetetlen a táblánk talajtani adottságainak feltérképezése, amely nagy szakértelmet, időt és technikai fejlesztést igényel. Az eddigi ismeretek viszont azt mutatják, hogy a szemléletváltásnak mind gazdasági és mind környezeti előnyei vannak:

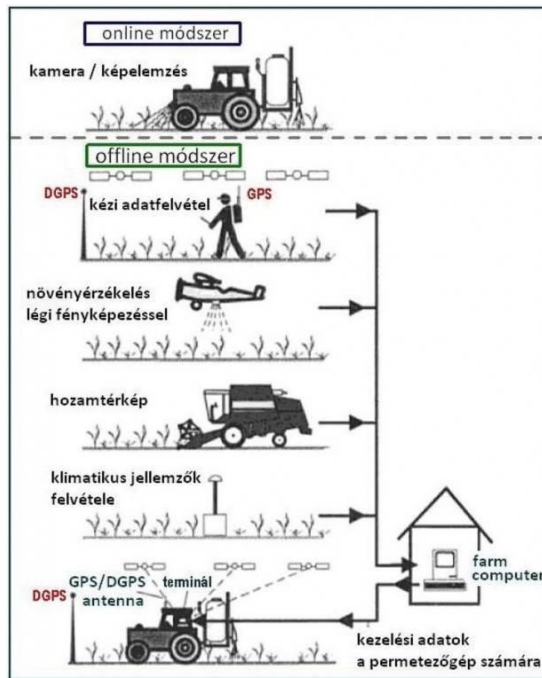
- Pénzügyi megtakarítást jelent a műtrágyadózisok szakszerű optimalizálása.
- A szántóterület növényállománya és termésmennyisége homogénebbé válhat.
- A korlátozó tápelemek felismerésével és visszapótlásával növelhető a termésmennyiség.
- Kiegyensúlyozottabb hozam- és nyereségszint érhető el.
- A felesleges műtrágya felhasználásunk elhagyásával csökkenthetjük a környezet terhelésünket.

2.4. A precíziós növényvédelem lehetőségei, eszközei

Nagy szerepe van a precíziós növényvédelmi technológiáknak a növényvédő szer és kemikália felhasználások csökkentésében. Nő azoknak a területeknek a nagysága, ahol elhagyható a növényvédelmi beavatkozás, továbbá a foltkezelések alkalmazása tényleges növényvédő szer megtakarítást jelent (*Takácsné, 2013*). A helyspecifikus növényvédelmi eljárások alkalmazása mind gazdasági és mind környezetvédelmi előnyöket is jelent, külföldi tapasztalatok alapján akár 40%-kal csökkenthető a felhasznált kemikáliák mennyisége. Ezen technológiák bevezetése ott jelent nagy előrelépést, ahol a szántóterületek nagy heterogenitással rendelkeznek (*Reisinger és Borsiczky, 2013*).

A precíziós növényvédelmi eljárások közös tulajdonsága, hogy a táblán belüli változó, heterogén eloszlást mutató termés mennyiséget és minőséget befolyásoló tényezőket helyi kezelésekkel célozza meg, ami által csökken a felhasznált növényvédőszer mennyisége és javul a megtermelt termék minősége. Lehetővé teszi a termőhelyi viszonyokhoz való minél pontosabb termesztéstechnológia adaptációját a munkagépek térbeli információkkal történő összekapcsolásával, ami a technológia fejlődésének köszönhető. A precíziós növényvédelem három fő tevékenységet foglal magába: viszonylag pontos, folyamatos helymeghatározást; térinformatikai adatfeldolgozást és automatizált helyspecifikus terepi munkavégzést. Ez a három munkafolyamat időben és technikai eszközrendszerében együtt, vagy külön valósulhat meg. Az online (egyidejű) módszer lényege, hogy az adatfelvételezés képi rögzítésen, vagy egyéb rögzítésen alapul, az adatelemzés és feldolgozás után azonnal létrejön az eredmény. Az offline (utófeldolgozáson alapuló) módszernél az adatfeldolgozás és elemzés időben elkülönül (*Pályi, 2019*).

A gyomnövények, kártevők és kórokozók elhelyezkedése térben és időben eltérő lehet, azonban a precíziós technológia lehetőséget biztosít a szántóföldterületek folt kezelésére. Ennek előfeltétele a tábla feltérképezése, azonban a gyakorlatban a kártevők és a kórokozók sújtotta zónák meghatározása bonyolult és nehézkes, ezért jelenleg a helyspecifikus permetezésnek a gyomirtásban van a legnagyobb szerepe (*Dimitrievits et al., 2013*).

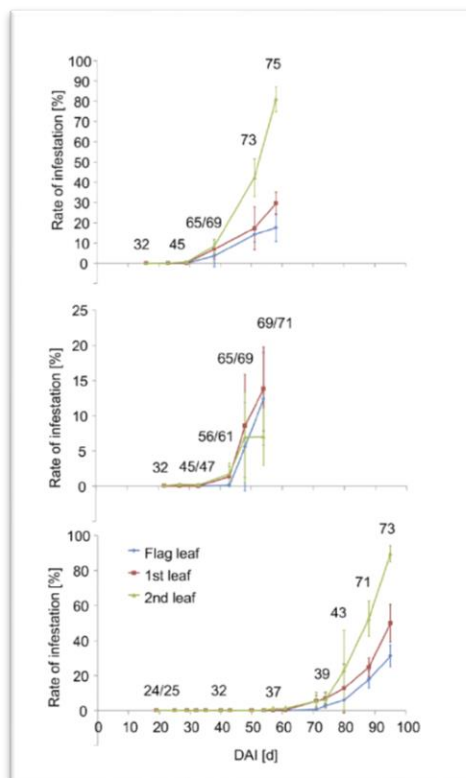


5. ábra. Online és offline eljárásai a helyspecifikus permetezésnek (Pályi, 2019)

A gyomfelvételezés során a gyomnövények felület borítottságát vizsgáljuk, ugyanis ez a mutató áll legközelebb a kártételük módjához. Ez a felvételezés nem vesz igénybe sok időt vagy bonyolult terepi eszközöket (Radó et al., 2013). Lencsés (2009) kísérlete folyamán kukorica állományban vizsgálta a tápanyagutánpótlást és a gyomirtást, majd arra a következtetésre jutott, hogy a táblák 50 %-án volt tapasztalható költség és anyagmegtakarítás precíziós tápanyagutánpótlás segítségével. Ezen felül a gyomirtás szempontjából meghatározta a kritikus küszöbértéket, amely felett már indokolt a helyspecifikus védekezés alkalmazása. Figyelembe vette a védekezés költségét és a megóvott termés értékét is. Az általa meghatározott küszöbérték a 48,85 %-os gyomborítottság, amelytől már érdemes a helyspecifikus technológia alkalmazása. A hagyományos gyomirtás esetén ez a küszöbérték 60 %, míg a 85 %-os gyomborítottságot meghaladó táblák esetében a hagyományos technológia költséghatékonyabbnak bizonyult, mint a precíziós technológia. Kukorelli (2016) szerint a tavaszi precíziós gyomirtási technológiának a gyomfelvételezés alapján kell történnie. A művelet során a táblákat 0,5 hektáros parcellákra kell osztani, melyekben megtörténik majd a felvételezés, ezt követően térinformatikai szoftverrel kiértékelni, végül ezek alapján elkészíteni a kijuttatási térképet.

Egy másik kísérletben Dammer et al. (2021) az UAV felvételek segítségével vizsgálták a rozsda betegségek kialakulását őszi búzában. Kutatásuk során a NGRDI vegetációs indexet használták a fertőzés detektálására, amely sikeres volt. Az NGRDI képek felismerhetően

kimutatták a fertőzött állomány klorofill tartalmának csökkenését. Az UAV képekből előállított NGRDI indexek kellően korán jelezték a betegség felbukkanását ahhoz, hogy azt a gyakorlatban is eredményesen kezelhessék. A 6. ábrán a rozsdá előrehaladási görbéje látható az idő függvényében a fertőzés utáni napok (DAI) szerint a felső három levélen elkülönülve, a betegség súlyossága százalékosan kifejezve (Rate of infestation [%]) három kísérleti évben: 2017 fent, 2018 középen és 2019 alul ábrázolva. A grafikonon belüli számok növekedési szakaszok a BBCH kód szerint.



6. ábra. A rozsdafertőzés mértékének változása őszi búza állományban (Dammer et al., 2021)

2.5. A PGR és myJohnDeere rendszer bemutatása

A digitális forradalom ma már jelen van a mezőgazdaságban is. A gazdák rengeteg információval találkozhatnak, szembesülhetnek ezek előnyével és jövőbe mutató szerepével. Arról azonban sokkal kevesebbet lehet hallani, hogyan építhetők be ezek a megoldások a mindennapokba. Kérdést vet fel az is, hogy mennyire kompatibilisek az egyes rendszerek egymással, milyen további fejlesztési lehetőséget adódnak és mi az az informatikai háttér, amellyel rendszerezni lehet a felhalmozódó adatokat és maximalizálni a következő technológiához tartozó döntések pontosságát. Ezt hivatott segíteni a KITE Zrt. **Precíziós**

Gazdálkodási Rendszere (PGR), mely 2020-ban indult útjára. Ez egy informatikai szolgáltatásrendszer, az agrármenedzsment új generációját jelenti az innovatív műszaki, agrotechnológiai és informatikai megoldások közös platformon megjelenő integrációjaként ([http2](#)).

