

# **SZAKDOLGOZAT**

**Hriczu Bálint**  
**Mezőgazdasági mérnök**

**Gödöllő**  
**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus  
Mezőgazdasági mérnök Szak**

**A precíziós mezőgazdaságra való áttérés nyomon követése  
egy nagykátai üzem példáján**

**Belső konzulens:** Harkányiné Dr. Székely  
Zsuzsanna  
egyetemi docens

**Külső konzulens:** Dacsúr Gábor  
Nagykátai Mezőgazdasági  
Szövetkezet  
termelésirányító

**Készítette:** **Hriczu Bálint**  
Z9K2NB  
Nappali tagozat

**Intézet/Tanszék:** Környezettudományi intézet  
Vízgazdálkodási és  
Klímaadaptációs Tanszék

**Gödöllő  
2023**

# Tartalom

<b>1. Bevezetés és célkitűzések .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Szakirodalmi áttekintés.....</b>	<b>7</b>
2.1. A precíziós mezőgazdaság helyzete.....	7
2.1.1. A precíziós mezőgazdaság megjelenése .....	7
2.1.2. A precíziós mezőgazdaság megjelenése Magyarországon.....	8
2.1.3. A precíziós gazdálkodás gyakorlati alkalmazásának, elterjedésének felmerülő kérdései .....	9
2.2. A műholdas helymeghatározó és navigációs rendszerek (GNSS).....	11
2.3. A térinformatika (GIS) szerepe a precíziós gazdálkodásban.....	13
2.4. A változékonyság kezelése .....	14
2.5. Adatnyerés, vezérlés .....	16
2.6. Távérzékelés, szenzorok.....	16
2.6.1. Internet of Things .....	19
2.7. A jármű és a vezető navigációjának segítése.....	19
2.7.1. Erő- és munkagépek üzemeltetése .....	21
2.8. Talajtérképezés, és -mintavételezés .....	22
2.8.1. Talajjavítás .....	25
2.9. Tápanyaggazdálkodás a precíziós gazdálkodásban .....	26
2.10. Növényvédelem a precíziós gazdálkodásban .....	27
2.10.1. Előrejelző rendszerek.....	28
2.10.2. Kijuttatástechnológia .....	30
2.11. Precíziós vetés.....	31
2.12. Betakarítás .....	32
2.12.1 Hozamterképezés.....	33
2.13. Szenzoralapú szárítás .....	35
2.14. Öntözésvezérlés .....	36

2.15. Dróntechnológia az agráriumban .....	36
<b>3. Alkalmazott módszerek – Egy pest megyei gazdaság fejlődésének kísérete.....</b>	<b>39</b>
3.1. A Nagykátai Mezőgazdasági Szövetkezet általános adatai.....	39
3.2. A gazdaság földrajzi helyzete, természeti és közgazdasági adottságai.....	39
3.3. A gazdaság szervezeti felépítése.....	40
3.4. A fejlődés útja.....	40
3.4.1. Gépek, munkagépek, munkavégzés fejlődése .....	40
3.4.2. Szoftveres fejlődés.....	41
3.4.2.1. EOV konvertálás a gyakorlatban.....	42
3.4.3. A precíziós elvek megvalósulása a talajművelésben .....	43
<b>4. Eredmények és értékelésük.....</b>	<b>44</b>
<b>5. Következtetések és javaslatok.....</b>	<b>45</b>
<b>6. Összefoglalás .....</b>	<b>47</b>
<b>7. Köszönetnyilvánítás .....</b>	<b>49</b>
<b>8. Irodalomjegyzék.....</b>	<b>50</b>
<b>9. Ábrajegyzék .....</b>	<b>53</b>
<b>10. Nyilatkozat .....</b>	<b>54</b>

# 1. Bevezetés és célkitűzések

Korunk gazdálkodóinak legfőbb megpróbáltatása, nem más, mint a termelés minél profitábilisabb megvalósítása, olyan különböző technikákkal, amelyekkel a lehető legkisebb kárt okozzuk a mezőgazdaság egyik alapvető egységében, a talajban. Magyarországon az élelmiszeripar és az agrárium teljesítőképessége évről évre növekszik. A jövedelmezőséghez elengedhetetlen a termelési környezet alapos ismerete. Egy adott terület lehetőségeit úgy tudjuk legjobban kihasználni, ha egyszerű átlagolások helyett, több szezonon keresztül összegyűjtött adatsorokat, méréseket összevetve, műveljük termőföldünket mindig az aktuális körülményeknek és igényeknek megfelelően.

A precíziós gazdálkodás összetett rendszere az ezredforduló környékén jelent meg, nagyobb mértékű elterjedését pedig a globális helymeghatározó rendszer (GPS) segítette elő. Fejlett térinformatikai szoftverek, több tucat műhold és földi bázisokon létrehozott korrekciós jelek adják meg a lehetőséget a helyspecifikus gazdálkodásra, automatizálásra. Emellett, a centiméter pontosságú helymeghatározáshoz fejlett eszközrendszerre van szükségünk, mind műszaki, mind informatikai szempontból.

Az elmúlt évtizedekben komoly fejlődésnek lehettünk tanúi, kiindulva a hely alapú adatgyűjtéstől, a precíziós munkagépek, erőgépek közötti információcseréig. Természetesen előnyünk származik abból, ha az alkalmazott gépek és technikák minél nagyobb része azonos márkát képvisel, hiszen ebben az esetben könnyebben kommunikálnak egymás közt. A mai fejlett, fedélzeti számítógéppel felszerelt automata és félautomata erőgépek kialakulásához az integrált szenzorok, mobil és felhőalapú technológiák, továbbá a Big Data adatfeldolgozók nyújtottak támaszt. Ezeknek köszönhetően közvetlenül a munkagép használata közben, vagy akár asztali számítógép előtt ülve, esetleg applikáción keresztül értesülünk minden elvégzett munkátról, és a művelt tábla paramétereiről. Például betakarítás során kombájnunk létrehoz számunkra, az adott növény és terület alapján egy száraz hozam kontúr. A hozamtérképen megkapunk olyan alap adatokat, mint a termés száraz, és nedves tömege, átlagos nedvessége, a betakarítógép átlagos sebessége. Továbbá megmutatja a földterület heterogenitását, pontosan hol volt legnagyobb a hozam a táblán belül.

A Big Data műszaki megoldás még egy igen távoli jövőképben szerepel, ahol a munkagépek az adatok elemzése után önállóan hozzák meg döntéseiket, és végzik el teendőiket, beavatkozás nélkül. Hazánkban ez még kivitelezhetetlen a gazdák szokásainak jóvoltából.

Azonban már alapvető informatikai fejlesztések eredményezhetnek olyan változásokat, amelyek idővel megtérülnek, majd csökkentik a kiadásokat. Ha a gazdaságnak kellően felszerelt gépparkja van, ráadásul több évre visszanyúló adatelemzéssel rendelkezik, akkor jelentős pénzösszeg spórolható meg hektáronként. Törekednünk kell arra, hogy az összes input anyaggal, növényvédőszerrel, műtrágyával és vetőmaggal ugyanerre törekedjünk, ezzel egy komplex rendszert létrehozva.

A precíziós gazdálkodás a szántóföldi növénytermesztésen kívül, eredményesen alkalmazható az állattenyésztésben. Főleg szenzoralapú technikák kerültek használatba, ezáltal említést tehetünk olyan automatizált rendszerekről, ahol emberi segítség nélkül zajlik le például tehének tejtermelése, robotizált fejőgépekkel és az imént említett szenzorok segítségével. A kertészetek és szőlészetek szintén hasznát veszik az adatelemzésen alapuló gazdálkodást.

Lényeges szót ejtenünk a környezetbarát oldaláról. Ha félre tudjuk tenni az idejét múlt megoldásokat, talajművelési szokásokat, mint például a túl nagy mértékű, indokolatlan ekehasználat, elmozdulhatnak a termelők egy olyan irányba, ahol egy jóval kevésbé környezetkárosító, modern gazdálkodásmód alakulhat ki. Fontos a témakörben való jártasság és a centiméteres pontosságú automatizált rendszerek kezelésének elsajátítása.

**A szakdolgozatom célja, egy a lakóhelyemen, Nagykátán megtalálható gazdaság példáján keresztül bemutatni, hogy miként törekedtek az elmúlt évek során a hagyományos gazdálkodás lépcsőzetes megújítására és a precíziós gazdálkodásra való áttérésre, munkagépek, szoftverek és gondolkodásmód terén.**

Az irodalomfeldolgozás után bemutatom a vizsgált szövetkezet törekvéseit a precíziós gazdálkodás megvalósítására.

Javaslataimban az egyetemen tanultakkal gazdagítom az üzem továbblépési lehetőségeit.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. A precíziós mezőgazdaság helyzete

#### 2.1.1. A precíziós mezőgazdaság megjelenése

A mai értelemben vett **precíziós**, vagy más néven **helyspecifikus mezőgazdaság** megjelenése a világ fejlett mezőgazdasággal rendelkező államaiban (USA, Anglia, Németország) az 1980-as évektől indult meg, a hazai agráriumban pedig a '90-es évek végén, a műholdas helymeghatározás révén kezdett el terjedni. A 2000-es években aztán a globális helyzetmeghatározó rendszer (**GPS**) pontos adatszolgáltatása révén bekövetkezett széleskörű elterjedésével, a mezőgazdasági gépek **nagyfokú automatizálásának** lehetőségével valamint a fejlett térinformatikai szoftverek (**GIS**) megjelenésével kialakult a precíziós gazdálkodás alapját a mai napig képező eszközrendszer, amely a gépekbe szerelt **precíz helymeghatározásra épülő navigáción, automata/félautomata irányításon és paraméterezzhető, automatizálható munkagép működtetésen** alapul. Ezeknek a rendszereknek a használata révén a gazdálkodók elsődlegesen a gépek hatékonyságát tudták növelni (precíz talajművelés, csökkenő állásidő, üzemanyagfogyasztás és felhasznált input anyag mennyiség), de közvetve a georeferált adat-gyűjtéssel a termelés teljes folyamatára is kihatással voltak. A **hely alapú adatgyűjtésre** épülve indult el a 2000-es évektől, elsősorban az informatikában is lezajlott fejlődési trendek mentén a precíziós gazdálkodás második nagy fejlődési időszaka, amelyben a gépekhez kapcsolódó precíziós rendszerek kiegészültek a teljes termelési folyamatot lefedő további informatikai elemekkel, amelyek a gazdálkodást négy szinten támogatják: **Adatgyűjtés - Adatelemzés – Döntéshozatal – Beavatkozás** (Harkányiné, 2010).

A fejlődést az informatika oldaláról elsődlegesen az egyedi és integrált szenzorok nagyfokú elterjedése, a felhő és mobil alapú technológiák előtérbe kerülése valamint a Big Data típusú adatfeldolgozó rendszerek nagyarányú fejlődése katalizálta. Ezen fejlődés mentén a négy fent említett fázist egyenként ma már számtalan informatikai eszköz, megoldás képes támogatni. A precíziós gazdálkodás fejlődésének a kulcsa elsősorban az ezeken a megoldásokon alapuló **komplex döntéstámogató rendszerekben** van. Ezen rendszerek a **Big Data technológia** révén megfelelően feldolgozott adatsorral rendelkezve a jövőben akár “automatikusan” tudják meghatározni a hatékony gazdálkodás paramétereit (preszkriptív

gazdálkodás), ez a fázis hazánkban még nagyon távoli a gazdák mindennapjaitól (Harkányiné, 2010).

### 2.1.2. A precíziós mezőgazdaság megjelenése Magyarországon

**A hazai agrárágazat informatikai fejlesztéséből származó gazdasági előnyök jelenleg kihasználatlanok.** A meglévő fejlesztések szigetszerűen működnek, azokat emberek kötik össze, jelentős adat és adat minőség veszteséget eredményezve. A támogatásokkal vásárolt technológiák alapfelszereltségébe tartoznak az „intelligenciát” biztosító eszközök, azok azonban csak megfelelő integráltsággal biztosítanak valódi gazdasági előnyt (Harkányiné, 2010).

A precíziós mezőgazdaság költségcsökkentő hatásairól Uniós elemzések jól mutatják, hogy **a munkagépek okosításával, nyomon követésével, automatikus kormányzással kb. 2 euró/hektár megtakarítás érhető el.** Ha már **a teljes gépsor intelligens és az adott parcellában négyzetméter pontosan adatbázisba gyűjtjük a kijuttatott vetőmag, műtrágya, növényvédőszer mennyiségét, valamint a betakarítás adatait** a harmadik évtől a megtakarítás a 40-50 euro/hektárt is elérheti. Amennyiben az **üzem szintjén gyűjtjük az adatokat és hozzájutunk az időjárás, növényvédelem adataihoz, információihoz** a megtakarítás elérheti a 80 euro/hektár szintet. Az informatika az adatbázisokon és elemzéseken keresztül képes összekapcsolni a fogyasztókat a termelőkkel a leghosszabb termékpályákon is (Harkányiné, 2010).

A precíziós gazdálkodás elsősorban a **szántóföldi növénytermesztés** kapcsán használatos kifejezés, de az agrárinformatikai megoldások használata elsősorban az **automatizált rendszerek** és a **digitális adatgyűjtés, adatelemzés** révén az **állattenyésztő telepek**, a szabadföldi illetve az üvegházás **kertészet** valamint a **szőlészet** területén is jelen van. A globális műholdas navigációs rendszerek fejlődésétől független, elsősorban a **szenzoros technológiákhoz** kötődő precíziós megoldások elsősorban az egyes telepek, üvegházak folyamatainak automatizálását fedik le, így ezek a kezdetektől **integrált, könnyen implementálható rendszerekben** működtek. Amíg a géphez kötődő helymeghatározáson alapuló adatgyűjtő és automatizálási rendszerek egy-egy gépgyártó “saját hatáskörén belül” működve egységes tervezés révén integrált rendszerben kerültek kialakításra, addig a termelésirányítás szintjén mozgó egymástól elkülönült rendszerek integráló erő híján nehezen alakítanak ki üzem szinten egységes rendszert (Harkányiné, 2010).



A precíziós gazdálkodás hatékony használatához nagyfokú tudás szükséges, rendszer szintű ismeretekre van szüksége a gazdálkodónak. Ennek hiánya okozza ma nagyrészt azt, hogy a szántóföldi gazdálkodók nem tudják megfelelően kiaknázni ezeknek a lehetőségeknek a profit és hatékonyság növelő erejét. Az ideális precíziós gazdálkodás nem az informatikai eszközök gazdálkodási folyamatokba történő minél teljesebb beintegrálását jelenti, hanem egy olyan megközelítést, amely erre a folyamatra építve az informatikai eszközöket a saját gazdaságának igénye szerint a lehető leghatékonyabb mértékben képes kihasználni. Ez azt is jelenti, hogy adott esetben a precíziós gazdálkodás felismeri, ha bizonyos folyamataihoz nincs szüksége az informatika által kínált eszközökre, szolgáltatásokra. Ehhez a felismeréshez, azaz a precíziós termelés üzem szintű minél hatékonyabb implementálásához a megfelelő szaktudás elengedhetetlen. A precíziós gazdálkodás nemcsak a gazdák számára fontos, mégis legfontosabb faktora a gazda. A precíziós módszerek használata ugyanis nemcsak a termelés hatékonyságát, minőségének növekedését, a költségek jelentős csökkenését eredményezi bizonyíthatóan, hanem **a gazdálkodás környezetkárosító hatását is csökkenti**. A precíziós mezőgazdaság nemcsak egy technológia, sokkal inkább egy modern farmmenedzsment folyamat része. A szántóföldi növénytermesztésben a termelés szintjén használt precíziós megoldások alapvetően a pontos helymeghatározásra épülnek. Szinte valamennyi precíziós rendszer a globális műholdas navigációs rendszerek (Global Navigation Satellite System - GNSS) és az ezekre épülő lokális korrekciós rendszerek használatán alapul, legyen szó egy növényvédelmi állomás pontos helyének statikus meghatározásáról, egy erőgépbe épített flottakövető egység GPS és GLONASS rendszert használó folyamatos helymeghatározásáról vagy egy erőgép telepített állomást vagy hálózati korrekciót használó centiméter pontosságú automata navigációjáról (Harkányiné, 2010).

### **2.1.3. A precíziós gazdálkodás gyakorlati alkalmazásának, elterjedésének felmerülő kérdései**

A precíziós gazdálkodás főleg pozitívumokat hordoz magában, fontos a jó talajminőség fenntartása és a környezetkárosító hatások csökkentése, ezt a gazdálkodók nagy része így véleményezi. Hátránya olyan gazdaságoknak származhat belőle, ahol nincs lehetőség az e-fajta gazdálkodásmód megvalósítására pénzügyileg, esetleg a gazdaság méretéből adódóan, így a piacon csökkenhet a versenyképességük. Az előnyök ismeretének ellenére mégsem beszélhetünk rohamos terjedésről és innovációról. Ennek több oka van (Gaál et al., 2020).

