

SZAKDOLGOZAT

Farkas Bence

Gödöllő

2024



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZENT ISTVÁN CAMPUS
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET
PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI SZAKMÉRNÖK SZAKIRÁNYÚ
TOVÁBBKÉPZÉS

Monitoring drónok alkalmazása differenciált kijuttatási térképek készítéséhez, gyomszabályozási kísérletben

Belső konzulens: Döbröntey Réka Erika
PhD hallgató, kutatási
asszisztens

Belső konzulens
intézete: Környezettudományi
Intézet, Talajtani Tanszék

Készítette: **Farkas Bence**

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	3
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1 Növényvédelem hazai helyzete	4
2.1.1 Integrált növényvédelem	4
2.1.2 Precíziós növénytermesztés.....	5
2.1.2.1 A precíziós mezőgazdaság legfőbb alapelve	6
2.2 Kukorica termesztése Magyarországon	6
2.2.1 A kukorica termesztési igényei.....	7
2.2.1.1 Talajigénye	7
2.2.1.2 Éghajlati igénye.....	7
2.2.1.3 Vízigénye.....	7
2.2.1.4 Fényigénye	8
2.2.1.5 Hőigénye	8
2.3 A kukorica gyomszabályozása	9
2.4 A Green Deal célkitűzései	10
2.5 Drónok alkalmazása a mezőgazdaságban	11
2.5.1 A kutatáshoz használt pilóta nélküli légi jármű és kiegészítőinek bemutatása	11
2.6 A multispektrális képalkotás.....	13
2.6.1 Multispektrális felmérés a gyakorlatban	14
2.7 A kutatáshoz felhasznált programok rövid ismertetése	15
3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)	17
3.1 A vizsgálati terület bemutatása	17
3.2 Repülési paraméterek	18
3.3 Permetezés	21
3.3.1 Permetezési paraméterek.....	21
3.3.2 Beállítások.....	21
4. Eredmények és értékelésük	23
5. Következtetések és javaslatok	26
6. Összefoglalás.....	27
7. Irodalomjegyzék.....	28
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke	30
10. Köszönet nyilvánítás	31

11. Hallgatói nyilatkozat	32
12. Konzulensi nyilatkozat	33

1. Bevezetés és célkitűzés

„Egynek minden nehéz; soknak semmi sem lehetetlen.”

Gróf Széchenyi István

A drónok felhasználása a mezőgazdaság különböző területein egyre nagyobb méreteket ölt. A fejlődő mezőgazdaságban az egyre dráguló világunkban nem végezhetünk felesleges munkát. Nem csak a változó környezet, de a szakemberek hiánya is indukálja a célzott és alapos műveletek végrehajtását. Így különböző növényvédelmi beavatkozások pontos és dinamikus elvégzése fontos lehet a precíz gazdálkodó számára. Ebből következik a precíziós mezőgazdaság irányába fordulás, a feltételezési térképek használata. Lehetőségünk van drónnal készített ortomozaiak térkép alapján csak azokat a szegmenseket kezelni szántóföldjeinken, ahol a gyom, kártevő vagy kórokozó terjedni kezd így vizet, növényvédőszer, időt, azaz extra költségeket spórolhatunk meg. A téma jelentősége a precíziós térképek felhasználásában rejlik. Az ilyen térképek használata a jövő generáció mezőgazdaságában elengedhetetlen lesz, nem csak a környezet védelme érdekében, hanem az egyre szűkülő növényvédőszer választék vonatkozásában is. Az itt felsorolt műveletekhez szükséges ismereteket, eszközparkot, szoftver és hardver igényt és az ezekhez tartozó költségeket, illetve megtakarításokat mutatom be egy konkrét feltételezés példáján keresztül.