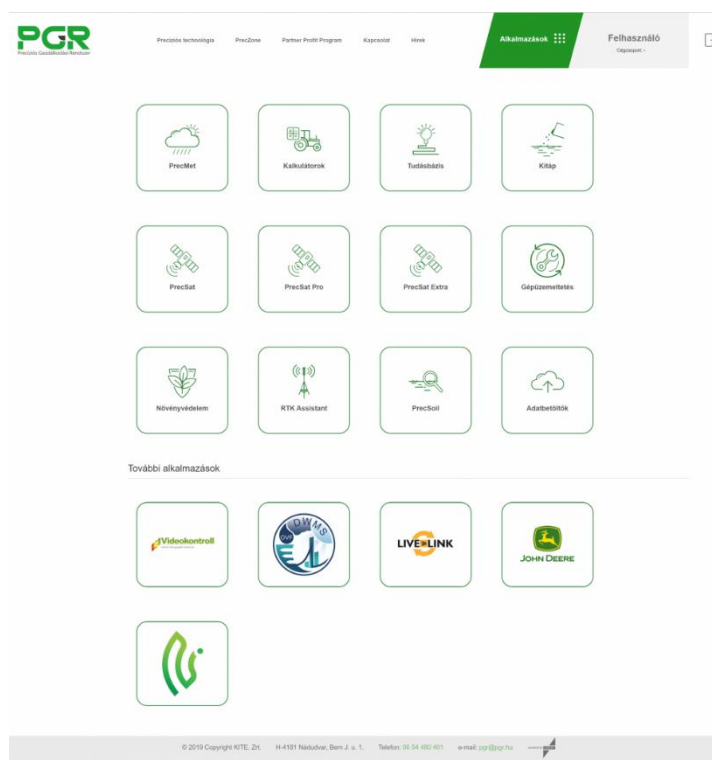
A rendszer három alappilléren nyugszik. A precíziós gazdálkodás innovatív technológiáin, a PrecZone megoldásain, valamint a Partner Profit Program szolgáltatásain keresztül biztosítja, hogy a gazdálkodó átgondoltan, lépésről lépésre növelje a gazdasága fenntartható hatékonyságát ([http3](#)).



7. ábra. A Precíziós Gazdálkodási Rendszer felépülése ([http3](#))

A **precíziós technológiák** olyan műszaki, informatikai, információs- és természetstechnológiai alkalmazások kombinációja, melyek hatékonyabbá teszik a szántóföldi növénytermesztést, a gépüzemeltetést és az üzemszervezést. A feldolgozott információk felhasználásával történő agrotechnikai beavatkozások összessége, mely sok esetben automatikus módon történik úgy, hogy a környezetvédelmi és fenntarthatósági elvárásokat is támogatja. Minden gazdaságban különböznek az adottságok (éghajlat, talaj, termesztett növények, géppark stb.), ezért a precíziós technológiákat lépésről lépésre vezetik be. A szántóföldi növénytermesztés agrotechnológiáját az újdonságoknak megfelelően, a helyspecifikusságot szem előtt tartva kell megújítani. Ehhez a modern géprendszer (navigációs rendszerek, RTK hálózat, alkalmas munkagépek stb.) rendelkezésre áll, és korszerű inputanyagok (pl. vetőmagvak, műtrágyák és növényvédőszer) is alkalmazhatók, azonban ezeket az elemeket rendszerbe kellett foglalni ([http3](#)).

A precíziós gazdálkodásban nagyon sok adat kerül rögzítésre, amiket információkká kell alakítani. A **PrecZone** egy olyan digitális platform, mely megoldást nyújt a mezőgazdaságban keletkező adatok gyors és egyszerű döntéstámogató információvá történő átalakítására. A gazdálkodás során rengeteg adat keletkezik, ezek összegyűjtése, rendszerezése, kielemezése és ez alapján történő döntéshozatal a különböző munkafolyamatokban a precíziós gazdálkodás megvalósulásának legmagasabb szintjét jelenti. A PrecZone digitális terében több alkalmazás fejlesztése indult el és 2020. januárjában megkezdődött a tesztelés a KITE Zrt. 600 partnerének bevonásával. Jelenleg 14 digitális megoldást is meghaladja azoknak az alkalmazásoknak a száma, amelyek bevezetésre kerültek a mezőgazdasági szolgáltatási piacra (<http3>).



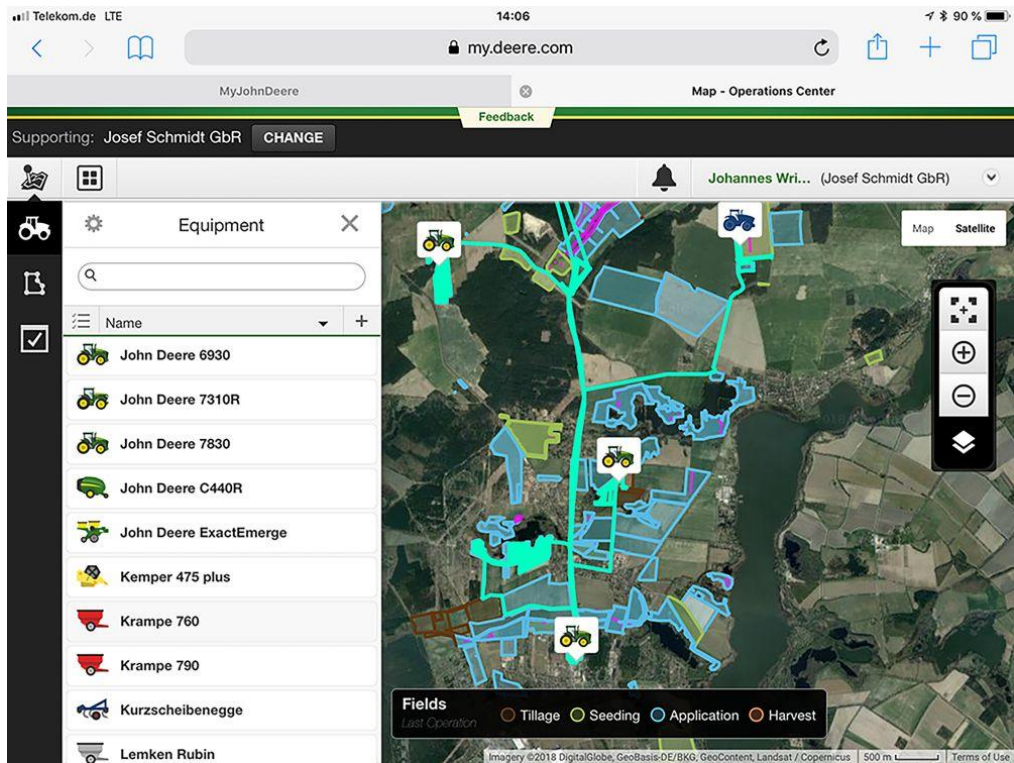
8. ábra. A PGR rendszeren belül használható alkalmazások (<http3>)

A **Partner Profit Program** egy tanácsadási rendszer, melynek célja a termelők részére a termelésben lévő többletjövedelem realizálása. A KITE Zrt. szaktanácsadással segít a gazdálkodóknak eligazodni a 21. század kihívásai közepette. Eljuttatja a legújabb nemzetközi innovációkat, melyeknek a mindennapi gyakorlatba való beépítésével és rendszerszintű alkalmazásával segíti elő a partnerek jövedelmezőségének és fenntartható gazdálkodásának javítását (<http3>).