A legjellemzőbb akadály a beruházásra fordított összeg nagysága, kimondottan kisebb méretű gazdaságok számára, ahol nem éri meg, vagy nagyon sok idő múlva lenne megtérülés. Hazai viszonylatban kedvezőtlen a táblaméreték változatos mérete. Nyilván könnyebb azoknak, ahol terjedelmesebb, egybefüggő a művelhető terület. Például Amerikában, Kanadában 10-szer nagyobb az átlagos táblaméret. Előfordul az is, hogy a gazdálkodók egyes hányada fel van szerelve precíziós eszközökkel, egyszerűen mégsem fordítják javukra, esetlegesen nem rendelkeznek elégséges szaktudással. EU-s szinten jellemző, Magyarországra kimondottan, a gazdák magas átlagéletkora. Ebből adódóan akik sokáig nem voltak hajlamosak az újításra, a jövőben sem tesznek másként. Inkább a fiatalabb korcsoportok ruháznak be, az alapvető elektronikus segédeszközöktől egészen a nagyobbakig. A korlátozó tényező nem feltétlenül a kor, sokszor a tapasztalat sokkal többet ér mint egy jó reklámmal felvértezett munkaeszköz. Inkább az hogy a jelenben nagyon nincs egyszerű dolga a gazdálkodóknak és elkeseredésükben a biztos fennmaradásra törekednek (Gaál et al., 2020).

A precíziós gazdálkodásra való áttérés tehát nem egyszerű, és nem lehet minden egyes problémát kiküszöbölni vele. Nem alkalmas talajállapottal, vízellátással a precíziós technikákkal sem vagyunk képesek ugrásszerű változásra. A rendelkezésünkre álló terület lehetőségeit kell kihasználnunk, helyhez kötöten. Ez egyfajta szemlélet, amivel az adott gazdaság minden egyes tagjának meg kell ismerkednie, és tisztában lenni céljaival. Értelemszerűen megváltoznak az új technológiákkal együtt a művelési szokások, az adminisztráció, és a gépek beállításai (Gaál et al., 2020).

Az utóbbi években növekedett a precíziós tevékenységek alkalmazása. Legelterjedtebb komponens kiemelkedően a sorvezető, valamint a robotkormányzás. Ezeket követik még a táblák differenciálása, kontúrozása nagyobb részben. Az ilyen gazdaságok közel fele végzi előre megalkotott terv és applikációs térkép alapján a növényvédőszer, tápanyagok kijuttatását. 31% folytat precíziós talajmintavételezést és talajtérképezést. Egyelőre kevesen alapozzák a vetőmag-kijuttatást hozamtérkép szerint, azonban ez növekvő tendenciát mutat (Gaál et al., 2020).

A „robbanásszerű” elterjedéshez kedvező lenne a beruházási költségek segítése támogatások útján, továbbá kiszámítható és biztonságos termesztési körülmények megalkotása. Ezeknek befolyásoló tényezői az adott ország politikai, jogi környezete (Gaál et al., 2020).

A precíziós gazdálkodás globális piacán a jövőképet megvizsgálva 2025 környékéig jelentős fejlődés van kilátásban. A szoftverek fejlesztése támaszt nyújtanak a gazdálkodók

döntéseihez, a vetésforgó összeállításához, a vetési- és betakarítási idő optimális időzítéséhez, mindezt úgy, hogy az időjárás valós idejű adatait feldolgozva növelik a hozamot, és próbálnak a termés károsodását a lehető legalacsonyabbra csökkenteni. Az előrehaladásnak szintén nagyon fontos eleme az IoT-eszközök tér nyerése, valamint a drónok, önvezető traktorok terjedése, a már meglévő technológiai elemek és navigációs rendszerek további fejlődése (Gaál et al., 2020).

A mezőgazdaságban egyre növekvő munkaerőhiány, és a gazdálkodók elöregedése arra vezeti a piacon jelenlévő gépgyártókat, hogy az embereket autonóm traktorok készítésével pótolják. Bizonyos idő elteltével, akár a közeljövőben kereslet kialakulása várható az ilyen eszközökre, és azok tájékozódásához szükséges radarokra, ultrahangos érzékelőkre, kamerarendszerekre, lézer alapú távérzékelőkre (Gaál et al., 2020).

## **2.2. A műholdas helymeghatározó és navigációs rendszerek (GNSS)**

A precíziós mezőgazdaság alappillére, hogy a művelést térben és időben kellő pontossággal végezzük el, a helymeghatározás pontossága ezért elengedhetetlen. Természetesen a precíziós technológiák kialakulása előtt is meg kellett oldaniuk a gépvezetőknél, hogy aránylag pontosan végezzék el feladataikat. A gépek helyzetét meg tudták határozni az útvonal és sebesség tudatában. Viszont a helyspecifikus gazdálkodás nem csupán a mezőgazdasági gép pozíciójának meghatározásában merül ki, hanem érzékelők tömkelegével gyűjtünk adatokat, hogy azokat jelen időben (real time), vagy az adott tevékenység után (post processing) dolgozzuk fel. Például egy talajlazítás, tápanyag-kijuttatás, hozamtérképezés stb. során összegyűjtött adatokat feldolgozva, a beavatkozást a tábla igényei szerint végezhetjük el. Tehát a konkrét helymeghatározás nagy hatással van költségeink redukálásában és a termés minőségének maximalizálásában. Mondjuk a vetőgép nem vet abba a sorban ahol a traktor halad, és a további munkálatok során ugyanabba a sorba tér vissza, műtrágyahasználatra csak ott kerül sor, és olyan mértékben amennyire szükséges (Németh et al., 2007).

Mielőtt a műholdas helymeghatározást feltalálták, geodéziai méréseknél, hírszerzésben, a katonaság által alkalmazott háromszögeléssel jelölték ki célpontokat, pozícionáltak. Metódusa egyszerű, a háromszög két csúcsát, valamint a belső szögek méretét ismerve kiszámíthatjuk az általunk keresett pozíció helyzetét. Mindez elavulttá vált a műholdak megjelenése után, mivel nagyobb pontosságán kívül olcsóbb, a rádiós antennák telepítésével ellentétben (Németh et al., 2007).

Bárhon foghatóak a jelek, ahol legalább 4 műhold rendelkezésünkre áll, nyitottabb területeken ez a szám lehet akár 10-12, ami már bőven elegendő. Kezdetekben voltak nehézségek a mezőgazdaságban. 100-150 méteres pontosság igen csekély a különféle beavatkozások elvégzéséhez (például vetés, tápanyagutánpótlás). Katonai szempontok miatt zavarták az országok egymás jeleit. Aztán az európai Galileo projekt után sorra jelentek meg különböző rendszerek, melyek már 1-2 méteres pontosságot biztosítottak. Ide tartoznak az EGNOS féle műholdak, 36000km-es magasságban keringenek az egyenlítő tájékán, a Föld forgásával megegyező sebességgel. Majd a NAVSTAR GPS és a GLONASSZ szerkezetek megjelenésének lehetünk tanúi. A helyspecifikus gazdálkodás meghatározó alapja a helymeghatározás. Számításba kell venni milyen mértékű pontosságra van szüksége az adott gazdaságnak. Navigációs szempontból, maga a tábla vagy egy út megtalálásához elegendő 50-100 méteres pontosság is. Nyilván a nagyobb pontosság, arányosan nagyobb költséggel jár. A maximum, a real time, 2-2,5 cm-es pozicionálás (Németh et al., 2007).

A GNSS (Global Navigation Satellite Systems) katonai tulajdon lévő szisztéma szolgáltatásait megosztva vált általánossá és elérhetővé a polgári felhasználók körében is a földrajzi helyzet meghatározása. Az amerikai NAVSTAR 32 db, és az orosz GLONASS 24 db műholdja továbbít jelet irányunkba. Ezek a rendszerek 3 egységből tevődnek össze, a műholdak sorából, másnéven űrszegmensből, a földi követőállomásokból, és a felhasználók alrendszeréből. Az amerikai szegmens esetében egy földi állomásnak legalább 4 műhold jelét kell befognia, és ez 6 műholdpályával igen jól megoldható, ráadásul a vevőkészülékek is célszerűen vannak elosztva a Földgömbön. Az orosz rendszert úgy alkották meg, hogy 3 műholdpályán 8-8 műholdnak kell mozgásban lennie (Németh et al., 2007).

A teljes lefedettséget a GPS-jelkorrekciós jelek adják, rövidítve SBAS (Satellite Based Augmentation Systems). A pontosságot fokozzák a földön elhelyezkedő GBAS (Ground-Based Augmentation) egységek. Európa és a világ többi tája is rendelkezik mindezzel a precízebb pontosítás érdekében. Az európaiak számára az EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) küszöböli ki a hibalehetőségeket, és fokozza az akkurátust. Amerikai verziója a WAAS (Wide Area Augmentation System). Hazánkban az erőgépek pontos helymeghatározásához RTK centiméteres pontosságú jelek szolgáltatását 2014-től a jól ismert KITE Zrt., AXIÁL Kft, és a Geotools Europe GNSS Kft., az Agromaic Kft., az Agro-Békés kft., és az Agrotec Kft. szolgáltatja. A szolgáltatást igénybe vevők éves, esetleg időszakos előfizetéssel rendelkeznek. A 4G-s lefedettséggel elégedettek lehetünk, mivel az ország 90-95

százalékára kiterjed, viszont így is akadnak területek, ahol a továbbított jelek akadályba ütközhetnek, egy dombos vidéken (Gaál et al., 2020).

### **2.3. A térinformatika (GIS) szerepe a precíziós gazdálkodásban**

A térinformatika, magyar megfelelőjén Földrajzi Információs Rendszerek, elengedhetetlen a precíziós gazdálkodáshoz tartozó adatok felméréséhez és analíziséhez. Az időjárás nem vagyunk képesek befolyásolni, viszont GPS, távérzékelés és korszerű térinformatikai módszerekkel, - mint a növény- és talajvizsgálat, termésértékelés – a beavatkozást és gazdálkodást jövedelmezőbbben végezhetjük el. A térinformatika erősen kapcsolódik a térképészethez, és több meghatározó tudományághoz. Döntéshozatalunkat olyan eszközökkel képes befolyásolni, mint a modellalkotás, elemzés és megjelenítés, szimuláció, adatfeltöltés. A természet által nyújtott erőforrások vizsgálatában, keresésében is nagy szerepe van. Multitematikus, térbeli sémákat használ fel, a valóság és performancia érdekében, továbbá a mezőgazdaságban előforduló problémák kezeléséhez nagyobb átláthatóságot biztosít. A GIS-el a körülöttünk lévő földrajzi és térbeli elemeket modellezzük, és az általa gyűjtött adatok térbeli tárolását majd feldolgozását teszi lehetővé. Az adatmodellezés magja a vektor és a raszter. A munkagépek haladása közben állandó adatgyűjtés folyik pontok összekötésével, vagy egy szabályos rács alapján (Németh et al., 2007).

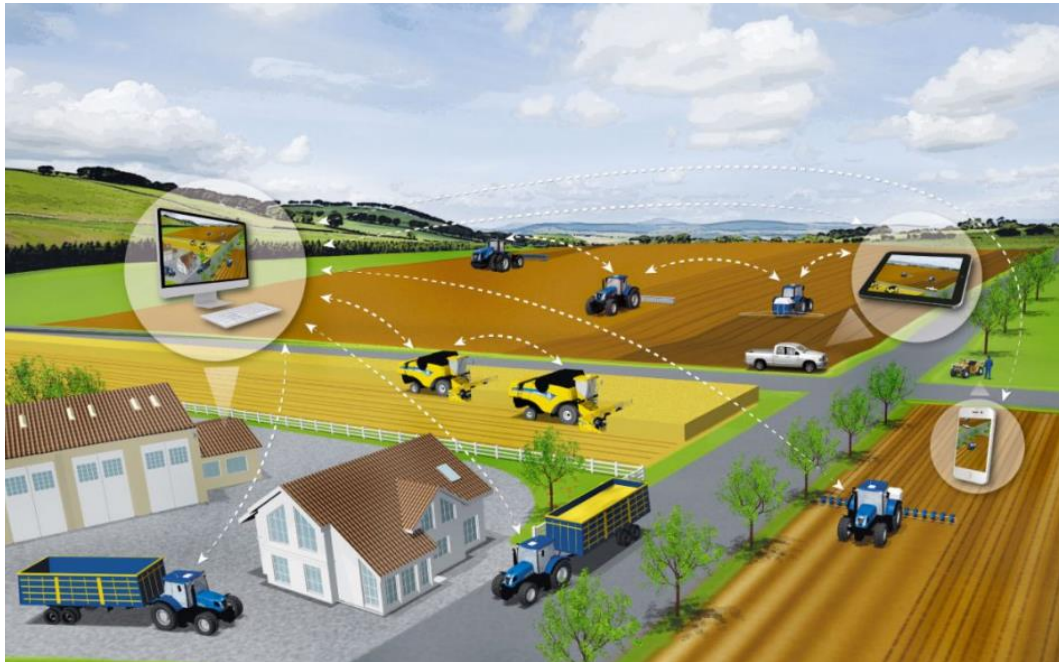
A precíziós gazdálkodás maga a térinformatika alkalmazása a gyakorlatban. A térbeli és statisztikai modellezés, valamint az adatok elemzése szaktudást és tapasztalatot igényel. Ennek hiányában nehéz jól összeegyeztetni az adatokat, és megalkotni az input anyagok kijuttatásának terveit, tanulmányozni és megérteni a hozamtérképek által nyújtott információt. Ebből adódik, hogy sok gazdálkodó inkább szolgáltatás formájában támaszkodik a térinformatikára (Németh et al., 2007).

Hazánkban a talajtérképezés tekintélyes múlttal rendelkezik. Az agrár ágazat számos területén jelen van. A papír alapú térképek idején a talajt kizárólag termelési környezetként használták. Miután a térinformatika fejlődése és a digitalizáció előre mozdult napjainkra már inkább erőforrásként tekintünk rá. A talajtérképezés egyre nagyobb felbontásban és jobb minőségben lett elérhető. Méghozzá a mintavételi szelvények alapján, egy adott területre, illetve országosan felmérhető és feloszthatók a talajtípusok különböző tulajdonságok alapján. A tulajdonságok ismerete létfontosságú a művelés szempontjából, például a talaj termőrétegének vastagsága, fizikai félesége, vízellátottsága. Az elemzett adatokat a

térinformatika segítségével térbeli objektumként tudunk ábrázolni, így hozzuk létre a lehatárolt gazdasági egységeket (Gaál et al., 2020).

### 1. ábra Helymeghatározó eszközök és térinformatikai rendszerek

Forrás: (http1)



### 2.4. A változékonyság kezelése

A hagyományos gazdálkodás egy táblát átlagszámítások alapján egységesen kezel. Így jelentős eltérések keletkezhetnek a terület igényeihez képest, nem megfelelő mennyiségben történik az input anyagok kijuttatása. Persze vannak területek, ahol kisebb az eltérés táblán belül, de az ilyen esetek száma kevesebb. A precíziós gazdálkodás éppen az ellenkezőjét vallja a hagyományosnak, sőt egyik alapeleme a változékonyság felmérése, megértése és az ez alapján történő földművelés. Mindez ott használható ki nagyobb mértékben, ahol igazán heterogén a talaj (Pierce-Nowak, 1999).

Megfelelő kezelés érdekében a terület menedzsment zónákra osztható fel. A lehatárolásnak többféle módja lehet, célra vezető például a hozamtérképre támaszkodás, multispektrális és legifelvételek megfigyelése, esetlegesen a gyomok kelése alapján következtetni. Beszélhetünk valós idejű, szenzorokkal végrehajtott differenciált kijuttatásról, viszont specifikus térképezés és talajmintavételezés pontosabb eredményeket nyújt (Kemény et al., 2017).

**2. ábra** A táblán belüli differenciálás megmutatja mely részeken erősebb és gyengébb a terület

*Forrás:* (http8)



Alapvető heterogenitási tényező a talaj termékenysége, fizikai és kémiai tulajdonságai, a hozam, az elhelyezkedés függvényében a topográfiai adottságok, domborzat, ezenkívül a területen jelenlévő növénykultúra kezelési igényei, betegségek, kártevők jelenléte. Az input anyagok (vetőmag, növényvédőszer, tápanyag) differenciálása a gyűjtött adatok mennyiségétől függ, és azok pontosságáról. A zónák, táblán belüli kisebb cellák felosztása nagy eltéréseket idézhet csupán egy év kimutatása alapján. Minden szezon különbözik valamilyen szinten egymástól, minden kultúra máshogy zsákmányolja ki tápanyagból, vízből a talajt. Minél több év adata áll rendelkezésünkre, annál precízebben történik a kijuttatás (Kemény et al., 2017).

Amint ez megvan egyik legfontosabb lehet a talajmintavételezés, időnként érdemes elvégezni. Nagyon fontos, hogy a gazda ismerje saját földterületeit és fizikai, kémiai tulajdonságai szerint hajtson végre beavatkozásokat. Komolyabb különbségek egy dombosabb területen mutatkozhatnak, ahol teljesen más talajtípus, esetleg kőzet jellemző például a lejtő legmagasabb pontja, és a lejtő alja között. Döntésünk támogatásában jelentős szerepet tölt be a hozamtérképek több évre való visszanyúló vizsgálata. Abban az esetben, ha a terméshozamok egymáshoz hasonló mintázatot jelenítenek, könnyebbé válik a helyspecifikus kezelés. Azonban figyelniük kell, ne vezessenek félre az értékek. Különösen nagy különbség lehet egy aszályos és egy megfelelő csapadékeloszlású év között (Kemény et al., 2017).

A műholdfelvételeken követett vegetációs index (NDVI) vizsgálata szintén fontos szerepet játszik. Értelemszerűen azokon a táblarészekon, ahol hangsúlyosabb a fotoszintetikus aktivitás, azaz több a biomassza, ott jobbak a talajadottságok. A precíziós zónalehatárolás

alkalmazza még a műhold, az elektromágneses indukción alapuló vezetőképesség, és talajszkennerekkel megvalósuló méréseket (Kemény et al., 2017).

## **2.5. Adatnyerés, vezérlés**

A precíziós gazdálkodás egyik velejárója, alapeleme a keletkező adatmennyiség, és annak ideális megértése. Értelmezésük és erre alapozott döntéshozatal teszi ki igazán ezt a gazdálkodási irányzatot. Az adathalmazok nem csak a döntést készítik elő, ellenőrizhetővé válnak a kezelések sikeressége, akár ráébredt hogyan kell máshogy beavatkoznunk. Természetesen a rendszer műveleteink folyamán elmenti későbbre a kijuttatott mennyiségeket, legyen szó bármilyen input anyagról, vagy talajmunkáról, betakarításról. A dokumentációt, gazdálkodási napló vezetését szintén megkönnyíti. Mindehhez szükség van az adatok tárolásához testhezálló szoftverekre, és azok elemzésére. A helyhez kötött művelés nem pusztán annyiban merül ki, hogy képesek vagyunk meghatározni a pozíciókat (Gaál et al., 2020).

Az adatgyűjtés többféleképpen folyhat. Egyik módja az offline adatgyűjtés, amikor az adatok gyűjtése és a ráépülő beavatkozás két külön folyamatból tevődik össze. Mindenképp előny, hogy több idő áll rendelkezésre az információ feldolgozására. Ide sorolható a talajminta szerinti döntéshozatal, tehát adatgyűjtés és az adatok fedélzeti számítógépbe táplálása után zajlik az adott munkálat (Gaál et al., 2020).

Mikor az adatgyűjtés valós idejű (szenzor alapú) a feldolgozás majdhogynem egyidőben zajlik a beavatkozással. A munkagépbe szerelt szenzorok végzik el helyettünk az adatgyűjtést, rögtön utána az elemzést, majd következik a beavatkozás. Előnye, hogy felmenti a használót az adathalmazok tanulmányozása alól, ámde kisebb lesz a gép területteljesítménye a real time elemzés miatt, és bele kell kalkulálni enyhe pontatlanságot (Gaál et al., 2020).

## **2.6. Távérzékelés, szenzorok**

Elképzелhetetlen lenne az adatgyűjtésen és elemzés nélküli döntés a modern agráriumban. Precíziós technikák terjedésével és fejlődésével arányosan növekszik a szenzorok térnyerése is. A mezőgazdaság az egyik legnagyobb felhasználója a távérzékelésnek, mely során úgy gyűjtünk adatokat, hogy az adatgyűjtő szenzor nincs közvetlen kapcsolatban a vizsgált anyaggal vagy jelenséggel. A gazdáknak állandóan tudatában kell lenni a bioszféra átalakulásában, és nyomon követni a termőföldek heterogenitását, azaz a talaj szerves anyagának, nedvességtartalmának változását, gyomok, kártevők, és kórokozók jelenlétét.



Végtelen mennyiségű megoldással álltak elő, és számuk tovább fog növekedni a jövőben, de a legfontosabbakról muszáj szót ejteni (Kemény et al., 2017).

A térinformatika egyik leghatékonyabb adatgyűjtési módszere a távérzékelés. Mezőgazdasági használatát 1972-ben az Egyesült Államok Landsat megnevezésű, a földfelszín tanulmányozásra alkalmas műhold alapozta meg. Földgolyónk felszínéről az elektromágneses spektrum mintázása alapján gyűjthetünk információt. Látható tartományában készített felvételek az emberi szem számára is megfelelően mutatják meg a térbeli szerkezeteket digitális formátumban. A perspektivikus torzítástól mentes ortofotó-térképek egyesítik a hiteles térkép részletgazdag tulajdonságait, ezáltal tökéletesen felhasználhatók a növényzet, talaj, vagy felszíni víz ábrázolásához. A Landsat projekt tovább folytatódott egyre fejlettebb, és jobb felbontással. De az amerikaikon kívül India és Franciaország ugyancsak kivette a szerepét a műholdas távérzékelés fejlődésében. Nagy mérföldkő volt még a német RapidEye műhold, ami a klorofil érzékeny spektrumon működött, 6,5 m-es felbontásban naponta frissítve képét (Neményi-Milics, 2007).

A távérzékelés szenzoros technikáinak elterjedése az 1990-es években csúcsosodott ki, előtte a földfelszín megfigyelő műholdak által terjedt el. Ekkor jelentek meg a szenzoros, másnéven proximális adatgyűjtési lehetőségek, melyekkel úgy tehetünk szert az információra, hogy nem okozunk kárt se a talajban, se a növényben. A szenzorok megtalálhatók magán a traktoron, munkagépeken, azok szóró- és öntözőfejein, plusz kézi mérőműszerekben. Ilyen például a magával nagy áttörést hozó EM-38 elektrokonduktivitás elvein nyugvó készülék. A talaj változékonyságának felderítését tette lehetővé. A szervesanyag és vízellátottságon kívül real time érzékelhetővé vált a talaj pH-, szén-, foszfor-, kálium-, kalcium ellátottsága (Adamchuk-Rossel, 2010).

Szintén a 90-es évek elején jelent meg a SPAD mérőműszer. Hozzájárulásával megvizsgálhatjuk a szabad szemmel nem látható, növények leveleiben lévő klorofilltartalmat. A mérőműszer csipeszszerű részét rácsíptetjük a levélre, majd a fény áthaladásának mértékéből, azon belül a vörös, infravörös fény arányából számolja ki számunkra a relatív klorofill tartalmat. Így következtethetünk a növény tápanyagellátottságára, nitrogén tartalmára. A növényben nem teszünk kárt, mivel nem kell eltávolítanunk a levelet, és nem sértjük meg (Dongliang et al., 2015).

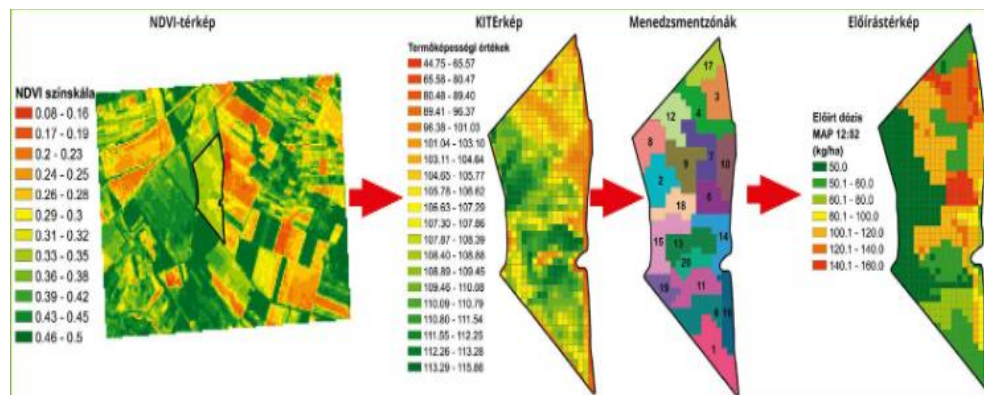
Nagy jelentőséggel bír az elektromágneses sugárzás tartományaiban zajló távérzékelés. A fény talajról történő visszaverődéséről, és a felszín által kisugárzott energia alapján működik.

Szóval információt a földdel való érintkezés nélkül biztosít. Ezt megkaphatjuk műholdfelvételekről, repülők szenzorjaitól, újabban drón által készített felvételekről. Egyre elterjedtebb az utóbbi technika, mivel angol nevén UAS-al (Unnamed Aerial Systems) kellő gyorsasággal és pontossággal, nagy teljesítménnyel gyűjthetünk adatokat a precíziós gazdálkodás üteméhez méltóan (Kemény et al., 2017).

Mesterséges látással nagy felbontású képekről értesülhetünk a gyomok jelenlétéről, akár adott fenofázisban termésbecslés is végezhető. Műhold- és légi felvételek segítségével térben feltérképezhetjük a növényi biomassza mintázatát. A felszín visszaverési spektrumára hatást gyakorol a fizikai, kémiai tulajdonság és a beesési szög. A zöld növényzet az infravörös sugarakat képesek visszaverni igazán, ebből származik a vegetációs indexen alapuló NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) visszaverődés. Ez alapján következtetéseket vonhatunk le a növényzet sűrűsége, klorofilltartalma, akár a növény fajtát illetően. Ha kártevők vagy betegségek miatti sérülések keletkeznek a növényen, megemelkedik a hőmérséklete, amit infravörös kamerával érzékelhetünk (Kemény et al., 2017).

### 3. ábra A heterogenitás vizsgálata NDVI térkép alapján

Forrás: (http2)



A LIDAR (Light Detection and Ranging) lézershakennerrel felderíthető a domborzat, és a termőföldön jelenlévő lombsűrűség. Ebből adódóan a termésbecslés tovább egyszerűsödik. A szikes talajokat leszámítva bárhol használható elektromos vezetőképesség (EC). Hozzájárulásával spekulációkat vonhatunk le a talaj összetételéről, szerves-anyag tartalmáról, vízszintjéről, vízháztartásáról és tömörödöttségéről (Kemény et al., 2017).

Fontos lehet még ha a termőterület, esetleg gyümölcsös közelében meteorológiai mérőszenzorokat telepítünk ki. A szenzorok mérik a hőmérsékletet, csapadékmennyiséget, szélsebességet, -irányt, besugárzott fényt, valamint páratartalmat. Utóbbinál például gombás

növénybetegségek és párás levegőt kedvelő kártevőkkel kapcsolatban fognak hasznosnak bizonyulni a kapott adatok. Így mielőtt komolyabb probléma keletkezne, azt megelőzve léphetünk közbe. Persze nagyon fontos, hogy az eszközök ellenállók legyenek az időjárással szemben (Gebbers-Adamchuk, 2010).

### **2.6.1. Internet of Things**

IoT-nak nevezzük azt az eszközrendszert, ami speciális azonosítóval ellátott eszközök csoportját foglalja magába. Egyre inkább teret nyer mindenféle automatizálást megkönnyítő megoldás. Ilyen eszközrendszerrel komolyan felgyorsulnak az azonos hálózatra csatlakozott eszközök, készülékek, szoftverek közötti kommunikáció és adatforgalom. Egyes gazdaságméret felett, ahol jóval több adatot kell nem csak feldolgozni, hanem tárolni, ott már kimondottan megkönnyítheti a mindennapokat az IoT rendszerek használata. Tehát a termelés pontosságának, költséghatékonyságának növelésén kívül létrehoz egy rendszert, amiben a mezőgazdaság minden egyes eleme például traktorok, szenzorok, öntözés, időjárás együtt, azonos ütemben lesz optimálisan kezelhető. A folytonos fejlődés, a termelésben rejlő precíziós lehetőségek kiaknázása amolyan védekező mechanizmus olyan impulzusokkal szemben, mint a változékony időjárás, dráguló inputanyagok, ingadozó terményárak (Gebbers-Adamchuk, 2010).

### **2.7. A jármű és a vezető navigációjának segítése**

A GPS adta korrekció, és az RTK jelpontosság nagy pontosságot nyújt a navigációs rendszerekhez. Közreműködésükkel jól megtervezhetők a táblák között, valamint táblákon belüli útvonal, a sorok és művelőutakra való csatlakozás sorvezető, robotpilóta, kormányautomatika segítségével. A betakarító gépeknél lézeres sorkövetőt alkalmaznak, ami úgy könnyíti meg a kormányzást, hogy megkülönbözteti hol haladt el a gép és hol nem, azaz melyek a levágatlan területek. Ugyanez valósul meg minden egyes talajmunka során, vetésnél, tápanyagutánpótlásnál, növényvédelemnél (Kemény et al., 2017).

Tehát a navigációs rendszerek által az egymás után következő sorokra való ráállás nagyban megkönnyebbült. Szinte lehetetlen eltéveszteni, tehát a gépkezelőnek sem kell olyan mértékben koncentrálni és csupán az érzéseire hagyatkozni. Ezzel csökken a fáradékonyság, az elhasznált üzemanyag, és nincsenek átfedések a művelőutakban, tehát a vetőmag, kijuttatott tápanyag, növényvédőszer pazarlása elkerülhető, továbbá csökken a talaj tömörödését okozó

taposási kár. Mivel a táblák paramétereit elmentik a munkagépek, így az elkövetkezendő években szintén ugyanolyan centiméteres pontossággal térhetünk vissza (Kemény et al., 2017).

A sorvezető nem feltétlen menti fel a kormányzás alól a traktor vezetőjét, csupán visszajelez számára LED fénnel. A megfelelő nyomvonalon haladva zöld színnel világít, a nyomvonaltól való eltérés esetében pedig pirossal. Nagy segítség még, hogy egyenesen kívül görbe vonalat is képes követni, egy kijelzőn megmutatja számunkra hol haladtunk már el a táblán belül (Kemény et al., 2017).

#### 4. ábra A sorvezető használata talajmunka közben



Az automata kormányzás nevéből adódóan képes ott tartani a traktort a művelőúton, kormányautomatikával. Ezzel tovább segítve a dolgozó kényelmét. Beállításához megtervezzük a táblán történő haladás útvonalát, amellet a kívánt munkaszélességet, munkaeszköztől függően. Megoldása például lehet kormányoszlopba szerelt elektromotor. A robotpilóta hidraulikus kormányrendszerrel rendelkező gépekbe szerelhető. Irányítása a kormányrendszerbe épített vezérszeleppel van megoldva (<http3>).

Ezt a nagy pontosságú navigációs rendszerrel felszerelt munkagépekbe használható ki igazán, mert a pontosságon kívül nagyon gyorsan képesek leszünk így irányba állni. A komfortot, pontosságot tovább fokozzák az iTec beállítások. Egyetlen gombra különböző parancsokat lehet konfigurálni a munkaeszköz, fel és leemelését illetően, hogy pontosan mikor

és mennyi idő múlva igazítsa azt a megfelelő magasságba, a fordulókhoz. Sebességi fokozatokat és a fordulatszámot egyaránt előre megszabhatjuk, ezzel kíméljük a munkagép kopását és csökkentjük a fogyasztást (http3).

Magát az automata kormányzást nem szükséges egy külön gombbal kikapcsolni, megszűnik amint a kormányt elmozdítjuk a táblavégi fordulókön. Viszont figyelniünk kell, hogy a balesetek elkerülése érdekében a közutakon véletlenül se kapcsoljuk be az automata kormányzást, mert elveszíthetjük az irányítás alóli uralmat (Kemény et al., 2017).

A traktoron kívül munkagépbe szerelhető robotpilóta is előfordul, ami szintén GPS jelek alapján képes a nyomvonal optimális kivitelezésében. Fontos még, hogy a környezeti körülményektől függetlenül, tudjuk végezni a munkát, mikor a látási viszonyokat befolyásolhatja a felszálló por, vagy köd jelenléte, esetleg besötétedik. Az előbbieken említett berendezések az újabb gépekbe bekerülnek, de utólag is beszerelhetők (Kemény et al., 2017).

A precíziós mezőgazdaságban alapvető jelleggel szerepelnek az imént felsorolt megoldások (sorvezető, kormányautomatika, robotpilóta). Ez az első lépcsőfoka a hagyományos gazdálkodás elhagyásának. Megvásárlási ár szempontjából egy kb. 50 hektáros gazda már megengedheti magának, megkönnyebbítve a munkát, annak pontosságát. Előnyük még, hogy régebbi évjáratú gépekbe is beszerelhetők (Gaál et al., 2020).