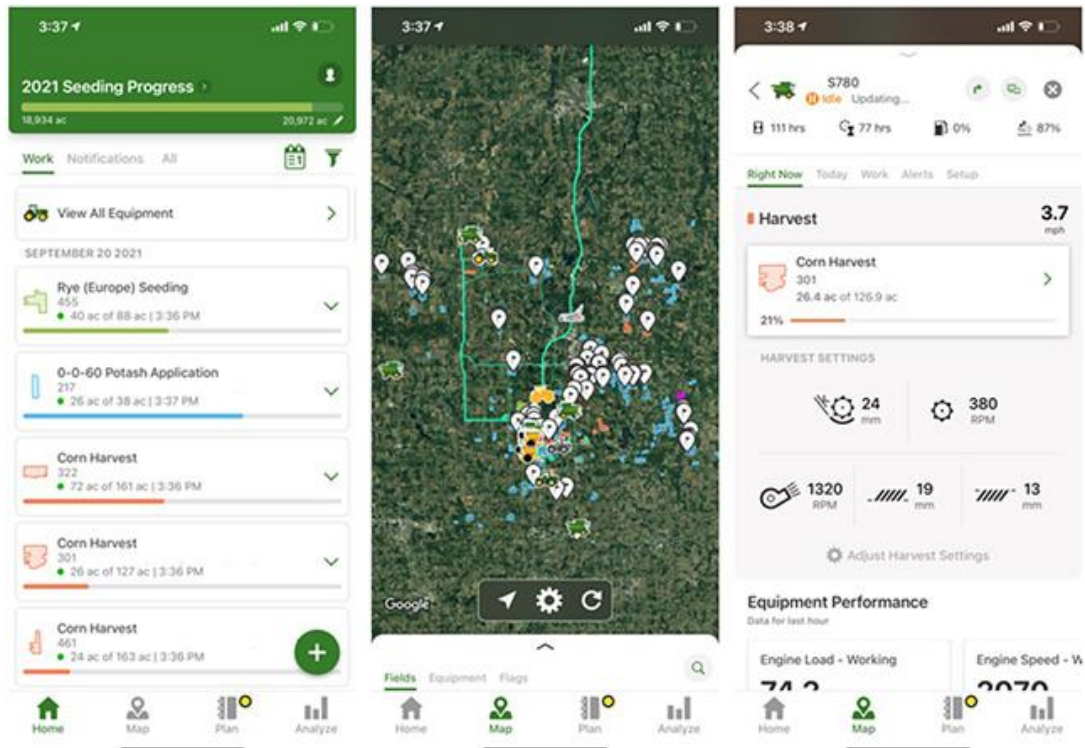
A mai, korszerű mezőgazdasági gépek feladatává vált a munkaművelet precíz elvégzése mellett az adatok begyűjtése, tárolása, továbbítása, feldolgozása és értelmezése. A John Deere gépek estén a **MyJohnDeere** felület számos lehetőséget és funkciót biztosít a gazdálkodók számára. Az aktuális szervezetben lévő gépekről átfogó információt kapunk a helyelőzményekről, aktuális pozícióról, motorüzemóra alakulásáról, gépkihasználatáról, üzemanyag-információkról, motorinformációkról, működési hőmérsékletekről, átlagos rendszerfeszültségről, kerékcsúszási adatokról stb (*http4*).

Mindezek mellett további funkciókat is szolgáltat a rendszer (*http4*):

- A térképen látható a táblák körvonala, ahol különböző színekkel jelzi a rendszer az utoljára elvégzett műveletet. Látható a traktorok aktuális pozíciója és az aznapi bejárési útvonal, ahol közlekedtek.
- Különböző szintű jogosultságok állíthatók be a fiók adataihoz hozzáférő személyeknek, letilthatók vagy meghívhatók más személyek.
- Különböző térképek segítségével differenciált vetési, műtrágya-kijuttatási és változó mélységű talajművelési előírás készíthető.
- Megtekinthető a rendszerbe feltöltésre került fájlok feldolgozottsági állapota, ellenőrizhető, hogy milyen forrásból származnak a fájlok, archiválható, tovább küldhető, törölhető és újra feldolgozható a beérkezett fájlok.
- Beállítható egy virtuális határ és üzenetet küld, ha a gép ki-, vagy belép a területre.
- Információt küld, hogy milyen karbantartás következik.
- Megmutatja, hogy az adott időszakban mennyit fogyasztott a gép szállítás közben, alapjáraton és talajmunkában. Mekkora volt a motorterhelés az adott folyamatban, mennyi üzemanyagot fogyasztott összesen és hány üzemóráig tartott az adott folyamat.
- A beérkező adatok feldolgozása után táblaszintű elemzéseket láthatóak az elvégzett műveletekről. Visszakereshető, hogy mikor milyen műveletet végeztek a táblán. Összehasonlíthatóak a különböző adatok.
- Táblaszintű összesítések készíthetők a vetésről, a betakarításról, valamint az inputanyag kijuttatásról.
- A saját munkák mobilapplikációból bekerülő adatai között tud keresni, szűrni.
- Különböző munkafolyamatokat lehet megtervezni és elküldeni a gépnek.



9. ábra. A MyJohnDeere Operation Center számítógépes felülete (<http4>)



10. ábra. Operation Center mobil applikációja (<http5>)

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgált családi gazdaság bemutatása

A Kevi Növény Kft. Jász-Nagykun-Szolnok vármegyében található, Túrkevétől mindössze 6 km-re. Hozzá tartozik még a Berico szárító telepe, amely nagyban segíti a céget a termények tisztításában, szárításában és tárolásában. Fő tevékenységünk a gabonafélék (őszi búza, őszi árpa, őszi zab, kukorica, hibridkukorica, csemegekukorica), hüvelyes növények (borsó) és olajos magok (napraforgó) termesztése, valamint a vetőmagtermesztés. Mindezt 1585 hektáron valósítjuk meg, Túrkeve közigazgatási területén, a Nagytanya 10 km-es sugarú körzetében.

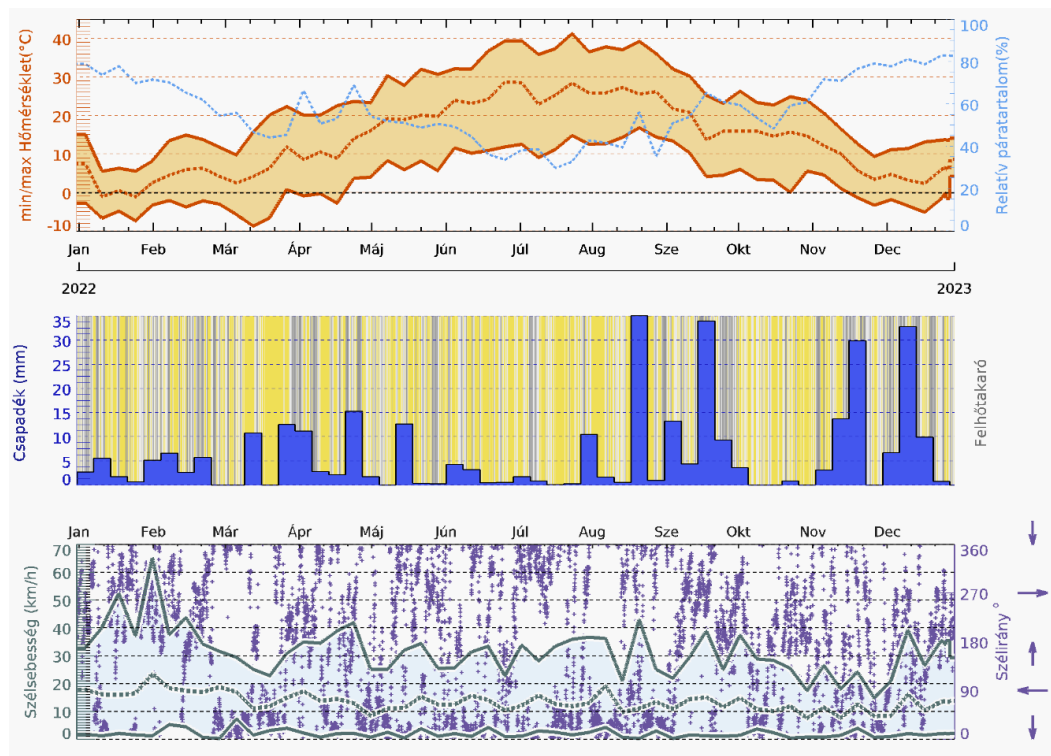
A gazdaság talajművelő gépei: öt fejes, váltvaforgató, réselt kormánylemezű Lemken eke; 8 m-es Väderstad kombinátor 15 cm-ig; 4 m-es Väderstad Top Down kultivátor 30 cm-ig; 8 m-es Väderstad Carrier síktárcsa 15 cm-ig; 7,2 m-es Kühne IH nehéztárcsa 20 cm-ig; 3 m-es 7 késes Gaspardo-Maschio középmeélylazító 50 cm-ig; 3 m-es 7 késes Ermo középmeélylazító 50 cm-ig; 5 m-es John Deere Diskripper tárcsászlazító 30 cm-ig és 9,2 m-es függesztett szántáselmunkáló nehézborona 12 cm-ig.

3.2. A vizsgált területek földrajzi elhelyezkedése és agroökológiai adottságai

A területek Dél-Kelet Magyarországon, a Berettyó partján elhelyezkedő Túrkeve térségében fekszenek. Az évi középhőmérséklet 10 °C körül mozog, ehhez hozzáteszem, hogy 2011-ben országos melegrekord dőlt meg a városban (39,1 °C), így kapta meg Magyarország legforróbb települése címet. A 2017-2018-as évek csapadék mennyisége 510-540 mm. Részletesebb csapadék adatokra a következő alfejezetben térek ki. Az északi, észak-keleti, valamint a déli szélirány a leggyakoribb. A táj 80-105 m tengerszint feletti magasságú. Az Alföldre jellemző felszíni síkság kedvező a mezőgazdaság, csatornaépítés és az úthálózat kiépítésének is (*Győri 2001*).

3.2.1. Csapadék adatok

A kontinentális éghajlati övön belül ez a vidék az, amelyet igen szélsőséges időjárási viszonyok jellemeznek. Különösen a csapadék mennyiségének nagymértékű ingadozása jelentősen befolyásolja a mezőgazdasági termesztés sikerességét. A 2022-es év kiugrónak számít az extrém szárazság miatt, amelyet a *11. ábra* is mutat.