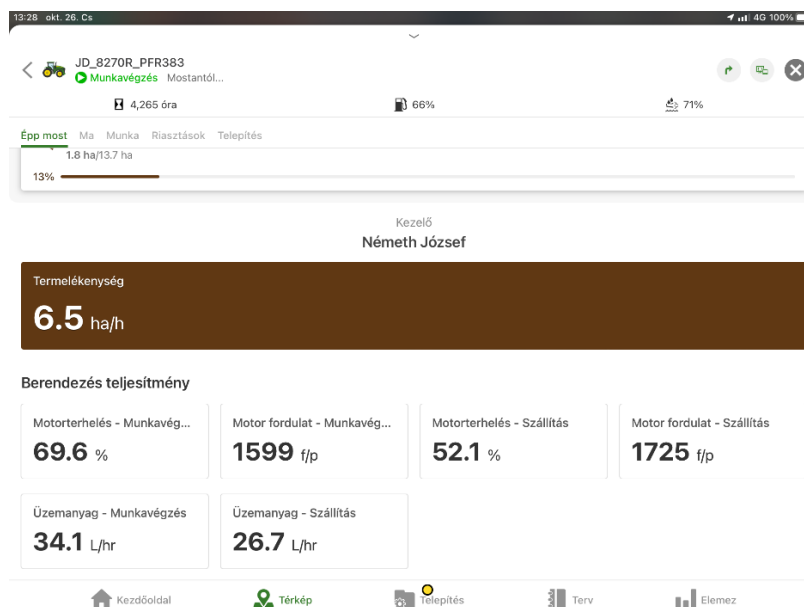
### **2.7.1. Erő- és munkagépek üzemeltetése**

Kezdetben a CANBUS, majd az ISOBUS rendszerek által lehetőség nyílik a munkagépek üzemeltetésével kapcsolatos információgyűjtés. Ezen információk megalapozzák a karbantartás időzítését, összehasonlíthatók a teljesítményük és felügyelhetők az alkalmazottak munkavégzése, GPS-alapú flottakövetéssel. Mindez biztosítja az állandó visszajelzést a gépek sebességéről, terheltségéről és üzemanyagfogyasztásáról. Ezekből egyből következtethetünk mennyire kompatibilis egymással az adott traktor és munkagép. Betakarítógépek megjelenítik számunkra a cséplési fordulatszámot, hézagot. Az adatokat lebonthatjuk napi, hónapos, vagy éves szinten. Továbbá vagyoni védelmi szempontból is követhetjük a gépek közlekedését. A gépgyártók biztosítják az ellenőrzés és szervizelés lebonyolítását, és a tulajdonoson kívül ők is hozzáférést kapnak a fedélzeti számítógéphez, így szolgáltatás formájában akár távolról karban tartják a munkagépet, és figyelemmel kísérik a munkafolyamatokat (Kemény et al., 2017).

## 5. ábra My John Deere applikáció



## 6. ábra Talajmunkát végző traktor adatai a My John Deere alkalmazásban



## 2.8. Talajtérképezés, és -mintavételezés

A mezőgazdaság egyik legfontosabb egysége a talaj. Olyan tulajdonságai, adottságai, mint a víz- és tápanyagellátottsága, levegőgazdálkodása, kémiai és fizikai összetétele, mikrobiológiai tevékenysége meghatározzák a termékenységet. Várallyay és Németh (2000)

szerint a talaj egy olyan természeti erőforrás, melynek minősége a növények termesztése során valamelyest csökkenhet, azonban tudatos és megfelelő agrotechnikával biomassza előállító képessége fenntartható. Az ember által végzett beavatkozásokat bizonyos mértékig képes tompítani. Az adott növénykultúra számára hasznos tápanyag, víz, hő raktározása, valamint a természeti erőforrásokat kihasználva - mint például a fény, levegő, talaj vízkészlete - képes életteret biztosítani.

A termőképességet viszont számos faktor korlátozhatja. Befolyásoló tényező a talaj szerkezete, fizikai félesége. Ha kevés a szerves és az ásványi kolloidtartalom gyenge lesz a talaj tápanyag- és vízellátottsága, a laza szerkezet miatt kiszolgáltatottabb lesz az eróziós folyamatoknak. Meghatározó még a talajok pH-ja. Legtöbb termesztett növényünk a semleges kémhatású, esetleg enyhén lúgos körülmények között termeszthetők eredményesen. A túlságosan elmozduló értékek mind savas, vagy lúgos irányba a tápanyagok felvehetőségét, továbbá a mikrobiális tevékenységeket korlátozzák. Szélsőséges esetben, például egy szikes talaj esetében, minden hátrányos tényező jelen van, azaz szélsőséges vízgazdálkodás, gyenge tápanyagszolgáltató képesség, belvízvesztés, aszályérzékenység, hátrányos mikrobiális életkörülmények (Tamás, 2001).

Törekedni kell a talaj -mint természeti erőforrás- megfelelő használatára, megújítására, kizsákmányolásának elkerülésére, másképpen nem lehet eredményes a növénytermesztés. Ebből adódóan bele kell számítanunk a talaj romlását eredményező átmeneti és a környezet által nyújtott állandó, megváltoztathatatlan problémákat. Utóbbi például egy dombos terület, ahol felmerül az erózió, kimondottan a lejtőnek nem merőleges irányú művelésével. Ugyanakkor egyenletes, sík tájakon szintén megjelenhet a defláció, talaj szerkezetének romlása, szikesedés, belvíz, árvíz (Verőné, 2010).

Egészen az 1990-es évekig a térképek nem jelentettek különösebb támaszpontot az agráriumban. Csupán topográfiai térképeket használtak, a terméseredményt pedig a termőterületről átlagolva határozták meg a learatott termésmennyiségből és 3 vagy 5 hektáronkénti átlagmintavételből. Szerencsére felismerésre került, hogy a körülmények, és a termőhely folyamatosan változnak, akár 1 ha-on belül, így a legjobb ha a változókhoz igazodva határozzuk meg a művelés menetét (Verőné, 2010).

A hagyományos térképezés már igencsak háttérbe szorult költség- és időigényessége miatt. Manapság a talajtérképezéshez hozzájárulnak a GPS adó-vevők, térinformatikai szoftverek, különböző szenzorok és mérőeszközök. Segítségükkel kellő pontossággal fel tudjuk

mérni a termőhely állapotát, adottságait, ezzel megadva a lehetőséget a gyűjtött adatok közti összefüggések elemzésére. A szántóterület helyspecifikus műveléséhez ezek a segédeszközök, technikák elengedhetetlenek. A térinformatika vívmányainak használata roppantul megkönnyítik a termőföld változékonyságának felderítését. Még inkább kiaknázhatók a benne rejlő alternatívák, ha több éven keresztül gyűjtött adatok tanulmányozása után ejtjük meg a beavatkozást. Az utóbbi évtizedekben jelentősen megnövekedett a talajtérképezés szerepe, mivel felhasználásra kerül a földterületek termelési potenciáljának felmérésében, szaktanácsadásban, vagy akár a környezetvédelem szempontjából. De nem csak a mezőgazdaságban van szerepe, gazdasági szempontból is célszerű megvizsgálni a célterületek lehetőségeit (Pásztor-Szabó, 2007).

### **7. ábra** Mintavételezés talajvizsgálathoz

*Forrás:* (http5)



Vitathatatlanul a táblán belüli differenciáltság felmérésében, a talajmintavételezés kulcsszerepet képvisel. Sőt Magyarországon a 90/2008. (VII.18.) FVM rendelet 4. melléklete a talajvizsgálatok megfelelő eljárását meghatározza. A rendelet tartalma szerint 5 évente indokolt a talajok tápanyagtartalmát megvizsgálni, gyepterületeket kivéve, ahol ugyanez 10 évenként szükséges. Maximum 5 hektárnyi területre vonatkozhatnak az átlagminták, így amennyiben ezt a mennyiséget meghaladja, több 5 hektáros egységet kell létrehozni. Pontos és értékelhető eredmény érdekében legalább 20, valamint rét-legelő esetén 30 kijelölt ponton indokolt talajmintát venni. Az azonos módszerrel, eszközzel és mélységgel gyűjtött mintáknak átlagban 1kg-ot kell kitenniük, ezt követően laboratóriumi vizsgálatokon elemzik



tulajdonságaikat. Az eredményekből kimutathatóvá válik a talaj termékenysége, azaz tápanyagmérlege, -igénye, így kirajzolódik előttünk mekkora különbségek lehetnek minőségben akár egymáshoz közel elhelyezkedő területeken is, továbbá megállapíthatjuk milyen mértékben szolgálja ki kellőképpen a jövőben termeszteni kívánt növényeket ([http4](#)).

### **2.8.1. Talajjavítás**

Az egyre mostohább, változékony időjárás révén növekszik a talajművelésben rejlő kihívás. Talajainkra eszerint kell nagyobb figyelmet fordítani, a korszerűtlen és rossz művelési gyakorlatokat elfelejtve. Másképp nem lehetséges a modern gazdálkodás elsajátítása. Az elavult módszerek olyan mértékben szélsőségessé teszik a talaj állapotát, hogy az már csak nagyon nehezen, vagy nem is lesz visszafordítható.

Ilyesfajta például a túlságosan gyakori szántás. Nem megoldás az eke teljes elhagyása, mivel vannak olyan körülmények, például nedvességi állapot, talajba nem bekevert szármaradványok sokasága, gyomsűrűség amikor igenis hozzá kell nyúlni az ekéhez. Ami igazán fontos az nem más, mint a mérték és az időzítés. Ha szántani kell azt ne nyáron tegyük, hogy azt a csekély nedvességet is elveszítsük a talajból, és mikor ősszel alapművelésként a szántás mellett döntünk ott a felszín szigorúan legyen elmunkálva, lezárva, legjobb ezt egy menetben véghez vinni a talajból eltávozó szén-dioxid megakadályozása miatt. Sajnos az elmunkált, lezárt szántás nagyon ritka hazai viszonylatban. A talaj rögeibe belekap a szél, majd azt teljesen kitett lesz az erózióknak, deflációknak. Ahelyett, hogy túlságosan aprómorzás, mármár porszerű, vagy másik esetben rögös felszín alakítanánk ki, továbbá a szerkezet romlás, tömör, vízzáró eketalp réteg, nedvesség- és szervesanyagvesztés, elkerülése érdekében a talaj forgatása ellenében, lazítva kevesebb kárt okozunk ([http3](#)).

Eszközei sekélyművelésnél a kultivátor, tárcsa, kombinátor, ásó- és fogasborona, közép mélylazításnál a közép mélylazító, és mélylazításnál a mélylazító. A lazítózás javítja a talaj fizikai, kémiai, biológiai állapotát, nem képez tömör rétegeket a felszín alatt, sőt repesztő hatásával eltávolítja azokat, így megszűnnek a vízzáró rétegek, levegősebbé válik, nagyobb lesz a megőrzött nedvesség, és a talajban élő hasznos szervezetek életkörülményeit is optimalizálja. Mindebben segít még, hogy a lazításos alapművelés mulcsot hagy hátra. A talaj felszínén található mulcsréteg szintén őrzi a nedvességet, csökkenti az erózióval, deflációval szembeni kitettséget, és korlátozza a gyomosodást. Csakúgy mint a szántásnál, illetve bármilyen más művelési formánál kulcskérdés az ütemezés ideális körülmények között ([http3](#)).

Talajjavítás szemszögéből a lazítást fizikai beavatkozásként hatjuk végre, de kémiai és biológiai módszerekről sem szabad megfeledkeznünk. A talaj kedvezőtlen kémiai állapotának megszüntetéséhez  $\text{CaCO}_3$ -tartalmú anyagokat juttatunk a talajba. Biológiai talajjavítás közé sorolható a homokterületek zöldtrágyázása, mivel ennél a talajtípusnál jellemző a tápanyagok, és víz szignifikáns mozgása, mondjuk egy csernozjom talajhoz képest. Még a nagy gyökértömeget képző növények használhatók a tömör rétegek feltörésére (http3).

## **2.9. Tápanyaggazdálkodás a precíziós gazdálkodásban**

Miután elvégeztük a talajmintavételezést és megtörtént a feldolgozás, pontos képet kapunk a tábla adottságairól. Adottság alatt értendő a pH, humusztartalom, sótartalom,  $\text{CaCO}_3$ , növények számára felvehető nitrogén, foszfor, kálium, nátrium, magnézium, mangán, szulfát, réz, cink. Téradat alapú információs szoftverekben hozzuk létre a táblán belül differenciáltan a tápanyag-kijuttatási tervet zónákra, dózisokra felbontva például a fejtrágyázást. A kijuttatási-terv hordozható adattároló segítségével, a legmodernebb felszereltséggel pedig felhőalapúan elérhető az erőgépbe szerelt informatikai rendszer számára, így folyamatosan ellenőrizhető a műtrágyaszórás navigációval, dózis- és szakaszvezérléssel, hogy ténylegesen megfelelően zajlik (http3).

Műtrágyázással mennyiségben és minőségben növelhetjük a termést, azonban a kevesebb néha több. Ha a műtrágyamennyiségeket a növény igényeivel arányosan növeljük javulás várható, de az eltúlzott adagok a termés csökkenéséhez vezethet. Például túl sok nitrogéntrágyázás miatt megdől a búza, így fejlődésében korlátozott lesz, továbbá a betakarítást is módfelett megnehezíti. Az egész alapelve, hogy ott kapjon a növény és a terület tápanyagot, ahol ténylegesen hasznosulhat, és olyan mennyiségben, hogy megérje, kimondottan a manapság jellemző inputanyag árak mellett kerülendő a pazarlás.

A három makroelem (N,P,K) közül a nitrogén műtrágyák kapják a legnagyobb szerepet. Egyre több nitrogén hatóanyag visszapótlásával kapcsolatos online rendszert alkalmaznak a gyakorlatban, ami a növények vegetációs indexének kimutatásán alapul. A folyékony műtrágyák piacra kerülésük után egyre nagyobb teret hódítottak el a szilárd halmazállapotú műtrágyákkal szemben. A folyamat érthető, mivel a folyékony halmazállapotúak nem igényelnek külön menetet a termőterületen, akár startertrágyával, vagy peszticidekkel egy menetben megoldható, betartva a peszticidek egyik legfontosabb szabályát, azaz háromnál több növényvédőszert és segédanyagot ne keverjünk össze. Ezáltal is csökken a nehézsúlyú gépek taposási kára, emellett kevesebb lesz az elhasznált üzemanyag. Ezen kívül a növény

fenológiai fázisai (például szárba indulás, virágzás, termésképzés) szerint optimálisan megkaphatja fejtrágya formájában, kettő, akár három részletben a könnyebb felvehetőség és jobb hasznosulás érdekében (Sallai, 2021).

Folyékony műtrágyánál vontatott vagy önjáró permetezőgépet, szilárd halmazállapotúnál röpitőtárcsás műtrágyaszórót használunk. Újabban bővül a szerves hígtrágya striptill-kultivátoros injektáló technikája. A gépkezelő az ISOBUS rendszerhez hozzáférő hígtrágyakijuttatókkal beállíthatja mennyi legyen a hektáronkénti mennyiség, folyadékáramlómérővel, infrás hatóanyagmérővel pedig figyelemmel kísérhetjük mekkora mértékben kapott NPK hatóanyagot és szárazanyagot a terület. Amely sávokban a gép elhaladt, ott már a későbbiekre mentve lesz a tápanyagmennyiség. Ugyanez a helyzet a röpitőtárcsás műtrágyaszórók esetében. A garat-nyílás keresztmetszetét beállítva térfogatos szabályozással variálhatjuk a kiszórási adagot. Intelligens hidraulikus röpitőtárcsákkal az anyagáramlás, mért adatok, GPS, munkaszélesség és szóráskép függvényében változó dózisu precíz kijuttatás érhető el, még hozzá a már kezelt terület duplán beszórását is elkerülhetjük vele. Ez kimondottan görbe nyomvonalaknál lehet horderejű (Sallai, 2021).

## **2.10. Növényvédelem a precíziós gazdálkodásban**

Növényvédelembe tartozik minden olyan tevékenység, melyek azt a célt szolgálják, hogy megóvjuk termesztett növényeink egészségi állapotát, ezt fenntartsuk, jó terméshozam és minőség reményében. Effektív csak akkor lehet, ha a gyomok, kártevők, kórokozók jelenlétét időben diagnosztizáljuk. Enyhe hanyagság, vagy épp rosszkor időzített, kései állománykezelés jelentős kárt eredményezhet. Túlzás, hogy feleslegesek lesznek az addig befejezett munkák, viszont biztosan egy olyan folyamat indul el, ami a termés mennyiség és minőségbeli romlásában fog mutatkozni. A kikelt, kifejlődött gyomok, magjaikat elszórják, melyek évtizedekig elegendő készletet alakítanak ki saját szaporodásuk érdekében, megnehezítve a termelést, betakarítást. Egyes gyomfajok egyedei több tízezer magot termelnek.

Termesztett fajaink között vannak a betegségekre, elgyomosodásra fogékonyabbak, ide sorolható például a repce, és a kapás kultúrában termesztett növények, kimondottan a napraforgó. A gyomnövények tápanyagigénye szignifikáns, tehát a talajban lévő tápanyagot és vizet felhasználják. Gondatlan gyomszabályozásnál a különböző életformájú gyomok a haszonnövény életterét, fejlődését roppant mód visszaszorítják, a potenciális termésmennyiséget 40-50%-kal csökkenthetik. Hasonló terméskiesést indukál például búza esetében, hogyha hajlamos fenofázisokban, azaz kalászhányás kezdetén, két nódusz

fejlettségénél, zászlóslevél megjelenésekor, vagy éppen kalászvédellemnél megcsúszik a védekezés (Holtappels et al., 2021).

A védekezés legerősebb, leghatékonyabb módszere a megelőzés, az aktuális károsító elleni korai fellépés, akár preemergens, vagy posztemergens kezeléssel. Ezt a vetésszerkezet, és az utónövény optimális megválasztásával tehetjük meg, elkerülve a közös károsítók elszaporodását. Az agrotechnikai védekezéshez sorolandó még a tápanyag-utánpótlás, lehetőség szerint az öntözés, valamint a jól ellenőrzött vetőmag kiválasztása, az állandó monitoring, diagnosztizálás, előrejelzés. Törekednünk kell elsősorban a nem kémiai módszerek alkalmazására, hogy csökkentsük a peszticidek igénybe vételét, ezzel is kímélve a környezetet, továbbá csökkentve a kiadásokat. Abban az esetben amennyiben mégis kémiai úton lépünk közbe, kombinálnunk kell az egyes növényvédőszerkezeteket hatóanyagcsoportok szerint az anti-rezisztenciára törekedve, ezt nevezzük szerrotációnak (Silva et al., 2023).

### **2.10.1. Előrejelző rendszerek**

Évekkel ezelőtt leginkább a rovarfajok életformájának ismeretében, és rovardsapdák kihelyezésének ötvözetében lehetett előre számolni kártevők szempontjából. Kórokozók, gyomteltetés szempontjából pedig, szintén a gyomok életformája, és az aktuális kultúrára jellemző betegségek tapasztalata, szaktudása alapján egy szemlét követően (Hadászi, 2020).

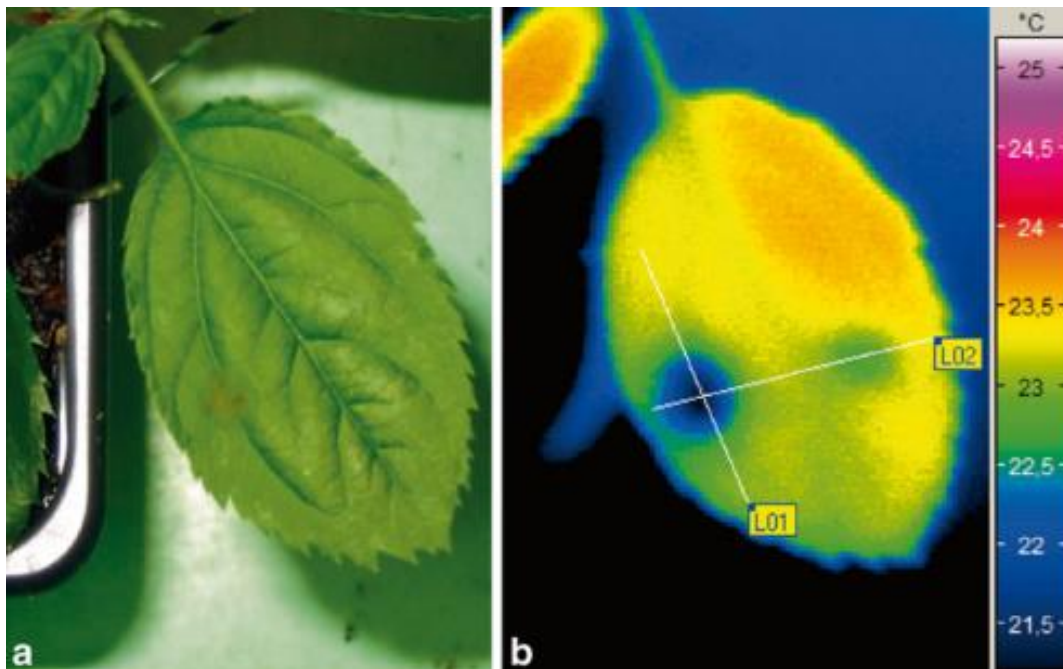
A fejlesztések maga a jelentős népességnövekedés miatt is indokolt volt. Fejlődik a társadalom, fokozódik az urbanizáció, bővülnek a kisebb-nagyobb városok és utak épülnek. Egyre több élelmiszerre, takarmányra lenne szükség, holott a termőföldek nem a bővülés irányába haladnak, hanem éppen ellenkezőleg. Fokozódik a kihívás és megfogalmazódik a kérdés. Hogyan lehetne ugyanakkora, vagy még kisebb területről több élelmet előállítani (Behmann et al., 2014).

Meteorológiai állomások kiépítése vette kezdetét, melyek már manapság egy hálózatot tesznek ki. Folyamatosan adatokat továbbítanak a szolgáltató számára, vagy ha van lehetőség saját tulajdonú állomás beruházására, akkor onnan kapjuk az információt, talajban, és növényállományban elhelyezett szenzorok hozzájárulásával. Amennyiben szolgáltatásként akarunk értesülni a növényállományunkban fennálló körülményekről, ezt megtehetjük az előrejelzésen felül javasolt beavatkozással, vagy az információ birtokában kellő tapasztalattal, hozzáértéssel saját magunknak meg tudjuk tervezni milyen növényvédőszerrel, mikor, és hogyan applikáljunk (Hadászi, 2020).

A technológia fejlődésének hála bővültek a lehetőségek, az előrejelzéssel kapcsolatban. Különböző optikai szenzorok utat törtek a diagnosztizálásban, plusz az adatgyűjtés volumenében. Képesek megkülönböztetni egymástól egy komplett növényállományt, és egy különálló egyedet akár. Csoportosíthatók a mérési tartományuk, elektromágneses spektrumuk, képalkotásuk, távoli vagy közeli hatótávolságuk alapján. A működési alapelveiket figyelembe véve említést tehetünk, passzív és intelligens szenzorokról. Az utóbbi, másnéven aktív szenzorok az általuk sugárzott jelek (lézer, fluoreszcencia, radar, visszaverődés) segítségével figyelik a változásokat, majd dokumentálnak (Mahlein et al., 2012).

### 8. ábra Termográfiai felvételezés

*Forrás: (Mahlein et al., 2012)*



A termográfia ugyancsak nagyon hasznosnak bizonyul a növények vizsgálatában, betegségek, elváltozások, vízellátottság felfedésében. Infravörös sugarakat kibocsájtva figyeli a hőmérsékletbeli különbségeket a levél felületén, minden egyes pixel egy hőmérsékleti értékhez tartozik. Például amikor a növényben zajló transpiráció csökken, a hőmérséklet megemelkedik. Ugyanez a hőmérséklet emelkedés figyelhető meg a gázcsereváltások változásakor, abiotikus tényezők módosulásakor, vagy ha egy bizonyos ponton kórokozó támadta meg a haszonnövény levelét. Viszont mindez nem általánosság, nem minden betegség, kórokozó jelenlétében ugyanazok a jelenségek jelentkeznek. Megfigyelték, hogy a Tobacco mosaic virus és a Cercosporás levélragyát illetően a sejtek, levélszövetek elhalása, hidegebb foltok adhatják az első figyelmeztető jeleket. Magát a termográfiai képek elkészítését

mikroszkópos méretekben, a termőföldön, valamint a levegőből véghez lehet vinni, ráadásul rövid időn belül (Mahlein et al., 2012).

### **2.10.2. Kijuttatástechnológia**

Az urbanizáción kívül a növénytermesztés másik nehezítő tényezője, hogy folyamatosan szűkül a növényvédőszeres kínálat, mivel az Európai Unió minden tagállamával törekszik a veszélyes növényvédőszeres használatának 50%-os lecsökkentésére. Törekednünk kell, hogy környezetünket minél kevésbé károsítsuk, élővizeinket és az élővilágot, valamint saját egészségünket is megóvjuk, és az olyan peszticidek használatát, forgalmazását - melyek lebontása évtizedekig eltarthat - hanyagoljuk (McGinley et al., 2023).

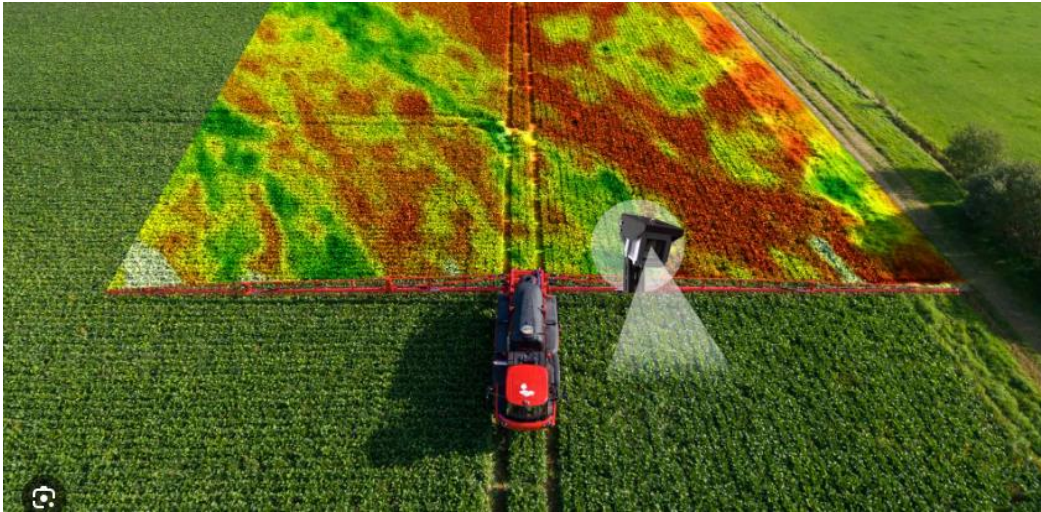
A cél természetesen szükségszerű, azonban nem egyszerű az átállás. Kijuttatástechnológiai újításokban találhatjuk meg azokat a praktikákat, melyekkel célzottan vezérelhető a védekezés. Vontatott, függesztett és önjáró permetezők vannak használatban a gyakorlatban, már körülbelül több mint egy évtizede. Ugyanúgy mint bármilyen más input anyag kijuttatásnál, vagy talajmunkánál, itt úgyszintén nagyon nagy segítség, hogy a fedélzeti komputer elmenti számunkra mely részeit jártuk már be a táblának munka közben, ennek fejében kétszer ugyanarra a helyre nem fogunk visszatérni, ezáltal nem lesz ráfedés, elpazarolt peszticid, és a dózis is megfelelő lesz. Emellett a károsítók heterogenitásának mintájára szakaszoltan, fűvókák szerint és foltokban kezelhető az adott termőföld (Hadászi, 2020).

Vannak alternatívák arra, hogy másféle munkafolyamattal egy menetben végezzük el a permetezést. A legújabb szemenkénti vetőgépek képesek a sávós gyomirtásra. Miután a vetőgép precízen elhelyezte a vetőmagot a talajba, a tömörítőtárcsát követően egy fűvóka helyezkedik el. Ez a fűvóka közvetlen a vetőmaghoz juttatja ki a növényvédőszert, esetleg mellé még tápanyagot, melyet a vetőgépen lévő tartályból kap. Eredményül a kapás növény kifogástalan kelése megalapozott. Ez a megoldás kultivátoron egyaránt abszolválható (Hadászi, 2020).

Az egyik legújabb technológia az okos permetezés. A szántóföldön haladva az önjáró permetezőgép pillanatok alatt felismeri és megkülönbözteti egymástól a gyomnövényeket és haszonnövényeket. Ennek, sőt még a fűvókákénti szakaszolásnak köszönhetően tökéletesítve lesznek a dózisok. Pontosságukon kívül tetemes területteljesítményt nyújtanak, akár 400 ha-t képesek egy nap alatt lekezelni, közben úgy, hogy nem tesznek kárt a termesztett növényben majdnem 2 méteres hasmagasságuk miatt (Barna, 2023).

**9. ábra** Önjáró permetezőgép helyspecifikusan végzett növényvédőszer kijuttatás közben

*Forrás:* (<http6>)



Hasonló újításokat hoz majd magával a német Lemken és a holland Steketee mezőgazdaságigép-gyártók egyesülése, közös munkája. Palettájuk és gondolkodásuk felettébb innovatív. Követik a modern agrárium elveit, ami nem más mint a megelőzés fontossága, a sávos művelés és az egy menetben elvégzett munkálatok kombinálása, közvetlen a vetéstől indulóan. Legújabb találmányaik közé tartozik az IC-Light+ és a Combi Cam kamerák. A kamerarendszerek megkülönböztetik a kék, zöld, piros színárnyalatokat. Már az éppen csak kikelt haszonnövényt észleli és megkülönbözteti a gyomoktól, ez alapján hajtja végre a kultivátor sorok közötti kormányzását (Pente, 2023).

## **2.11. Precíziós vetés**

Nem csak a precíziós gazdálkodásban van kimondottan nagy fontossága a vetésnek. Általánosságban elmondható, hogy egy növényállomány akkor kezelhető jól, valamint könnyebben, ha egyöntetű, azaz homogén. Ennek eléréséhez különösen nagy pontosság szükséges. Amennyiben ez rendelkezésünkre áll, egy olyan rendszer teljesedik ki, amik egymással tökéletes harmóniában vannak. Optimális esetben a vetést megelőzi az előző növénykultúra tarlóhántása, tarlóápolása, majd a lazításos alpművelés és a magágykészítés (Hadászi, 2019).

A jelenkor modern vetőgépei képesek szárazabb körülmények mellett, a mulcstakaróként hátrahagyott, szármaradványokkal teli magágyba is ugyanarra a vetésmélységre kijuttatni a vetőmagot, rávetés, átfedés nélkül, mindezt helyhez kötötten, akár hozamtérképre alapozva, differenciált tőszámmal. A tábla egyenetlensége miatt, vagy mikor a fordulók úgy jönnek ki, a

sorok keresztezhetik egymást. Szakaszvezérléssel, és a sorok egyenkénti elzárásának lehetőségével kerüljük el az átfedést. Sokszor előfordul, hogy a vetésre szűkebb időtartomány van birtokunkban. Azonban amennyiben a gazdasági helyzet engedélyezi, nagy teljesítményű, hidromotorral ellátott, pneumatikus magtovábbítású vetőgépekkel 30-50 hektárt képesek vagyunk bevetni egy napon belül. A vetőgép teljesítményét a vetésellenőrző monitoron felügyelhetjük és szabályozhatjuk. Optimálisan körülbelül 12-15 km/h sebességgel használható, sőt igényli a sebességet, mert lassabb tempóval kevésbé lesz pontos (http7).

Kérdés, hogy milyen kialakítás szükséges ekkora alkalmazkodóképességhez és területteljesítményhez. Az első elem a magagykészítő egység, amely egy mélységhatároló kerékből és egy sárkaparós kettős tárcsás nyitócsoroszlyából áll. A nyitócsoroszlya eltávolítja a rögöket, szármaradványokat, ezzel megtisztítja az utat a vetőmagnak, aztán a csírázásnak. Nem jelent akadályt az egyenetlen talajviszony sem. Egyszer beállítjuk a vetésmélységet, és az automatikus talajnyomás érzékelő szenzorok hozzájárulásával a gép leköveti a talajfelszínt (http7).

Tehát elkészült a tökéletes, egyöntetű vetés. Plusz munkamenetet spórolunk meg, feltéve a vetőgép sávpermetezővel fel van szerelve, ezáltal a vetéssel egymenetben a vetőmag közvetlen közelébe starter folyékony műtrágya, valamint peszticid juttatható ki, tovább fokozva a növény gyors kelését. Felmerülhet, hogy kevés lesz csupán a növény tövébe inputanyagot elhelyezni kapás kultúrában. Ez szerencsére nem igaz, mert később a sorok közti gyomosodást sorközművelő kultivátorral akadályozzuk meg, aminek számos pozitív hatása van még a gyomszabályozáson kívül. A talaj tömör rétegeit átszakítja, ezzel javul a levegőzöttség, vízmozgás, gyarapodnak a talajlakó élőlények, azok életkörülményei, és a lendületes fejlődés. Ráadás a kultivátorozást többször ismételhetjük, műtrágyázással vegyítve (Hadászi, 2019).

## **2.12. Betakarítás**

Alapjába véve egyfajta logisztikai kihívás összeegyeztetni melyik tábla művelése, betakarítása kövesse a másikat, különösen nagyobb gazdaságoknál, ahol a kisebb-nagyobb táblák száma bőven 100 felett lehet. Nagyon egyszerű dolgunk lenne, ha ugyanaz a növényfaj lenne minden egyes területen, és az időjárás évről évre hasonlóan viselkedne. Azonban tisztában vagyunk vele, hogy ez nem így van, és nem megvalósítható számos növényvédelmi, valamint gazdasági szempontból. Inkább szeszélyes, változékony időjárásnak lehetünk tanúi, kimondottan nyáron és ősszel. Manapság már elkopnak az általánosságok, és sose tudjuk mire

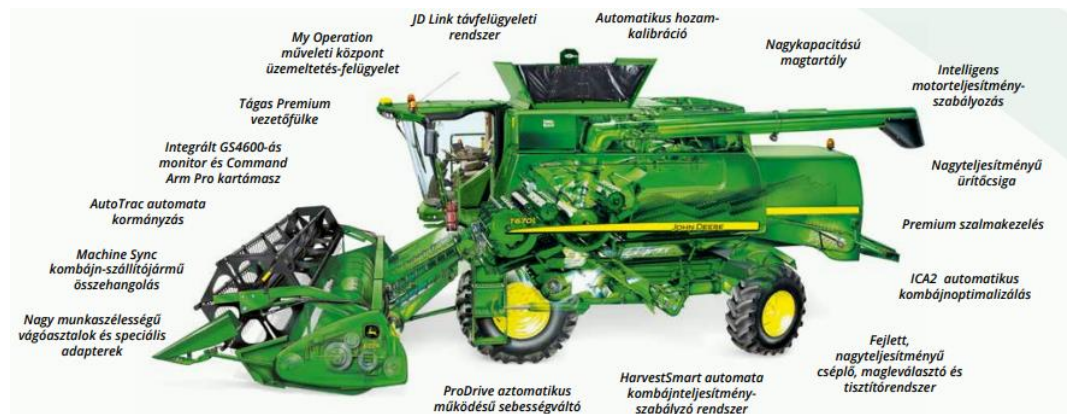


számíthatunk a szezon elején, valamilyen szinten a szerencsejátékhoz hasonlóan tesszük fel az addig kigazdálkodott pénzünket.