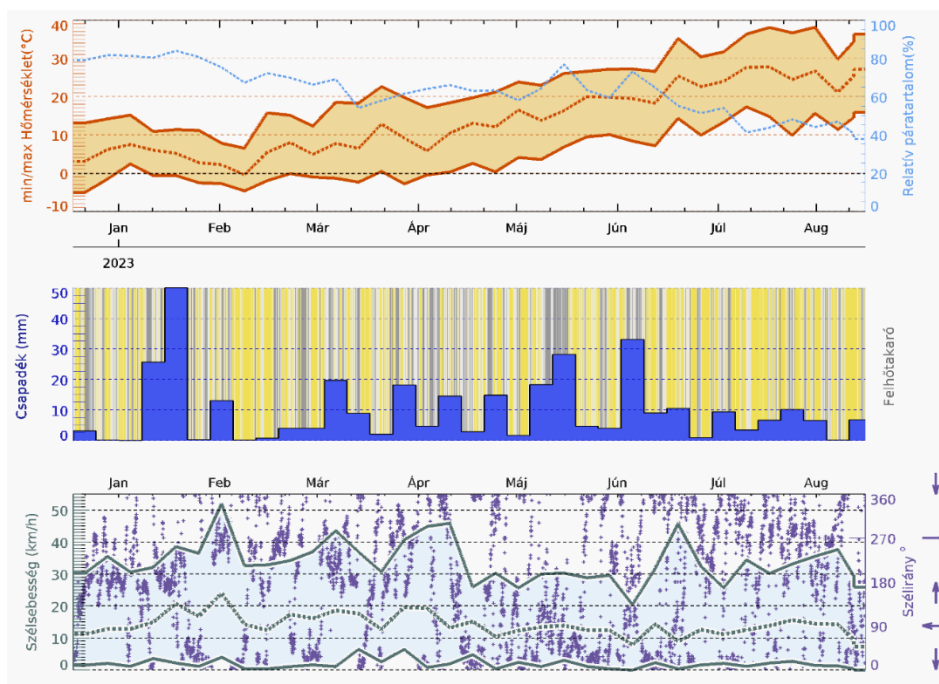


11. ábra. Túrkeve hőmérséklet, csapadék, szélsebesség és páratartalom jellemzője 2022-es évben, hónapokra lebontva

(Forrás: www.meteoblue.com)

Az 11. ábrán a legfeltűnőbb talán a csapadék eloszlása. Jól megfigyelhető, hogy a legtöbb csapadék az őszi - téli hónapokra tehető, de jelentős ingadozás jellemzi a mennyiséget. Előfordul, hogy egy nap leesik 25 mm eső, míg máskor egész hónapra van ez a mennyiség elosztva. A téli hónapokban mérsékelt havazás figyelhető meg, míg a tavaszt és a nyarat kisebb esőzések jellemzik. A legszárazabb időszak nyárra tehető, illetve a tél eleji hónapokra. 2022-ben az éves összes csapadék mennyisége 368 mm volt. A nagy szél a növények megdőlésére lehet veszélyes, de ez a téli és a tavaszi hónapokra is jellemző, amikor a növény még nem érte el a kellő magasságot a veszteséghez.

Ezzel szemben a 2023-as évben már több csapadék volt a térségben, ami a növényeknek is kedvezett. Augusztusig mindössze 344 mm csapadék hullott le (12. ábra). Gazdálkodás szempontjából kedvezőbb volt az idei év, viszont légköri aszályra továbbra is számítani lehetett.



12. ábra. Túrkeve hőmérséklet, csapadék, szélsebesség és páratartalom jellemzője 2023-as évben, augusztusig lebontva

(Forrás: www.meteoblue.com)

3.2.2. A vizsgált területek talajának jellemzői

Területeink nagy részén a réti csernozjom talajtípus jellemző, átlagosan 30-32 aranykorona értékkel. Kötött talajoknak tekintjük ezeket, ugyanis 46-50 Arany-féle kötöttség jellemzi őket, amely a belvízzel való harcunkat is felerősíti. Ezért is kedveljük jobban a szárazabb éveket, amikor általában több a termés. A pH semleges tartományra esik, 6,9-7,1 között mozog, emellett 2,5-3,8 % humusztartalommal büszkélkedhetünk.

3.3. A precíziós gazdálkodásban használható gépek és eszközök bemutatása

A precíziós technológiák bevezetésére és fejlesztésére vonatkozó akadályokat a John Deere kiemelkedően megugrotta az elmúlt években, melyet az új traktorok korszerűsítésében is tapasztalhatunk. Cégünk egy JD 6R 145 típusú traktorra ruházott be, ami egy helyspecifikus (GPS/DGPS, RTK megfelelő), precíziós munkavégzésre alkalmas traktor. Segítségével megkönnyítjük a dokumentációt a szántóföldi munkákban és kompatibilis más precíziós munkagépekkel is. A rendszer használatához szükség van egy vevőre, kijelzőre, JDLink kapcsolatra és a John Deere Operations Center felületen létrehozott fiókra. A StarFire-műholdvevők saját referenciaállomás-hálózatokat használnak, így kiváló jelpontossággal rendelkeznek. Intuitív érintőképernyős kijelzővel van felszerelve, ISOBUS-kompatibilis,

egyszerű menüvel és testreszabható képernyővel rendelkezik. A JDLink kétirányú összeköttetést biztosít a termény- és gépadatoknak az Operations Center felületére való automatikus feltöltéséhez és valós idejű távoli nyomon követéshez, ráadásul biztonságosan tárolja a gép- és terményadatokat, valamint a szántóföldi munkákat.



13. ábra. John Deere 6R 145 traktor

További beruházásunk a John Deertől egy M732i/24m típusú szántóföldi vontatott permetezőgép, amely ISOBUS-on keresztül vezérelt munkagép, így BoomTrac-szórókeret szintezést és magasság szabályozást, valamint AutoDilute automatikus vegyszerhígítást és öblítést is képes végrehajtani. Önműködő dózisszabályozás, nyomás- és áramlásérzékelővel van felszerelve, a szórókeretet pedig képes 3 méterenként (6 fúvóka 50 cm-es távolságban egymástól) szakaszolni.



14. ábra. John Deere M732i/24m szántóföldi vontatott permetezőgép

A másik precíziós munkagépünk a KITE Zrt.-től egy Rauch Axis-H 30.2W függesztett műtrágyaszóró, amely gyors, precíz és hatékony tápanyag-kijuttatásra ad lehetőséget, továbbá alkalmas a táblára tápanyag- vagy hozamtérkép alapján történő, GPS vezérlésű, változtatható mennyiségű kijuttatásra is. A felszerelt TELIMAT T-25 mezsgyeszóróval elkerülhető a táblaszéleken, utak, csatornák mellett feleslegesen kiszórt műtrágyaszórás. Az anyag-áram elzárása, szabályozása elektromos munkahenger segítségével, a műtrágya fajtájától, a munkaszélességtől és haladási sebességtől függően automatikusan történik. Folyamatosan méri a tartályban lévő műtrágya tömegét, ezáltal pontosítja a szabályozást, továbbá pontosan dokumentálható a kijuttatott műtrágya mennyisége is. Hidraulikus hajtású röpitőtárcsája és az elektromos anyagáramlás szabályozása nagy adagolási pontosságot biztosít 18-28 m-es (S4-es tárcsával) és 24-36 m-es (S6 VXR-es tárcsával) munkaszélességben.



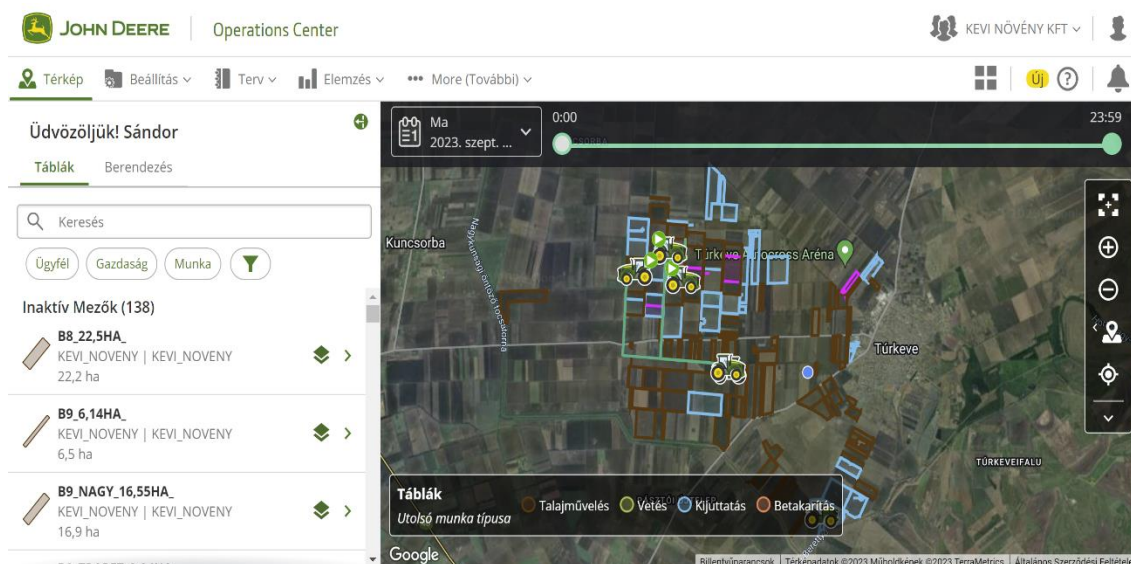
15. ábra. Rauch Axis-H 30.2W függesztett műtrágyaszóró

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A precíziós gazdálkodásra való áttérés első lépései

Első körben az Operations Centerbe rögzítettük a gazdaságban művelt táblák határvonalait és nyomvonalait a műholdfelvételek alapján. Az információk megjelennek a traktor kijelzőjén is, így egyszerűbbé válik a táblán belüli adatrögzítés a kezelőnek. Az elvégzett munkák automatikusan felkerülnek a rendszerbe, ráadásul előre megtervezett feladatokat is ki lehet küldeni a berendezésnek.