Magas területteljesítményű gépekkel használhatjuk ki azokat a kis réseket, mikor két csapadékosabb időszak között kell sok-sok hektárt magunk mögött tudni és optimális körülmények között dolgozni. Legjobb esetben olyan létszámú és terhelhető géppark van a birtokunkban, mellyel kiszolgáljuk a betakarító gépet szállítás ügyileg, továbbá a talajmunkákkal is haladunk az aratással párhuzamosan, már a következő vetésre készülve. A magas teljesítményhez párosul számos intelligens funkció, amelyek segítik a betakarítást, és tökéletes szemminőség elérését (<http3>).

## 10. ábra A kombájn betakarítását segítő berendezések

Forrás: (<http3>)



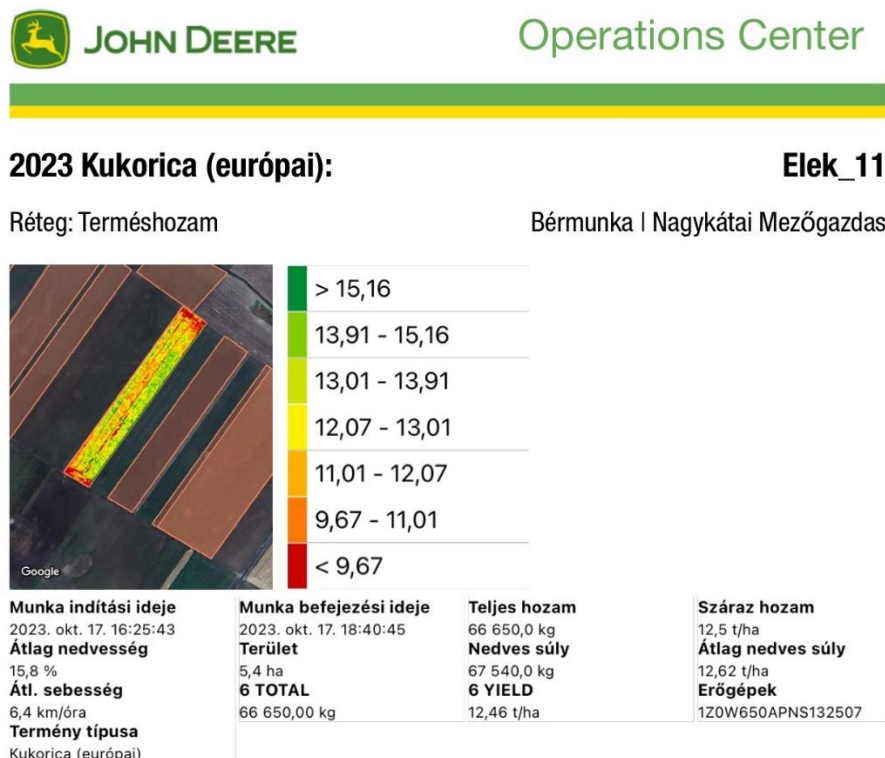
A munkagépek egymáshoz kapcsolódása a MachinesSync gépszinkronizálással csúcsonodott ki. Az azonos táblán dolgozó gépek, ami legyen akár betakarító gép, traktor, permetező vagy vetőgép, nyomvonalai összeilleszthetők. Betakarítás közben, hogy a kombájn ne kelljen megállnia és csak a táblavégeken ürítenie, a szállítók, mellé állnak és a kombájn haladási sebességét eltalálva próbálnak egyenesen haladni, közben pedig zajlik a pótkocsira való ürítés. Kézigáz használatával és némi ügyességgel ez hiba nélkül megvalósul az esetek nagyobb részében. Bár gyengébb látási viszonyok, esetleg fáradtság befolyásoltsága okául megeshik a pótkocsi mellé ürítés, rosszabb esetben az ütközés. A gépek szinkronizálásával mindez elkerülhető (<http3>).

### 2.12.1 Hozamtérképezés

Az egyik legfontosabb információ, amit egy modern betakarító gép nyújt számunkra, az nem más, mint a hozamtérkép. Különböző elvek alapján, az adott táblán belül koordinátákhoz

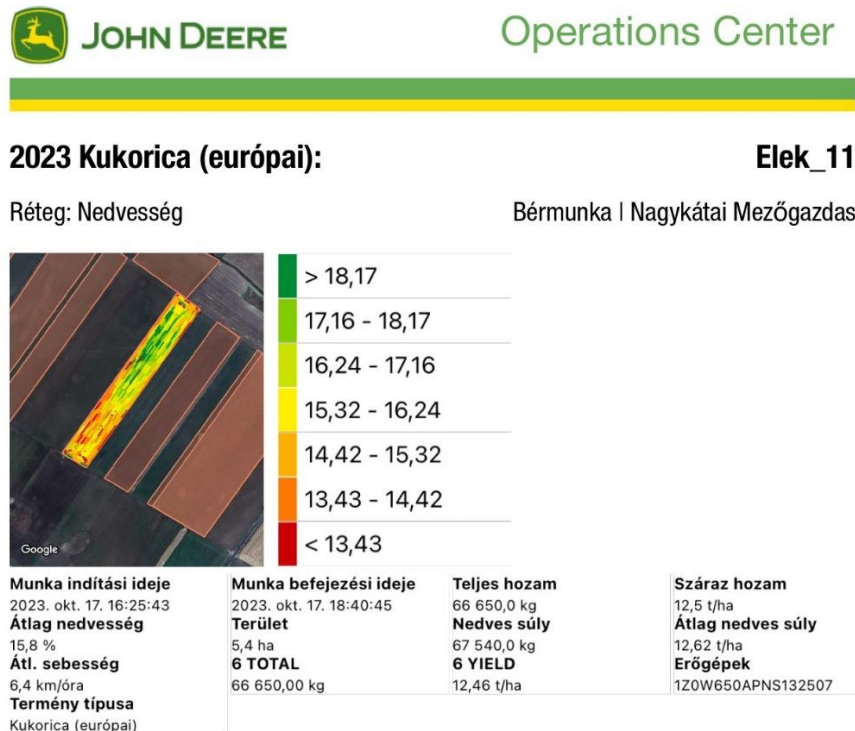
kötöten mutatja meg számunkra hol volt erősebb a termés, és hol gyengébb, ez alapján kapunk tiszta képet a föld termőképességéről, heterogenitásáról. Ez történhet a térfogatáram alapján, mikor cellás, vagy fényérzékelős módszerrel méri a gép az áramló magot, vagy a másik opció a tömegáram elve. Érdeemes tudatában lenni melyik elven működik az aktuális kombájn, mivel ez alapján kell elvégezni a kalibrálást. Általában a szervizes megejti az alapvető beállításokat, ámde később ez a gépkezelő feladata lesz (Kausser, 2018).

11. ábra John Deere Operations Center termésmennyiséget ábrázoló hozamtérképe



Kombájnunk fedélzeti komputerében megtalálhatók a termémtípusokra vonatkozó beállítások, bár ettől függetlenül sokszor manuálisan finom hangolni kell a rostákat, rotorfordulatot, rotorok és kosár közötti hézagot, valamint a szelelő ventilátor fordulátát, hogy tört szemek és idegenanyagoktól mentes cséplést, tisztítást kapjunk. Tábla és tábla között vannak különbség a nedvességtartalmat illetően, mi több a napszakok között is van apró különbség. A délelőtti órákban nedvesebb aratni valóval találkozhatunk, később pedig már állítani kell a paramétereken, mert a hőmérséklet növekedésének hatására elpárolog némi víztartalom, majd az esti órákban ismét a reggeli körülményekhez közelítünk. A kalibrálás tökéletesítéséhez az elsőként learatott, majd beszállított termény súlyát szokták a gépbe betáplálni (Kausser, 2018).

## 12. ábra John Deere Operations Center nedvességtartalmat ábrázoló hozamtérképe



### 2.13. Szenzoralapú szárítás

A precíziós gazdálkodásban részt vevő szenzorok, érzékelők sokasága már bizonyított az ágazat megannyi terén, és ugyanezt teszik a szemtermések szárításában. Számos előny származik, ha a szárító, tisztítóberendezés fel van szerelve olyan szenzorokkal, melyek használat közben egy hőtérfépet hoznak létre számunkra. Tárolhatósági perspektívából nézve hosszú távon elengedhetetlen. Mindegyik szemtermésnek megvan a maga értéke, százalékos nedvességtartalma, amivel gond nélkül tárolható. Amennyiben nem állítjuk be a megfelelő víztartalmat, termésünk megpenészedhet, majd kárba vész. Mivel élelmiszer, vagy takarmányról van szó, ez nem következhet be és meg kell tisztítanunk az idegen anyagoktól, gyommagoktól, hulladékoktól. Könnyen megeshet, hogy néhány szem rossz helyen akad meg, a rendszer eltömődik, esetleg egy ideje nem volt használva és a beszorult szemek kicsírának. Túlmelegedés, majd tűz alakulhat ki. Nem kizárt az sem, hogy a sok tört, sérült szem a túl magas hőhatás eredménye. Következésképpen balesetvédelmileg a tűzveszély esélye lényegesen lecsökken a folyamatos ellenőrzés miatt, illetve az addig nagy erők árán előállított termés sem vész el (http3).

## 2.14. Öntözésvezérlés

Hazánk éghajlata évről évre egyre változékonyabb. Kimondottan a vízhiánnyal és rendkívül magas hőmérséklettel párosuló nyári időszak, esetenként csapadékhányos tavasz. A probléma az, hogy pont ezek az időszakok, amelyek meghatározóak, mivel nagy szükség lenne optimális mennyiségű csapadékra a fejlődéshez, virágzáshoz, termésképzéshez.

Szántóföldön a legelterjedtebb öntözési módszer a csévélődobos, és lineár öntözőberendezés. A precíziós gazdálkodás az utóbbival tud azonosulni. Nem lehet elégszer ismételni, mennyire fontos a táblák heterogenitás szerinti differenciálása, majd zónák kialakítása. Nincs ez másképpen a precíziós öntözésnél sem. Meteorológiai állomások, talajszenzorok, talajvizsgálat, hozamtérkép és a biomassza felmérése szolgáltatnak olyan adatokat, melyre később feloszthatjuk az öntözési térképet. Változtatható intenzitású szórófejek (VRI) használatával a növények számára tökéletes körülményeket teremthetünk. Voltaképpen a szakaszolás, változó mennyiségű víz ekképpen oldható meg. A szenzoroknak köszönhetően állandó felügyelet alatt áll a talaj vízháztartása, így az öntözést mindig az aktuális vízigényhez és fenológiai fázishoz lehet állítani. Minőségben egyaránt ideális a lineár rendszer használata. Nincsen rövid időn belül túl sok lezúduló csapadék, se vízhiány, ezzel szemben inkább egyenletesség, kedvező cseppméret (<http3>).

## 2.15. Dróntechnológia az agráriumban

Egy új lépcsőfokot jelenthet a pilóta nélküli légi járművek, másnéven drónok megjelenése nem csak a precíziós, hanem a komplett mezőgazdaság számára. Termőföldjeink monitoringja rengeteget fejlődött az elmúlt években. Számatalan módszer jelen van az adatok begyűjtésére, elemzésére. Azonban a drónfelvételezés, a drónok alkalmazása akár inputanyagok kijuttatásban rengeteg potenciált hordoz még magában. Jelenleg tisztázatlanok a drónok kezelésének szabályai. Lakott területektől távol, a repülés szabályait betartva, megfelelő jogosítvánnyal, hozzáértéssel és biztosítással használhatók ezek az eszközök, gyakran csak hobbi szinten. Egyet értek a gondolattal, hogy jól kidolgozott, megfontolt szabályrendszert kell létrehozni, mivel egyáltalán nem mindegy ki és hogyan, milyen körülmények között jogosult használni ezeket a készülékeket. Szempont az embertársaink veszélyeztetésének elkerülése, személyi jogok tiszteletben tartása, közben nem megzavarva a légtérben közlekedőket (Török, 2021).

Műholdas felvételezéssel alkalmasak vagyunk multispektrális képeket létrehozni, jelentős területeket lefedve. Ezáltal könnyen megfogalmazódhat bárkiben, mi értelmé

drónokkal ugyanezt megtenni néhány kattintás helyet. Mindenképp a drónok mellett szól, hogy egy heves esőzésen kívül szinte nincs olyan akadály ami útjukba állhat, évszaktól, felhőborítottságtól függetlenül. Már sima RGB kamerával a növényállomány fölé repülve, olyan visszajelzéseket kapunk, melyek nagyon tanulságosak lesznek, hogy miként avatkozunk be később az adott táblát illetően. Egyből kirajzolódnak azok a foltok, ahol sokkal gyérebb, gyengébb fejlettségű a növényállomány. Segítségünkre vannak még a növényfelület index alapján készült felvételek. Bármilyen fenofázisban végezhető mindkét opció, ráadásul igen gyors ütemben. Öt hektár körbepérése körülbelül 10 perc alatt megtörténik, és nem muszáj manuálisan irányítani minden egyes mozdulatot, hiszen a megfelelő koordinátákat, repülési irányt megadva képes saját maga bejárni a területet. Miután mindez megtörtént feldolgozzuk a kapott adatokat. Egy pontról 3-4 fotó készül, tehát egy 10 hektáros területen közel kétszáz darab kép készül el. Ez a fajta gyors tempó, nagy területteljesítmény kitűnően illeszkedik a precíziós gazdálkodáshoz. Lényegében időben lereagálhatunk olyan eshetőségeket mint a gyomosodás, akár a csírázástól észlelve, vagy foltokban megjelenő kórokozók, kártevők, belvizes foltok, vadak által sújtott részek (Beleznai, 2023).

Ha megalakul a drónhasználat optimális szabályozása, nem csak a termőképesség szerint differenciálhatjuk a táblát. Mikor szabad szemmel észrevehetetlen károsító bukkan fel, egyfajta gócpontot alakíthatunk ki, és csak egy foltban kezeljük a problémát táblán belül. Ezzel a módszerrel több peszticidet spórolunk meg. Én személy szerint leginkább gyomnövények ellen alkalmaznám az e-fajta védekezést, talán kártevő, kórokozó ellen érdemesebb biztosra menni, és kellő elővigyázatossággal kezelni a problémát. Viszont egyértelműen figyelemre méltó mennyi pozitív oldala lenne, hogyha egy kielégítő szaktudással felvértezett szakember, persze az alkalmas jogosítvánnyal, valamelyest nagyobb méretű pilóta nélküli légi járművel hajtana végre növényvédelmi beavatkozást. Földgolyónk valamennyi pontján foglalkoznak ezzel a témával, a jövő technológiájába investálva (Beleznai, 2023).

Mint már említettem, kevés olyat szituációról számolhatunk be, mikor a szabályozások korlátozásán kívül nem használhatunk drónt. Az önjáró permetezőknak rengeteg pozitív tulajdonsága van, azonban ezt is felül lehet múlni. Előfordulnak olyan körülmények, mikor a termőföldek művelése akadályokba ütközik, nehezen megközelíthető lesz, mondjuk nagy mennyiségű csapadék érkezése után. A drón könnyedén orvosolja a problémát, és nulla taposási kárral jár használata. Az önjáró permetezőgép ugyancsak hatékony ebből a szempontból, bár 5-10%-kal több kárt okoz. Egy drónnak nincs művelőútja, esetleg útvonala. Mindemellett némi plusz hatékonyság mutatkozik a permetezés közben elért cseppméretben és tapadásban.

Propelleres meghajtása következtében, a pontos szórófejeiből permetezett peszticid könnyebben a célzott növényre jut, és kevésbé lesz a szélnek kitett (Beleznai, 2023).

### 3. Alkalmazott módszerek – Egy pest megyei gazdaság fejlődésének kísérete

#### 3.1. A Nagykátai Mezőgazdasági Szövetkezet általános adatai

A Szövetkezet 1997.03.01.-én alakult meg a Magyar-Koreai Barátság Mgtsz. néven a „kis” Magyar-Koreai Barátság és a Kossuth Mgtsz. egyesülésével. Az 1992.11.20.-i közgyűlésen változtatta meg nevét, melynek hivatalos rövidítése: Nagykátai Szövetkezet. 2015.05.22.-én ismét történt egy névváltozás, az új törvényi előírásoknak megfelelően nevükbe beépítették a „mezőgazdasági” szót, így nevük legújabb hivatalos rövidítése: Nagykátai Mezőgazdasági Szövetkezet.

#### 3.2. A gazdaság földrajzi helyzete, természeti és közgazdasági adottságai

Nagykáta a Duna-Tisza közén, azon belül az Északi-alföldi-hordalékkúpsíkság területén helyezkedik el, Budapeستől 60 km-re, délkeleti irányban. Kis lélekszámával ellentétben központi szerepet tölt be, mivel a környező településeket ellátja gazdasági, kulturális, egészségügyi szempontból, ezért a Tápió-vidék fővárosának szokták nevezni.

A város területét a Budapest-Szolnok vasútvonal választja ketté, két termőtájjra. A szövetkezet telephelye ezen a területen foglal helyet, valamint termőterületének nagy része is, azonban egyes táblák átnyúlnak a szomszédos községek zónáiba. Jelenleg 471 hektáron zajlik a növénytermesztés. A termőföldek átlagos AK értéke 23,3.

13. ábra A szövetkezet 2023-as vetésszerkezete



Nagykátai környezetének kialakulásában szerepet játszottak az egyes földtörténeti korok. Mai arculatát a vizek, a szél felszínalakító és nem utolsó sorban az embertermészet átalakító munkája formálta. A térség közel azonos magasságú, körülbelül 100-105 méter a Balti-tengerhez viszonyítva. Fellelhetősége északi szélesség 47,5°, keleti hosszúság 19,6° között van. Az éghajlat mérsékelt kontinentális. Az évi átlagos középhőmérséklet 10 °C, vegetációs időszakban pedig 16,6 °C. Csapadékeloszlás szempontjából megfigyelhető egyfajta csökkenés, azaz egyre gyakoribb az aszályos időszak, amit a szövetkezet által mért 15 éves átlag (486 mm) szintén tanúsít. Uralkodó szélirány ÉNY-ÉK-i, az éves napfénytartam 2000-2050 óra. Talajtípusokból említést tehetünk váztalajokról, réti talajokról, csernozjom talajokról.

### **3.3. A gazdaság szervezeti felépítése**

Legfőbb szerve a Közgyűlés. Az ügyvezetést és a képviseletet három tagú Igazgatóság látja el. A szövetkezet tevékenységének, illetve a testületi és vezető tisztségviselői működésének ellenőrzése céljából egy három tagú Felügyelő Bizottságot hozott létre. Alattuk áll az igazgatósági elnök, majd őt a termelésirányító követi a sorban. Munkabérét és egyéb járandóságait, munkája ellátásához szükséges feltételeket az igazgatóság határozza meg. A termelés megszervezése, növényvédelem kiadásai, beosztottak irányítása, valamint a bevétel alakulása leginkább az ő feladata és az ügyvezetőé.

### **3.4. A fejlődés útja**

Körülbelül a 2010-es évek elején egy fiatal termelésirányító érkezett a Nagykatái Mezőgazdasági Szövetkezet kötelékébe és innovatív, ambiciózus gondolataival elindult egy olyan úton ami a csőd közeli helyzetből biztos fennmaradássá, majd fejlődéssé bontakozott ki. A gazdaságot ebben az időszakban hanyatló épületek, tárolóhelységek jellemezték. Gépfelszereltségben MTZ 82-es traktorok álltak rendelkezésre, nagyobb lóerő igényű munkákhoz pedig, 250-es Rába Steigerek.

#### **3.4.1. Gépek, munkagépek, munkavégzés fejlődése**

Első lépésként 2011-ben a meglévő Bábolna, extra könnyű fűtőolajjal működő, nyomott rendszerű szárító korszerűsítésével kezdődött. Nem környezetbarát, de valamivel környezetkímélőbb gázzal működő Stela MDB gabona szárító vette át helyét. A berendezéssel a gazdaság termésének szárítását, tisztítását bőségesen kielégítette, ezért bérben is vállaltak terményszárítást, növelve a bevételt.



2013 és 2018 között törekedtek az idősebb gépek, munkagépek lecserélésére. Területteljesítményük növelése érdekében nagyobb munkabírású John Deere W650 kombájnra tettek szert, amit követett később két John Deere traktor, pontos típus szerint, a 6140 R, és 6100 RC, valamint egy Amazone ZA-M vetőgép, és John Deere M732 vontatott permetező mellett tették le voksukat. Kialakult a komfortosabb hatékonyabb munkavégzés potenciálja. Az egyik traktort magasabb felszereltséggel sikerült beszerezni, majd a másikat utólagosan okosítva tették hatékonyabbá. Céljuk a GS2630 monitorokkal és az SF3000-es antennákkal az volt, hogy a műtrágya és a növényvédőszer kijuttatás nagyobb pontossággal menjen végbe az átfedések, input anyag pazarlás elkerülése miatt, ebben segített még az automata kormányzás, és a sorvezető alkalmazása, továbbá a gépkezelők komfortja is javult, így gyengébb látási viszonyok mellett, akár éjszaka sem állt meg a munka. 2017-ben még egy igencsak nagy beruházás ment végbe. A gépparkban a kombájn lecserélődött egy újra, W650i-re, az „i” az intelligens jelentése, ráadásul a nehezebb talajmunkákhoz érkezett a John Deere 8R, és 6120R traktor. Közben ebben a 6 éves stádiumban vásároltak Lemken találmányokat, azaz tárcsát, grubert és altalajlazítót. 2020-2023-as időintervallumban tovább fejlődött a géppark, azonban már lassabb ütemben. Egyik fontos lépcsőfok a vetőgépek, tehát a szemenkénti és a gabonavetőgép lecserélése. A John Deere 740A, valamint John Deere 1765 vetőgépek a precíziós elvekhez tökéletesen megfelelőek. Melléjük egy John Deere 7R traktor, ezen felül az előzővel megegyező típusú új W650i kombájn került beruházásra, mert az előzőnél gyakran jelentkeztek különböző meghibásodások.

### **3.4.2. Szoftveres fejlődés**

Az adatfeldolgozás, értékelés, követhetőség következtében 2015-ben a JD office szoftverrel mentésre kerültek a művelés alatt álló táblahatárok, irányítási nyomvonalak megszerkesztése. Apró nehézséget jelentett, hogy a földhivatal a földrészeket EOVI vetületi rendszerben tartja nyilván, viszont a precíziós gazdálkodásban használt gépek GPS vagy GNSS rendszerei WGS-ben dolgoznak. Egyszer az összes tábla koordinátáját át kellett konvertálni, majd ezután, mint az előző fejezetben már említve, pontosabban hajtották végre a munkálatokat. Ekkor a shape fájlokban, pendrive-val történt az adatok átvitele. Mivel a szövetkezet sok bér munkát vállal, egyszerűbb lett azok számon tartása, nyomon követése, hála a Greenstar fedélzeti komputereknek és a hozzá tartozó szoftvernek. Az első W650i kombájn készített először hozamtérképet. Ez alapján elkezdődött a hozamtérképre alapozott differenciált inputanyag kijuttatás. Illetve a szövetkezet részt vett az Arysta vállalat kutatásában, ahol applikációs térképeket vetettek össze hozamtérképekkel. 2018-ban megjelent a MyJohndeere

rendszere, ezáltal a munkagépekbe MTG modemeket szereltek be utólag, hogy ne legyen szükség pendrive-val átvinni például a differenciált műtrágya kijuttatási tervet, ehelyett már felhőalapúan működött, és a 8R, valamint 7R munkagépek kaptak egy-egy negyedik generációs fedélzeti számítógépet. Sőt nagy pluszt ad, hogy az MTG modemek összeköttetésben állnak az ECU-val, ezáltal a gépek esetleges hibajeleit azonnal küldi a MyJohnDeere-be, Service Advisoron keresztül. Ezt a JD és a Kite is látja, ebből adódóan szoftveresen be tud avatkozni a modem kétirányú kommunikációs csatornáján keresztül. A modemmel a MyJD fiókba a gép tartózkodási helyének pontos adatait visszanezhetjük percre pontosan, fogyasztási és egyéb adatokat nyerhetünk ki. Sőt a GS monitorok dokumentációs adatait küldi a MyJD felületre, így folyamatossá válik a táblatorzskönyv, a differenciált térkép, munkaidő stb. Ezen kívül a cég egy digitális benzinkútra ruházott be a tavalyi szezonban. Eredményül online rögzített tankolásokat kapunk cserébe, üzemórával párosítva. Természetesen a rendszer zárolva van RFID és PIN kódos védelemmel. Nagyon jó visszacsatolás, hogy a fogyasztási adatok megegyeznek a MyJohnDeere adataival. Felvételezésben, megfigyelésben sokat segít a DJI Phantom 3 drón. Hozzájárulásával növényegészségügyileg fokozódott a biztonság, és a vadkárok feltárásában is szerepelt. Az előbbiben szintén segített a Climate Fieldview szoftver, és a Sentinel műholddal megfigyelt térképek, valamint a Kite Zrt. Precíziós Gazdálkodási Rendszer nevezetű gazdálkodási rendszeréhez való csatlakozás. Baleset-és tűzvédelmileg a szárítás, tisztítás terén is fejlődtek. A szárító belső szerkezeti felépítésében történtek változások, majd a hőérzékelő szenzorokkal szerelték fel. Ezek a szenzorok egy hőtérképet biztosítanak számunkra használat közben. Ha bármilyen túlmelegedés lenne azonnal észrevehető a probléma, ráadásul a szemtermések sem veszítenek annyit beltartalmi értékeikből.

#### ***3.4.2.1. EOVS konvertálás a gyakorlatban***

A termőföldeken alkalmazott munkagépek GNSS vagy GPS rendszere az EOVS vetületi rendszert nem ismeri, esetleg néhány deciméteres pontossággal, ami a precíziós világban nem elegendő. Márpedig a földhivatal EOVS vetületi rendszert használ a táblahatárokat illetően, melynek vetületi rendszere HD72. A GPS és GNSS rendszerek ettől eltérő vonatkoztatási rendszerűek, azaz WGS84 esetleg ETRS89. A két vonatkoztatási rendszer között nincsenek összefüggések. Közös kapcsolat a közös pontok koordinátái között felírható transzformációs egyenletek adnak. Abban az esetben, ha van legalább három, nem egyenesen fekvő közös pontjuk a Helmert féle transzformációval határozhatjuk meg. Amennyiben cm-es pontosságra van szükségünk, a Fömi által kifejlesztett konvertáló programokra lesz szükségünk. Ide tartozik

az EHT vagy a VITEL szoftvere, melyek EOV és ETRS89 koordináták között konvertálnak (<http9>).

### **3.4.3. A precíziós elvek megvalósulása a talajművelésben**

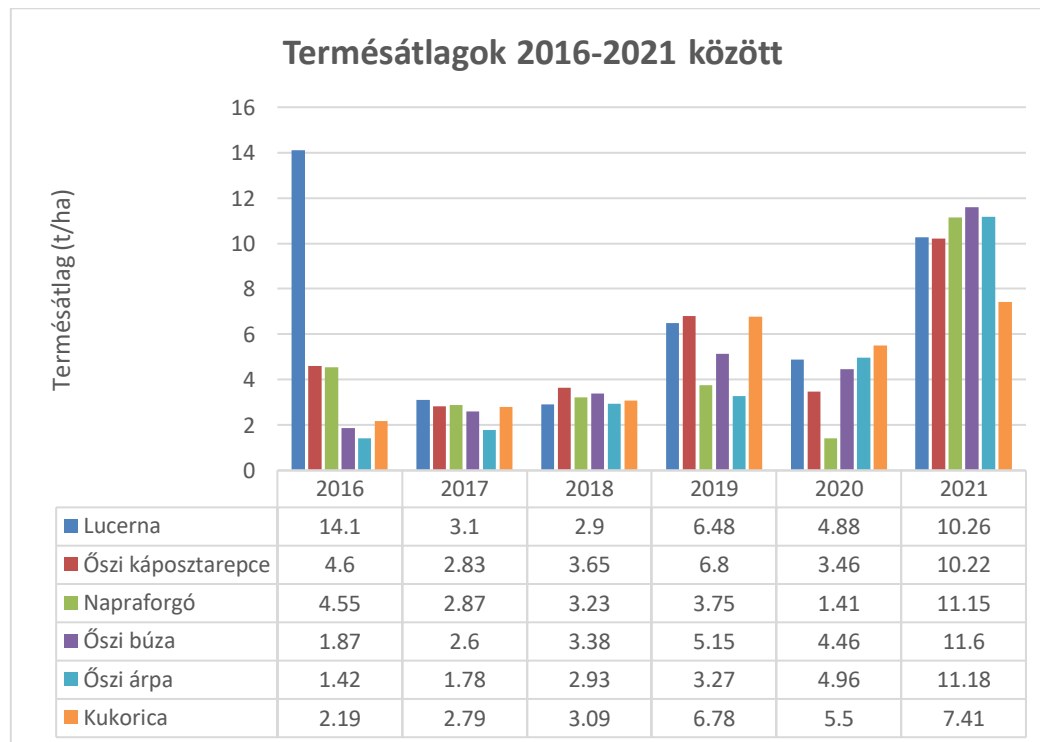
Miután a termelésirányító elfoglalta pozícióját első feladatai közé tartozott, hogy megismerje a termelő közeget, szóval talajmintákat vett. A precíziós gazdálkodás elveit követve lazítók, tárcsák beszerzésével, évről évre egyre inkább kezdtek áttérni a forgatás nélküli, mulcshagyó művelésre, kombinálva többféle munkát egy menetben, például a gruberrel. Növényvédelemben, tápanyagkijuttatásban sokat fejlődtek. Eredményül növekvő tendencia jelentkezett a 2022-es precíziós talajmintavételezésben. Valószínűleg a forgatás nélküli talajművelés, a mulcshagyás lehet az oka. Növekedett a humuszosodás, mikro-,makroelemek jelenléte, azaz a termőképesség. Mivel a modern vetőgépek akár 40%-os mulcshagyásba is képesek elvetni, nem okoz problémát, és tökéletesen párosul a lazítással, tárcsával, kombinátorral, kultivátorral.

## 4. Eredmények és értékelésük

Az elmúlt tíz évben az agrárinformatika és a hozzátartozó gépháttér segítségével a munkakörülmények sokat javultak. Traktorokból gépkezelők váltak, és a munkafolyamatok a műholdas segítséggel sokkal hatékonyabbak lettek. A fejlődés folyamata már a távvezérelt gépek irányába mutat. A cég víziója ezen a téren a megfelelő gépbeállító és gépfelügyelő személyzetre irányul. Az ezt megelőző évek fejlesztése a gépesítés hatékonyságát tekintve mindenképpen pozitívnak és megtérülőnek értékelhető.

A precíziós talajmintavétel a termőtáblákról igen komplex és nagyon sok adatot szolgáltat. Hiába a megfelelő gépesítés, de egy tápanyagutánpótlás lebonyolítást helyén kell tudni kezelni a jelenlegi input- és terményár relációjában. Mérlegelni kell nem csupán a műtrágya, az üzemanyag költségeit, hanem a bérköltséget is szembe kell állítani a növénykultúra tápanyagigényével. Meg kell találni azt a prioritást ahol a differenciált tápanyagutánpótlás mikro, mezo, makro elemét differenciáltan kijuttatva eredményesen tudjuk elvégezni. Tegyük fel, hogy több elem pótlására teszünk kísérletet mono műtrágyával a térképnek megfelelően. Olyan logisztikai, anyag, munkabér és egyéb költségeink keletkeznek, hogy nem tudunk eredményesen termelni a jelenlegi terményáron.

14. ábra A termésátlagok alakulása 2016 és 2021 közt



## 5. Következtetések és javaslatok

Jelenlegi minimális fejlődésük megtartása nagyon fontos lenne. Törekedniük kell az ISOBUS-os munkagépek beszerzésére, ezáltal a dokumentáció precizitását segítenék elő. Például egy ISOBUS-os bálázó rögzíti a bálaszámot, a bálaháló felhasználását pontosabban nyilván tudnák tartani, és egyéb módszerekkel előkészületeket tenni a megtakarításra.

A Kite PGR rendszerével, a Fieldview-val, MyJohnDeere-ral megvalósíthatnak pár év alatt egy teljesen megfontolt és jól bevált művelési módot. Folyamatosan gyűlnek majd a tapasztalatok, adatok és a szélső értékekhez való közeledéssel, ami legyen csökkentett műtrágya vagy vetőmagkijuttatás, ki fogják ismerni saját magukat, mikre képesek és mi éri meg igazán a saját termőföldjeiken.

Majdnem minden talajművelő eszközzel el vannak látva, amik korszerűek is, azonban a kultivátor már kissé elavult. Pedig nagyon lényeges lenne a kapás kultúrákban egy modernebb darab, ami ráépülne a differenciáltan elvégzett vetésre, és sávos művelésre. Hosszútávú tervként a John Deere 8R-hez hasonló teljesítményű traktor beszerzése lenne fontos, mellé egy közép mély- és mélytalajlazítóval, hogy ne csak a mostani 8R legyen terhelve, és jobban haladnának a talajmunkákkal, melyekre sokszor kevesebb idő áll rendelkezésre, például csapadékkal jól ellátott őszi időszakban.