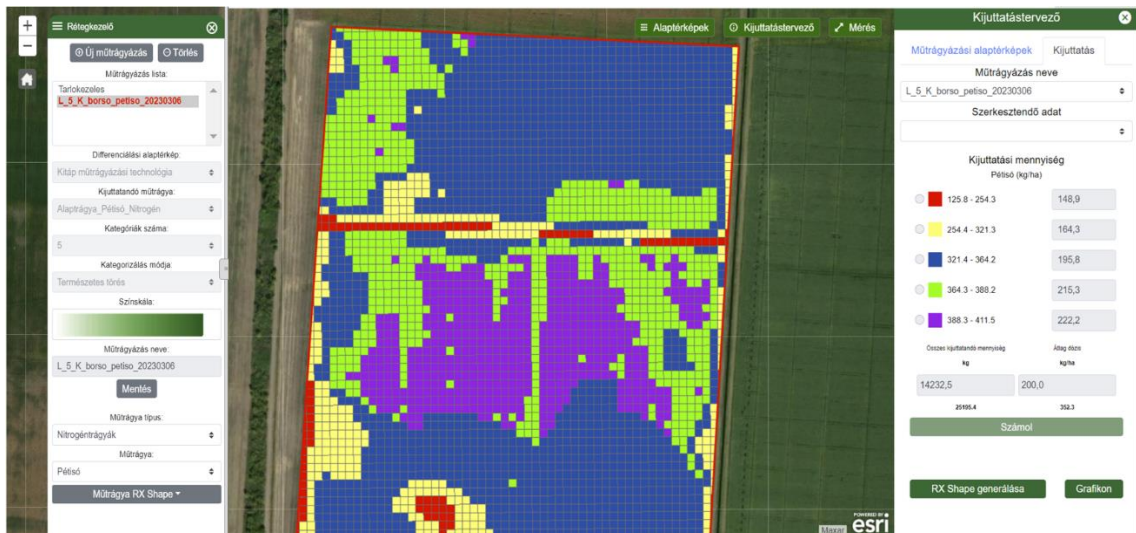
A tapasztalatok alapján, a műholdfelvételekről készült területi határok és AB egyenesek nem azt mutatták, ahogy az valójában volt. Néhány táblánál több méteres volt az eltérés, ráadásul a nem megfelelően felvett határ az egyenest is nagyban elrontotta.



16. ábra. A Kevi Növény Kft. művelésbe vont táblái az Operations Centerbe felvezetve

4.2. A precíziós műtrágyaszórás eredményeinek bemutatása

A 2023-as évben a precíziós technológiák kipróbálására kezdésként a műtrágyaszórásra került sor, ahol tavaszi velőborsó földet trágyáztunk egyik helyen differenciált kijuttatással, a másik helyen pedig hagyományos módon. A fajta és minden más munkálatok megegyeztek, csak a tápanyagkijuttatásban volt különbség. Átlagosan 200 kg/ha pétisót juttattunk ki mindkét táblára 2023. március 6-án, viszont az egyik területre a PGR felületen készítettünk egy kijuttatási térképet, a KITE Zrt. által vett talajminták eredményei alapján. Ennek segítségével a traktor bizonyos blokkokban tudta változtatni a műtrágya kijuttatott mennyiségét. A kijuttatási térképen belül 5 kategóriát különítettünk el, természetes törés módja szerint. A 17. ábrán látható a PGR-ben a kész térkép, amit elküldtünk a traktorra.



17. ábra. A PGR területén tervezett kijuttatási térkép

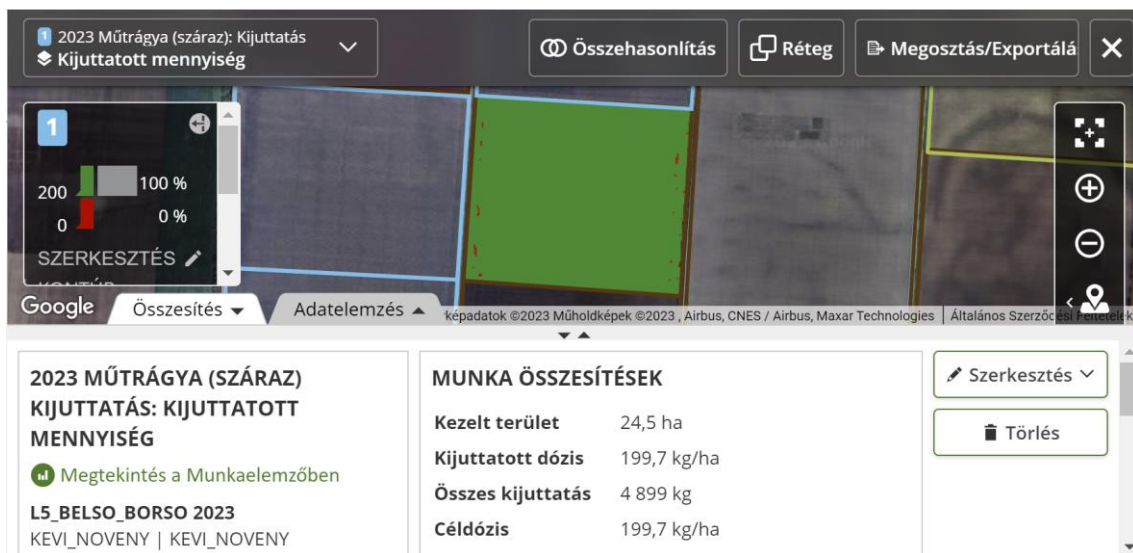
A tervezőben jól látszik, hogy a program a talajminták eredményei alapján változtatja a kijuttatott műtrágya mennyiségét, amit átlagosan 200 kg/ha-ra állítottunk be. A nagyobb termőképességű részekre több, a kisebb termőképességű részekre kevesebb pétisót osztott, így maximalizálja a talaj adottságait.



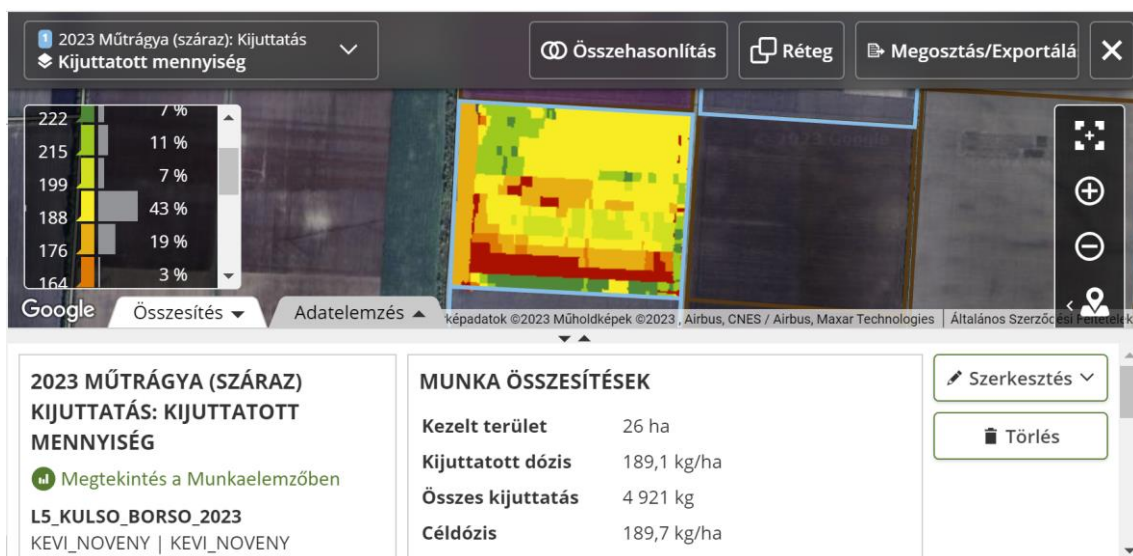
18. ábra. A műtrágyaszóró beállításai, illetve a monitoron megjelenő kijuttatási térkép

Azon a táblán, ahol hagyományos kijuttatást végeztünk, 24,5 hektáron összesen 4898,8 kg pétisót használtunk fel, ami 199,6 kg/ha-nak felel meg (19. ábra). Ezzel szemben a differenciált kijuttatásnál 26 hektáron 4921 kg pétisót használtunk, ami átlagban 189,3 kg/ha (20. ábra). Eredményül tehát 10,3 kg műtrágyát sikerült megspórolnunk hektáronként a precíziós kijuttatásnak köszönhetően. Ettől függetlenül mi a betakarított termés mennyiségét vesszük alapul. A további munkaműveletek megegyeztek mind a két táblán (2. táblázat). Aratást

követően összehasonlítottuk a két tábla terméseredményeit. A már megszokott módon művelt táblában 1,4 t/ha, míg a precíziós műtrágyázással termelt táblában 1,8 t/ha termést sikerült betakarítanunk. Összegezve tehát, szokásos módon kijuttatva 4899 kg műtrágya 34,3 tonna termést eredményezett 24,5 hektáron, míg differenciáltan 4921 kg pétisót juttatunk ki 26 hektárra és 46,8 tonna termést sikerült betakarítanunk. Ez alapján, hektárra levetítve, 2266 ft/hektárt spóroltunk meg a differenciált kijuttatás során, 220 000 ft/tonna pétisó árral számolva.