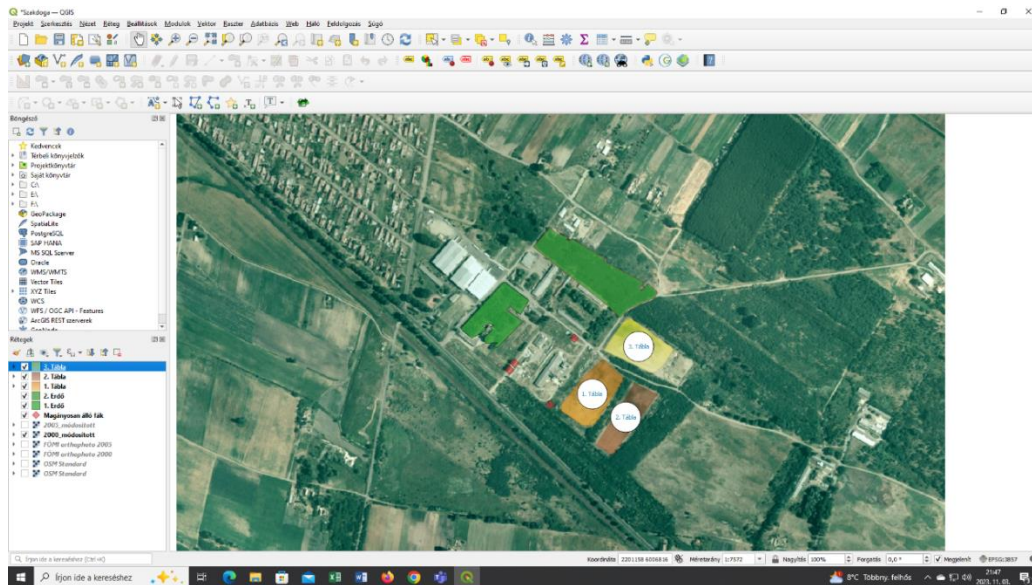
Esetleg indokolt lehet még, hogy a gyakrabban használt traktorokba is fejlettebb monitorok kerüljenek, így felhőalapúan történne minden munkafolyamat elvégzése és dokumentálása.

A cég az elmúlt években nem csupán a munkagépek fejlesztésével, hanem a telephely korszerűsítésével is törekedett a dolgozók komfortjára. Rendelkezésükre áll egy hídmérleg, amivel bérben mérlegelnek a szomszédos papírgyártó vállalatnak. Ha ezekben is tovább fejlődnének, a mérlegeléshez is alkalmazni lehetne egy szoftvert, amely a szállítók rendszámát és súlyát egy adatbázisban menti el, rendszámmal, felszerelt kamerákkal lefotózva. Ezt, a tankolókutat, a mezőgazdasági ágazat összes velejáróját, amellet egy bérszámfejlesztői szoftvert kombinálva, melyen például a földnyilvántartási adatok szereplnének, egy közös platformra kéne hozni az eddig meglévőket.

Személy szerint én az egyetemen megismert QGIS térinformatikai szoftverrel nyújthatnék segítséget a Nagykáta Mezőgazdasági Szövetkezetnek, ami nyílt forráskódú,

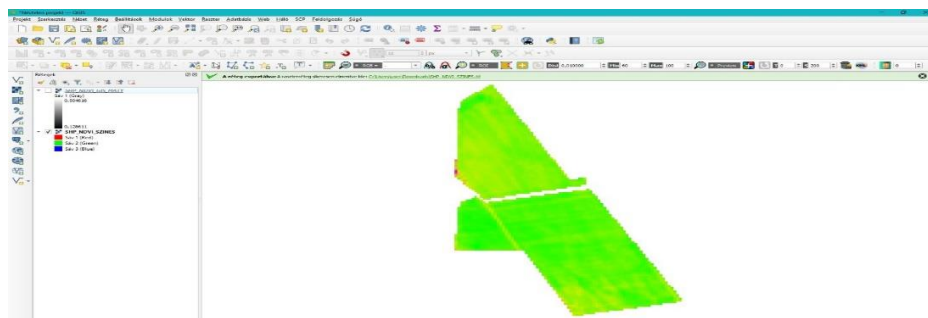
ugyanúgy ahogyan az ingyenesen elérhető távérzékelési anyagok is. Egyszerűen csak a telephelyet körülvevő elemeket shape fájl rétegekben lehetne elemezni, hogyan változtak évről évre, közben felfedezve a különböző táblák heterogenitását műholdfelvételekről.

### 15. ábra A Nagykátai Mezőgazdasági Szövetkezet telephelyének ábrázolása



A szövetkezet telephelyét illetően két darab ortofotó szerepel a QGIS-ben, és már ezeken a felvételeken is nagyon tisztán kirajzolódnak a táblákon belüli foltok, valamint a 2000-ben és 2005-ben készült fotók közötti különbségek. Viszont sokkal szemléletesebb kimutatásokat lehet készíteni például NDVI elemzéssel. A Sentinel2 weboldalán történő regisztrációt követően, lakóhelyemről mentettem le űrfelvételeket. A felvétel időpontjaként egy nyári időszakot választottam, felhőborítottság nélkül. A kiválasztott földterület felvételének 10 méteres sávjain belül a kék, zöld, piros, és közeli infrászívet használtam fel. Megfelelő színekkel pontosan ábrázoltam a növényborítottságot. Végezetül a területet kivágva a képből a shape fájl tökéletesen megmutatja a heterogenitást. A sötétebb foltoknál sűrűbb a növényzet, a világosabbnál gyéresebb.

### 16. ábra NDVI elemzés a QGIS-ben



## 6. Összefoglalás

A precíziós gazdálkodás nem csupán a gazdálkodás, földművelés egy bizonyos formája. Vitathatatlan mennyi pozitívumot hordoz magában, és milyen mértékben meg tudja könnyíteni, sikeresebbé tenni a gazdálkodást. Napjainkban számos nehézséggel kell szembenéznünk. Az időjárás nem vagyunk képesek befolyásolni, sem a terményárak alakulását, ezért a saját „asztalunkon” kell megtennünk a tőlünk telhetőt. Hajlamosnak kell lennünk az új irányzatokra, új technológiák alkalmazására, mivel a gazdaság és a minket körülvevő abiotikus, biotikus tényezők rengeteget változtak az elmúlt években. Közben a népességnövekedés és az urbanizáció arra kényszeríti a jelenkor gazdálkodóját, hogy az egyre inkább csökkenő területű szántóföldeken állítson elő több élelmiszert, takarmányt. Nehezítő körülmény még, hogy a környezetünk, a talaj, és az egészségünk védelmében csökken a peszticidek kínálata.

Az alkalmazkodás első lépcsőfoka, a helyspecifikus, azaz helyhez kötött művelés, hiszen a termőterületek igencsak változékonyak. Lényeges még az aktuális körülményekhez való állandó igazodás. Jövedelmezőségben az imént említett kritériumokhoz beállított input anyagok optimális mennyiségű kijuttatása, valamint növényvédelmileg az integrált növényvédelem elveit követve érünk el szignifikáns különbséget a hagyományos gazdálkodáshoz képest. Teljesítményben pedig a gépkezelők munkáját megkönnyítő automatikák, centiméter pontosságú művelés jelentik a hatalmas differenciát.

A térinformatikai keretekben való adatfeldolgozással, folyamatosan adatot gyűjtünk, tárolunk, elemzünk és fejlesztünk egy tökéletesen összehangolt helyspecifikus rendszert és ezzel a rendszerszemlélettel, optimalizálási lehetőségekkel térhetünk vissza a termőföldre.

Magyarországon a precíziós gazdálkodás előnyei még nincsenek kellőképpen kihasználva. A gazdálkodók magas átlagéletkora határt szab, nem mindig nyitottak az új irányzatokra, esetleg akinek továbbadják a gazdaságot, azok is hasonlóan vélekednek. Szerencsére nagyobb cégek hatására egyre gyakoribb, így a fiatalok könnyebben szakmában tarthatók.

Érdekes még, hogy néhány évtizede egy mezőgazdasági céget, vagy gazdaságot többszáz alkalmazott tett ki. Manapság ugyanazon a helyen körülbelül tíz alkalmazott oldja meg azt a munkakört, és hektármennyiséget, vagy még többet. Ebből szintén látszik mennyit fejlődött a mezőgazdaság a digitalizációnak hála. A fejlődés azonban nem áll meg. Jelen pillanatban gépkezelőkről beszélhetünk, majd egy távoli jövőképpen gépirányítókról lehet szó, akik

tabletről, vagy számítógépről irányítanak egy fülke nélküli traktort, esetleg drónt, mindössze ellenőrizve a munkafolyamatot.

Szakedolgozatomban a precíziós gazdálkodás számtalan előnyét elemeztem és mutattam be a szántóföldi növénytermesztés ágazatában, azonban az állattenyésztésben, zöldség-, gyümölcs-, és szőlőtermesztésben egyaránt jelent van.



## **7. Köszönetnyilvánítás**

Szeretném megköszönni Harkányiné Dr. Székely Zsuzsannának, hogy szakértelmével, a témában való jártasságával segítette dolgozatom elkészítését. Valamint köszönettel tartozom Dacsúr Gábor külső konzulensemnek, mivel megmutatta számomra a precíziós gazdálkodás praktikáit, hogyan működnek testközelből a gyakorlatban.

## 8. Irodalomjegyzék

A.-K. Mahlein, E.-C. Oerke, U. Steiner, H.-W. Dehne (2012) 'Recent advances in sensing plant diseases for precision crop protection', *European Journal of Plant Pathology*, 133, pp. 197–209.

Barna F. (2023) 'Automatizált gyomfelismerés és precíziós permetezés', *Agrárágazat*.

Beleznai O. (2023) 'Dróntechnológia a precíziós gazdálkodásban', *Agrárágazat*.

D. Holtappels, K. Fortuna, R. Lavigne, W. Jeroen (2021) 'The future of phage biocontrol in integrated plant protection for sustainable crop production', *Current Opinion in Biotechnology*, 68, pp. 60–71.

F. J. Pierce, P. Nowak (1999) 'ASPECTS OF PRECISION AGRICULTURE', 67.

Gaál M., Humenyik N., Illés I., Kiss A. (2020) *A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata*. Budapest: NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet.

Hadászi L. (2019) 'Mi is az a precíziós gazdálkodás? - A vetés', *Új Mezőgazdasági Magazin*.

Hadászi L. (2020) 'Precíziós Gazdálkodás - Növényvédelem', *Új Mezőgazdasági Magazin*.

Harkányiné Székely, Zs. (2010). Helymeghatározó és térinformatikai rendszerek, Bevezetés, e-learning: <https://elearning.uni-mate.hu/course/view.php?id=26196>

*http1:* <http://borsodagroker.hu/technologiak-precizios-gazdalkodasban/>.

*http2:* <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/03/28/termokepesseg-alapjan-optimalizalt-tapanyag-utanpotlas/>.

*http3:* <https://pgr.hu/upload/post/542.pdf> (Accessed: 3 October 2023).

*http4:* <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800090.fvm>.

*http5:* <https://www.kite.hu/tudastar/fokuszban-a-noveny-igenye/158>.

*http6:* <https://www.agrifac.com/sustainable-farming/precision-farming/>.

*http7:* [https://www.kite.hu/gepek-eszkozok/vetogepek/john-deere-740a-pneumatikus-gabonavetogep/5/443?fbclid=IwAR3qcckc75b2\\_8SW2ISvTUK5FRDL6Fsap-ws0G-VdmlB2CI-9ernfA73wsA](https://www.kite.hu/gepek-eszkozok/vetogepek/john-deere-740a-pneumatikus-gabonavetogep/5/443?fbclid=IwAR3qcckc75b2_8SW2ISvTUK5FRDL6Fsap-ws0G-VdmlB2CI-9ernfA73wsA).

*http8:* <https://www.axial.hu/gps/szolgalatasok-a-digitalis-mezogazdasaghoz/tablan-beluli-zonak-lehatarolasa>.

*http9:* <https://elearning.uni-mate.hu/course/view.php?id=25596>

J. Behmann, A.-K. Mahlein, T. Rumpf, C. Römer, L. Prümer (2014) ‘A review of advanced machine learning methods for the detection of biotic stress in precision crop protection’, *Precision Agriculture*, 16, pp. 239–260.

J. McGinley, M. G. Healy, P. C. Ryan, J. Harmon O'Driscoll, P.-E. Mellender, L. Morrison, A. Siggings (2023) ‘Impact of historical legacy pesticides on achieving legislative goals in Europe’, *Science of The Total Environment*, 873(162312).

Kauszer J. (2018) ‘Mit kezdünk a hozamtérképpel? – avagy mindent a betakarítás kiértékeléséről’, *Agrofórum*.

Kemény G., Lámfalusi I., Molnár A., Gaál M., Péter K., Takácsné György K., Illés I., Kiss A., Sulyok D., Domán Cs., Keményné Horváth Zs. (2017) *A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata, A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata*. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet.

Neményi M., Milics G. (2007) ‘Precision agriculture technology and diversity’.

Németh T., Neményi M., Harnos Zs. (2007) *A precíziós mezőgazdaság módszertana*. Szeged: JATE Press-MTA TAKI.

Pásztor L., Szabó J. (2007) *Térbeli talajinformációs rendszerek pontosságának és megbízhatóságának növelése*. Budapest: MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet GIS Labor.

Pente J. (2023) ‘Steketee-újdonságok, immár kék színben, LEMKEN-logóval fémjelezve’, *Agrárágazat*, 2023/10.

R. Gebbers, V. I. Adamchuk (2010) ‘Precision Agriculture and Food Security’, *Science Magazine*, 327, pp. 828–831.

- Sallai L. (2021) 'PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS GÉPEI ÉS ESZKÖZRENDSZERE'.
- Sallai L. (2021) 'Precíziós megoldások tápanyag pótlásnál'.
- Tamás J. (2001) *Precíziós mezőgazdaság*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.
- Török G. (2021) 'Így támogatják a drónok a precíziós gazdálkodást', *Agrárágazat*.
- T. S. Silva, N. J. Arneson, R. P. Dewerff, D. H. Smith, D. V. Silva, R. Werle (2023) *Preemergence herbicide premixes reduce the risk of soil residual weed control failure in corn*, *Weed Technology*.
- Várallyay G., Németh T. (2000) *Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.
- Verőné W. M. (2010) 'Földhasználati tervezés és monitoring 2. Földminőség kérdései'.
- X. Dongliang, J. Chen, T. Yu, W. Gao, X. Ling, Y. Li, S. Pheng, J. Huang (2015) 'SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics', *Scientific Reports*, 13389.

## 9. Ábrajegyzék

1. **Ábra:** (*http1*) <http://borsodagroker.hu/technologiak-precizios-gazdalkodasban/>
2. **Ábra:** (*http8*) <https://www.axial.hu/gps/szolgaltatasok-a-digitalis-mezogazdasaghoz/tablan-beluli-zonak-lehatarolasa>
3. **Ábra:** (*http2*) <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/03/28/termokepesseg-alapjan-optimalizalt-tapanyag-utanpotlas/>
4. **Ábra:** Saját forrás
5. **Ábra:** Saját forrás
6. **Ábra:** Saját forrás
7. **Ábra:** (*http5*) <https://www.kite.hu/tudastar/fokuszban-a-noveny-igenye/158>
8. **Ábra:** Mahlein, A.-K. *et al.* (2012) ‘Recent advances in sensing plant diseases for precision crop protection’, *European Journal of Plant Pathology*, 133, pp. 197–209.
9. **Ábra:** (*http6*) <https://www.agrifac.com/sustainable-farming/precision-farming/>
10. **Ábra:** (*http3*) <https://pgr.hu/upload/post/542.pdf>
11. **Ábra:** Saját forrás
12. **Ábra:** Saját forrás
13. **Ábra:** A szövetkezet 2023-as vetésszerkezete
14. **Ábra:** A termésátlagok alakulása 2016 és 2021 közt
15. **Ábra:** A Nagykátai Mezőgazdasági Szövetkezet telephelyének ábrázolása
16. **Ábra:** NDVI elemzés a QGIS-ben

# 10. Nyilatkozat

## NYILATKOZAT

Hrisztov Balint (név) (hallgató Neptun azonosítója: Z9KWB)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> 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<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*3</sup>

Kelt: 2023. nov. év nov. hó 2. nap

Hrisztov Balint  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.

## NYILATKOZAT

### a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: HRICZU BALINT  
A Hallgató Neptun kódja: Z9K2NB  
A dolgozat címe: A PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGRA VALÓ ÁTTÉRÉS NYOMON KÖVETÉSE EGY NAGYKATAI ÜZEM PÉLDÁSAN  
A megjelenés éve: 2023  
A konzulens intézetének neve: KÖTI  
A konzulens tanszékének a neve: Vizsgadélvidéki és Kémiai Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>2</sup> 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: 2023. év 11. hó 02. nap

  
Hallgató aláírása

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.  
<sup>2</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.