19. ábra. Hagományos módon kijuttatott műtrágyázás összesítése és a kijuttatási térkép



20. ábra. Differenciált kijuttatással műtrágyázott tábla összesítése és a kijuttatási térkép

2. táblázat. Tavaszi velőborsó agrotechnikai műveletei 2023-as évben a Kevi Növény

Kft.-ben

szántás elmunkálás tárcsával	2023.02.14-15	IH nehéztárcsa		
műtrágyaszórás	2023.03.06	Pétisó	200	kg/ha
magágykészítés kombinátorral	2023.03.06	NZA kombinátor		
borsó vetés	2023.03.07-08		410	kg/ha
hengerezés	2023.03.07-08	HE-VA henger		
növényvédelem	2023.03.08	Dual Gold	1,6	l/ha
öntözés 2x	2023.03.21		258,5	m3/ha
növényvédelem	2023.04.28	Basagran Tropotox	1,5 2	l/ha
növényvédelem	2023.05.02	Judo Amistar Sun	1,2 1	l/ha
öntözés	2023.05.04		113,7	m3/ha
öntözés	2023.05.09		130,5	m3/ha
növényvédelem	2023.05.26	Cuproxat Karate Zeon	5 0,15	l/ha
öntözés	2023.06.01			
betakarítás	2023.06.26- 07.10			
tarlólántás tárcsával	2023.07.11	Carrier tárcsa		
növényvédelem	2023.08.29	Roundup Mega Trend	3 0,2	l/ha

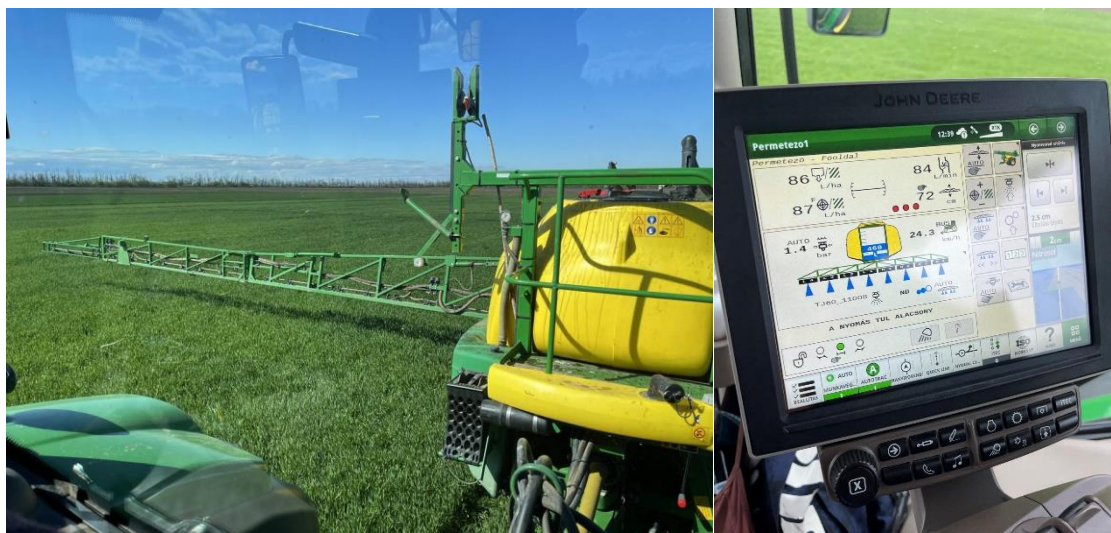
4.3. A precíziós növényvédelem eredményeinek bemutatása

A következő, nagyobb előrelépés a cég életében az automatikusan szakaszoló, vontatott permetezőgép használata. A munkagép beszerzése előtt a kezelő a keret szélességét és a szerelvény hosszúságát figyelembe véve „szemre” határozta meg mikor kell be- és kikapcsolni a szórást, ráadásul a megfelelő nyomvonalakat is meg kellett jelölni a táblavégeken, hogy ne legyen se elhagyás, se rászórás egy adott részre.



21. ábra. A pályázat előtt használt szerelvény

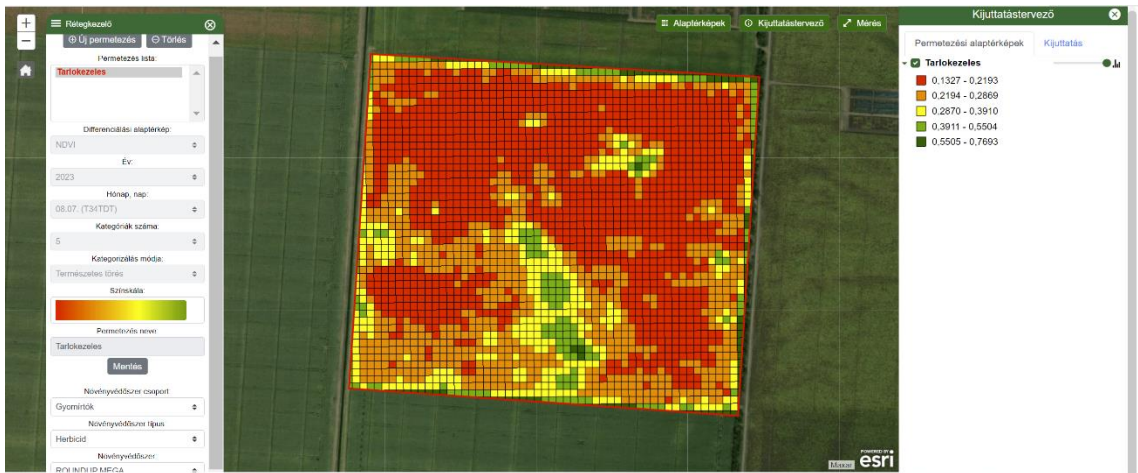
Az új permetezőgép nagyban megkönnyítette a traktoros munkáját, hiszen a paramétereket a gépbe beírva már automatikusan módosította az előzőleg létrehozott nyomvonalat, ráadásul automata kormányzással tudja is tartani azt. Az AutoTrack segítségével láthatóvá vált a szórás és automatikusan lekapcsolt, ha már egy bejárt területre tért vissza. Az előre beállított céldózist is képes tartani a rendszer, sebességétől függetlenül.



22. ábra. Az új permetezőgép használat közben és a beállítási felülete

A következő kísérletben egy NDVI-os (Normalizált Vegetációs Index) kijuttatási térképet készítettünk borsó tarlókezeléséhez, főként fenyércirokra (*Sorghum halepense*) koncentrálnva, ugyanúgy a PGR területén. Kíváncsiak voltunk, hogy mekkora fenofázisban lévő gyomnövényeket képes még észre venni a Sentinel-2 műhold. Itt is, ugyanúgy mint a műtrágyázásnál, két tábla közül az egyiket ezzel a módszerrel kezeltük, míg a másikat a már

megszokott módon. A differenciált kijuttatási térképet a 2023.08.07-es NDVI térkép alapján, természetes törés módszerével készítettük és 5 kategóriát különítettünk el. A kategóriák a 23. ábrán láthatóak, piros színnel, ahol nem látott zöld gyomnövény felületet a műhold és sötét zölddel, ahol a legnagyobb NDVI értéket mérte. A kezelést augusztus 11-én végeztük, Roundup Mega és Trend használatával (2. táblázat). A totális gyomirtó kijuttatott mennyiségében arra a határozásra jutottunk, hogy azokon a részeken, ahol 0,2193 alatt volt az NDVI érték, ott nem végzünk kijuttatást, hiszen feltételeztük, hogy ezeken a területeken nincs gyomnövény. A többi kategóriában 3 l/ha-os dózist választottunk a biztos hatás elérése érdekében (24. ábra).



23. ábra. Az augusztus 7-ei NDVI differenciálási alaptérkép, kategóriákra lebontva



24. ábra. A kijuttatási térkép a gyomirtószer mennyiségének meghatározásával, illetve ugyanez a térkép a traktor képernyőjén megjelenítve

A 26 hektáros táblában, ahol hagyományos módon a gépkezelő a saját szemére, tapasztalatára bízva kapcsolgatta ki és be a permetezőt, összesen 7,3 hektárt kezeltünk és 1468,2 liter permetlét használtunk fel. A 24,5 hektáros táblában történt az NDVI-os differenciált kijuttatás, ahol 4679 liter permetlé került felhasználásra. Mindkét helyen 3 l/ha Roundup Mega és 0,2 l/ha Trend lett bekeverve 200 l/ha vízzel. A nagy vízmennyiség különbsége arra vezethető vissza, hogy valószínű szigorú volt az NDVI-os térképezés tervezése és nem csak a fenyércirkot vette figyelembe, hanem más gyomnövényeket is, míg a másik táblában csak a fenyércirokra koncentráltunk.



25. ábra. Tarlókezelés előtti és utáni fenyércirok állapota

5. Következtetések és javaslatok

A kísérletekből levont tapasztalatok után azt állapítottuk meg elsősorban, hogy a műholdfelvételek alapján készített határvonalak és AB egyenesek messze álltak a valóságtól. A pontos mezsgyét szinte sose sikerült berajzolni, ezáltal az egyenesek sem lettek jók. Arra gondoltunk, hogy a műhold és a rendszer között nagy a torzítás. Ez alapján azt javaslom a rendszer használóinak, hogy a vetés lefedési térképe alapján készítsenek határt, hiszen nagy valószínűséggel az lesz a legpontosabb, illetve a vetőtraktor által felvett egyenest kell mérvadónak venni és átrakni a többi traktorba.

A precíziós műtrágyázás jelentős mértékben csökkentette a felhasznált műtrágya mennyiségét hektáronként. Ezáltal nem csak pénzt takarítottunk meg, de hozzájárultunk a fenntartható mezőgazdasághoz is, csökkentve a környezeti terhelést. A precíziós technológia alkalmazásával magasabb termésátlagot értünk el. Az átlagos termés 0,4 t/ha-al növekedett a differenciált kijuttatással kezelt területen. Ez jelzi, hogy a pontosabb tápanyagellátás pozitív hatással van a növények fejlődésére és a terméshozamra. Az eredmények alapján érdemes további elemzéseket végezni a különféle talajtípusokon és időjárási körülmények között. Ez lehetővé teszi a módszer további finomítását és optimalizálását, mint például a vízháztartás javítása, kártevők és betegségek kezelése, valamint a termés minőségének növelése terén. Javaslatom a cég számára, hogy érdemes lehet fontolóra venni a precíziós technológiák szélesebb körű alkalmazását, hogy maximalizálják a terméshozamot és minimalizálják a termelési költségeket.

Az automatikusan szakaszoló permetezőgép lehetővé tette a paraméterek beállítását, a nyomvonalak automatikus kijelölését és az előre beállított céldózisok megtartását. Ez nemcsak az időt takarította meg, de pontosabb és hatékonyabb növényvédelmi kezeléseket is tett lehetővé. Az automatizált működés és a pontos növényvédelem minimalizálta a növényvédelmi szer felhasználást, ezáltal csökkentette a költségeket és maximalizálta a hatékonyságot. Ezen előnyök alapján a precíziós növényvédelem használata hatékonyabb és fenntarthatóbb növényvédelmet biztosít, javítja a termelékenységet és csökkenti a költségeket. A cég számára érdemes lehet továbbfejleszteni és terjeszteni ezen technológiák használatát a mezőgazdasági gyakorlatban.

Az NDVI-alapú differenciált kijuttatási térkép használata elősegítette a pontosabb növényvédelmi kezelést. A differenciált dózisok alkalmazása során csak ott használt növényvédelmi kijuttatást, ahol valóban szükség volt rá. Ez hatékonyabb gyomirtást eredményezett. Hátránya volt, hogy az egész táblát be kellett járni, ami időbe telt, illetve már

az alacsony NDVI értékű területeken is kijuttatást végzett, így nagyobb lett a vízfelhasználás. A differenciált növényvédelmi kijuttatásra további kísérleteket javaslok, hogy jobb képet kapjunk milyen helyzetekben és szituációkban éri meg valóban használni a technológiát.

Mindenképpen érdemes hangsúlyozni, hogy a precíziós technológiák nagy potenciált hordoznak a gazdaságban, azonban ezek teljes kihasználásához képzett szakemberre van szükség, aki megfelelően tervezi meg a precíziós munkafolyamatokat, hogy azok sikeresek és hatékonyak legyenek. Emellett az erőgép vezetőinek is nyitottnak kell lennie az új technológia iránt, azok helyes elvégzése érdekében.

6. Összefoglalás

A precíziós mezőgazdaság olyan módszerek és technológiák alkalmazását jelenti a mezőgazdaságban, amelyek lehetővé teszik a termelés fokozott hatékonyságát és fenntarthatóságát. A hazai piacon a precíziós technológiák növekvő népszerűségével egyre több olyan vállalkozás jelent meg, amely precíziós lehetőségeket kínál, és ezek a vállalkozások különböző megoldásokat adnak a gazdálkodóknak a saját földterületeik pontos feltérképezéséhez és helyes kihasználásához.

A dolgozatom célja az volt, hogy összehasonlítsam a precíziós technológiák bevezetése előtti is utáni gazdálkodást a túrkevei Kevi Növény Kft.-ben. 2022-ben sikerült beruházni egy John Deere 6R 145 traktorra, egy John Deere M732i/24m típusú szántóföldi vontatott permetezőgépre és egy Rauch Axis-H 30.2W függesztett műtrágyaszóróra. A gépek segítségével már könnyebben el tudtunk indulni a precíziósan végrehajtható munkák felé.

Kezdetben a John Deere rendszerébe, az Operations Centerbe rögzítettük a táblák határait és nyomvonalait a műholdfelvételek alapján. Ez az információ megjelent a traktor kijelzőjén, egyszerűsítve a táblán belüli adatrögzítést. Az elvégzett munkák automatikusan rögzítésre kerültek, és előre tervezett feladatok is küldhetők a berendezésnek. A tapasztalatok szerint a műholdfelvételekről készített határvonalak és AB egyenesek messze álltak a valóságtól. A pontos mezsgyét szinte sose sikerült berajzolni, ezáltal az egyenesek sem lettek jók. Arra gondoltunk, hogy a műhold és a rendszer között nagy a torzítás. Javaslatom szerint, a vetés lefedési térképe alapján kellene határt készíteni, illetve a vetőtraktor által felvett AB egyenest mérvadónak venni. Eredményül a gazdaságnak egy jól lefedett területi térképe lesz és az összes traktor ugyanazon egyenesen tud dolgozni a precizitás növelésével.

2023. márciusában differenciált műtrágyaszórással kísérleteztünk tavaszi velőborsó területen 26 ha-on, míg egy 24,5 ha-os területen hagyományos módszert alkalmaztunk. A fajta és egyéb munkafolyamatok azonosak voltak, csak a tápanyagkijuttatásban volt eltérés. Mindkét területre átlagosan 200 kg/ha pétisót állítottunk be, de az egyik területen a talajminták alapján differenciált kijuttatási térképet használtunk, amit a PGR felületén hoztunk létre. Ez lehetővé tette, hogy a traktor bizonyos zónákban módosítsa a műtrágya kijuttatott mennyiségét, a nagyobb termőképességű részekre több, a kisebb termőképességű részekre kevesebb pétisót osztott. A differenciált kijuttatási térkép 5 kategóriát tartalmazott, természetes törés módja szerint. Összegezve, a differenciált műtrágyaszórási táblában 4921 kg pétisót juttatunk ki 26 hektárra, ami 189,3 kg/ha-nak felelt meg és 1,8 t/ha termést sikerült betakarítanunk. A hagyományos módon szórt táblában 4899 kg pétisó került kiszórássra 24,5 hektáron, ami 199,6

kg/ha-t jelent és 1,4 t/ha termést eredményezett. Az eredmények alapján érdemes további elemzéseket végezni a különféle talajtípusokon és időjárási körülmények között, hiszen a pontosabb tápanyagellátás pozitív hatással van a növények fejlődésére és a terméshozamra, illetve minimalizálható a termelési költség is.

A precíziós növényvédelem bevezetéséhez az új permetezőgép jelentősen megkönnyítette a munkánkat. A gépbe beírt paraméterek alapján automatikusan módosította az előzőleg létrehozott nyomvonalat, és az automata kormányzással képes volt követni azt. Láthatóvá vált a szórás, és automatikusan lekapcsolt, amikor egy már bejárt területre tért vissza, emellett a rendszer képes volt tartani az előre beállított céldózist, függetlenül a sebességtől.

Egy másik kísérletben NDVI-os kijuttatási térképet készítettünk borsó tarlókezeléséhez, főként fenyércirokra koncentrálni. Ugyanúgy, mint a műtrágyázásnál, két táblát hasonlítottunk össze, ahol az egyiket ezt a módszert alkalmaztuk, míg a másikon a hagyományosat. A differenciált kijuttatási térképet a 2023. augusztus 7-én mért NDVI térkép alapján készítettük természetes törés módszerével és 5 kategóriát különítettünk el. A kezelés augusztus 11-én történt, 3 l/ha Roundup Mega és 0,2 l/ha Trend használatával, 200 l/ha vízmennyiséggel. A legalacsonyabbnak mért NDVI értékű zónákban nem végeztünk kezelést, mivel feltételeztük, hogy ott nincs gyomnövény jelen. A többi kategóriában 3 l/ha-os dózist alkalmaztunk a hatékonyság érdekében. A 26 hektáros táblán összesen 7,3 hektárt kezeltünk és 1468,2 liter permetlével dolgoztunk. A 24,5 hektáros táblán 4679 liter permetlét használtunk, alkalmazva NDVI-os differenciált kijuttatást. A különbség a vízmennyiségben annak köszönhető, hogy az NDVI-os térképezésnél az egész táblát néztük és nem csak a fenyércirkot, hanem más gyomnövényeket is figyelembe vettünk, míg a második táblánál csak a fenyércirokra összpontosítottunk a kezelővel. A differenciált növényvédelmi kijuttatásra további kísérleteket javaslok, hogy jobb képet kapjunk milyen helyzetekben és szituációkban éri meg valóban használni a technológiát.

Fontos hangsúlyozni, hogy a precíziós technológiák jelentős gazdasági potenciált hordoznak, azonban a teljes kihasználásukhoz olyan képzett szakemberekre van szükség, akik képesek megtervezni és végrehajtani a precíziós munkafolyamatokat a hatékonyság és siker érdekében. Emellett az erőgép vezetőinek is nyitottnak kell lenniük az új technológiák felé, hogy azokat helyesen alkalmazzák.

7. Irodalomjegyzék

- BORSICZKI I. – REISINGER P. (2013): Precíziós növényvédelem – Gyomszabályozás. Agro napló. 17. 5. 67-68.
- DAMMER, K.-H. – GARZ, A. – HOBART, M. – SCHIRRMANN, M. (2021): Combined UAV- and tractor-based stripe rust monitoring in winter wheat under field conditions. Agronomy Journal. 114. 1. 651-661.
- DIMITRIEVITS GY. – GULYÁS Z. – SZALAY D. K. (2013): Csak ott permetezzünk, ahol kell: a helyspecifikus permetezés lehetőségei. Agrárágazat. 14. 11. 90-92.
- ÉLŐ G. – SZÁRMES P. (2017): Szenzorok a precíziós gazdálkodásban. Agro napló. 21. 3. 109-111.
- ERDEINÉ K.-G. SZ. (2020): A precíziós gazdálkodás jelentősége a mezőgazdaság versenyképességében = The importance of agricultural precision farming in competitiveness. Multidiszciplináris kihívások, sokszínű válaszok. 9. 2. 43-58.
- ERICKSON, B. – FAUSTI, S. W. (2021): The role of precision agriculture in food security. Agronomy Journal. 113. 6. 4455-4462.
- GAÁL M. – DOMÁN CS. – PÉTER K. (2017): Precíziós gazdálkodás elterjedése és alkalmazása Magyarországon. Agro napló. 21. 2. 66-67.
- GYŐRI, J. (2001): Természeti viszonyok. In: Csajbók, F. (szerk.): Szülőföldem, Túrkeve. Túrkeve Város Önkormányzata, Túrkeve, 321 p., 186-198. p.
- JUHOS K. (2019): A precíziós talajmintavétel alapuló tápanyag-utánpótlás jelentősége. Értékálló aranykorona: országos mezőgazdasági szaklap. 19. 2. 4-5.
- KEMÉNY G. – TAKÁCSNÉ GY. K. – GAÁL M. – KEMÉNYNÉ H. ZS. (2017): A precíziós szántóföldi növénytermesztési technológiára való átállás becsült makrogazdasági hatásai, különös tekintettel a beruházási költségekre és megtérülésére. Gazdálkodás. 61. 3. 223-234.
- KHAREL, T. P. – ASHWORTH, A. J. – SHEW, A. – POPP, M. P. - OWENS, P. R. (2020): Tractor path overlap is influenced by field shape and terrain attributes. Agricultural & Environmental Letters. 5. 1.
- KOVÁCS P. – SÁRVÁRI M. (2018): Precíziós technológiák alkalmazása a szántóföldi növénytermesztésben. Értékálló aranykorona: országos mezőgazdasági szaklap. 18. 3. 12.
- KUKORELLI G. (2016): Őszi búza gyomirtási technológia átalakítása helyspecifikus termesztési módszerek alkalmazásával. Magyar gyomkutatás és technológia. 17. 1. 69.

- LENCSEŠ E. (2009): A tápanyagpótlás és gyomirtás értékelése a helyspecifikus növénytermelési technológiában. *Gazdálkodás*. 53. 6. 612-615.
- MIKÉNÉ H. F. (2007): A talajjellemzők és a termés hozam elemzése a precíziós növénytermesztésben. *Acta agronomica Óváriensis*. 49. 2. 147-152.
- MOLNÁR A. – KISS A. – ILLÉS I. – LÁMFALUSI I. (2018): A precíziós és a konvencionális szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. *Gazdálkodás*. 62. 2. 223 - 234.
- MONOKI, SZ. – CSORNAI, G. – ZALAI, M. – NAGY, J. (2022): Site-Specific Plant Number Control in Precision Sunflower (*Helianthus Annuus L.*) Production. *Agriculture and Rural Development* 11 (1-2):79-85.
- MONOKI, SZ. – CSORNAI, G. – ZALAI, M. – NAGY, J. (2023): Economics of site specific crop density in precision sunflower (*Helianthus annuus L.*) production. *Acta Agraria Debreceniensis*, (1), 91–96.
- NÉMETH T. (2013): Precíziós növénytermesztés - I. Rész. *Agro napló*. 17. 3. 47-48.
- PÁLYI B. (2019): Permetezéstechnika – VI. Rész: Precíziós, helyspecifikus permetezési eljárások. *Agro napló*. 23. 6. 43-45.
- RADÓ J. – ERCSEY ZS. – GÓLYA G. – VASZARI SZ. – REISINGER P. (2013): Android alapú gyomfelvételezési alkalmazás kifejlesztése és bevezetése a precíziós gyomszabályozás folyamatszerkezése céljából. *Magyar gyomkutatás és technológia*. 14. 2. 53-57.
- REISINGER P. (2012): A precíziós növénytermesztés hazai helyzete, eddig elért fejlesztési eredmények és perspektívák. *Magyar gyomkutatás és technológia*. 13. 1. 1- 19.
- SCHMIDT R. – MILICS G. – HOTVÁTH G. – KUKORELLI G. (2014): Tápanyag-kijuttatás a precíziós gazdálkodásban. *Agro napló*. 18. 2. 109-110.
- SMUK N. (2013): A helyspecifikus kukoricatermesztés tapasztalatai. *Agro napló*. 17. 11. 25-27.
- TAKÁCSNÉ GY. K. (2010): Precíziós növénytermelés növényvédőszer-használatának gazdasági hatásai. *Gazdálkodás*. 54. 4. 368 -375.
- TAKÁCSNÉ GY. K. (2013): Precíziós növénytermesztés – IV. Rész. *Agro napló*. 17. 6. 56-57.
- ZHELEZOVA, S. V. – BEREZOVSZKY, E. V. – BELENOV, A. I. (2012): Experience at Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy on introduction and integration of precision agriculture technology. *Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis*. 2012. 49. 73-76.

http1: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/agrardigitalizacio/index.html>

http2: https://pgr.hu/alkalmazasok/tudastar/precizios_gazdalkodasi_rendszer#page/6

http3: <https://www.kite.hu/tudastar/mar-egy-eve-mukodik-a-kite-zrt-precizios-gazdalkodasi-rendszer/199>

http4: <https://www.kite.hu/tudastar/lehetosegek-es-funkciok-a-myjohndeere-feluleten-es-a-muveleti-kozpontban/185>

http5: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/data-management/operations-center/>

http6: www.meteoblue.com

8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megragadni az alkalmat, hogy köszönetet mondjak *A precíziós technológiák bevezetése előtti és utáni gazdálkodás összehasonlítása a Kevi Növény Kft.-ben* című dolgozatom elkészüléséért elsősorban témavezetőmnek, **Dr. Zalai Mihály** egyetemi docensnek, aki nagyban segítette a dolgozat létrejöttét.

A megvalósításhoz köszönetet szeretnék mondani édesapámnak, Ábrahám Károlynak, aki gondolkodás nélkül megteremtette a lehetőségeket és a területeket a vizsgálatokhoz.

A kísérletek elvégzését köszönöm a Kevi Növény Kft.-ben dolgozó munkaerőknek, akik nagyban hozzájárultak a munkák végrehajtásához és pozitívan álltak hozzá a dolgokhoz.

Továbbá a KITE Zrt. precíziós gazdálkodási szaktanácsadóinak, akik segédkeztek a precíziós technológiák beállításában.

9. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Abraham Zsófia
A Hallgató Neptun kódja: FAEVEA
A dolgozat címe: A precíz technológiák bevezetése előli és utáni
A megjelenés éve: 2023 gazdasági és összehasonlítás a New York
A konzulens intézetének neve: MATE, Növényvédelmi Intézet, Gödöllő Uff. - Cen
A konzulens tanszékének a neve: Integrált Növényvédelmi Tanszék

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Gödöllő, 2023 év október hó 30 nap

Abraham Zsófia
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

NYILATKOZAT

Ábrahám Zsófia (Neptun azonosítója: FQENEA) 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 javaslom**².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Gödöllő, 2023 év október hó 27. nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.