Ebben a dolgozatban szeretném bemutatni egy multispektrális kamera használatát is, pontosabban egy drón segítségével készített precíziós térkép felhasználását konvencionális szántóföldi permetező esetében. A dolgozat célja, hogy segítséget nyújtson az olvasónak, amennyiben szeretne elmerülni a drónok világában és segítségül szolgáljon azoknak a gazdálkodóknak, akik tervezik bevezetni a technológiát vagy akár már használják csak hiányosak az ismereteik ebben témában. Ezen kívül a kutatás célja, hogy betekintést nyújtson a konvencionális és a precíziós technológiák közötti különbségekbe, illetve, hogy vizsgálja a műveletbe fektetett összeg megtérülését és részletezi a különböző hardverek, szoftverek bekerülési költségeit és felhasználásuk mikéntjét.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Növényvédelem hazai helyzete

2.1.1 Integrált növényvédelem

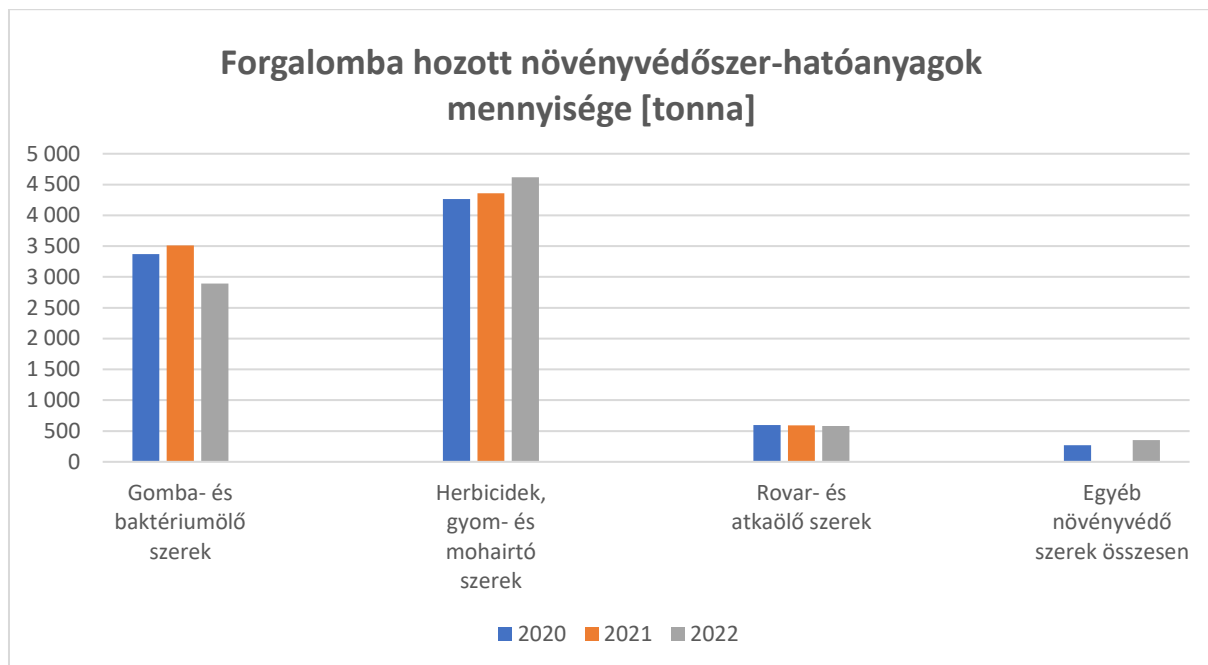
„Az összes rendelkezésre álló növényvédelmi módszer gondos mérlegelése, majd az ezt követő megfelelő intézkedések integrálása, amelyek csökkentik a károsítók populációi kifejlődésének lehetőségét, ugyanakkor a növényvédő szerek alkalmazását és más beavatkozásokat az ökonómiailag és ökológiailag indokolt szinten tartják, valamint csökkentik vagy a lehető legalacsonyabb szinten tartják az emberi egészségi, vagy a környezeti kockázatokat. Az integrált növényvédelem az egészséges növény olyan fejlődésére helyezi a hangsúlyt, hogy a lehető legkisebb mértékű legyen a mezőgazdasági-ökológiai rendszerek megzavarása, valamint elősegíti a károsítók elleni természetes védelmi mechanizmusokat.” (Kiss és mtsai, 2017)

Az integrált növényvédelem nyolc fő alapelve a következő:

1. Megelőzés és visszaszorítás: agronómiai tényezők kombinációja, amely stabil környezetet hoz létre a termeléshez.
2. Megfigyelés: legyen folyamatos monitoring, amely a megelőzés szerves része.
3. Döntéshozatal: olyan tervezhető folyamatok, amelyeket a termesztési rendszerünk be tud fogadni és alkalmazni hosszú távon.
4. Nem kémiai módszerek: agrotechnikai és biológiai védekezések kombinációi.
5. Peszticid kiválasztás: törekedjünk a környezet kímélő szerek használatára.
6. Csökkentett növényvédőszer használat: kombináció akár agrotechnikai, illetve biológiai szerekkel.
7. Antirezisztencia stratégiák: fontos a fenntarthatóság érdekében.
8. Értékelés: az eredmények értékelése fontos a további tervezés szempontjából.

A különböző növényvédő szerek alkalmazása lehetővé tette a termésátlagok ugrás szerű növelését az egyszerűbb növénytermesztési rendszerek használatát, lemondva a bonyolult növényvédelmi stratégiákról. A túlzott kémiai növényvédő szer felhasználás viszont nagy mértékben terheli az ökoszisztémát és rengeteg nem kívánatos egészségügyi hatással jár. A jövőbeli növénytermesztést veszélyeztetik a károsítóknak kialakuló rezisztencia és a rendelkezésre álló növényvédő szer hatóanyagok csökkentése. Olyan növénytermesztési

rendszerre van tehát szükségünk, amelyek kevésbé függenek a szintetikus növényvédő szerek alkalmazásától. Az Európai Unió a fenntartható gazdálkodáshoz a fent említett nyolc alapelv alkalmazását írja elő (EU Green Deal 2021). Magyarországon a következőképpen alakult a növényvédőszer felhasználás (1. ábra).



1. ábra: Forgalomba hozott növényvédőszer-hatóanyagok mennyisége [tonna]

(Forrás: KSH 2024)

2.1.2 Precíziós növénytermesztés

„Termőhely-specifikus, Global Positioning System továbbiakban GPS-helymeghatározáson alapuló, információtechnológiai eszközökkel támogatott növénytermesztési rendszer, amelyben a térben változó tulajdonságok és termőhelyi viszonyok következtében a termesztett növény igényeihez alkalmazkodva, az adatok korszerű térinformatikai módszerekkel történő feldolgozásával és figyelembe vételével, helyspecifikusan tervezhetőek a szükséges agrotechnikai beavatkozások a fenntarthatóság biztosítása, a környezet- és a termőföld védelme, valamint a jövedelmezőség érdekében.” (Balla és Milics, 2022)

A GNSS része a GPS hálózat az a helymeghatározó rendszer, amely a precíziós növénytermesztés alapjául szolgál. A GNSS rendszerébe négy alrendszer tartozik:

Az oroszok által fejlesztett GLONASS, az amerikai NAVSTAR GPS, a kínai BEIDU, az Európai Unió és Európai Űr Ügynökség (ESA) által üzemeltetett Galileo rendszer. A GPS rendszerek fejlődése nélkül nem lehetne elképzelni a precíziós mezőgazdaságot. A GPS-ből kinyert adatokat a földrajzi információs rendszereken alapuló agrárinformatikai rendszerekben használják fel, ezek a különböző GIS (Geographic Information System) szoftverek pl.: QGIS ArcGIS. A programok segítségével megjeleníthetők a különböző GPS vevők földrajzi helyzetei, amelyekhez további adatokat rendelhetünk, mint például: parcellák, táblarészek stb.

Lehetőségünk van adott területhez további információkat rendelni, ilyenek például a hozamtérképek, tápanyag ellátottsági térképek és a növényállományban végzett különböző kezelések. (Balla és Milics 2022; Quamar, 2023)

2.1.2.1 A precíziós mezőgazdaság legfőbb alapelve

A termesztett növények igényeinek megfelelő a környezeti feltételekhez igazodó gazdálkodás folytatása.

A különböző gazdaságirányítási rendszerekben feldolgozott adatok alapján tudjuk meghatározni a következő műveleteket, amelyek során a fenntarthatóság az optimális jövedelmezőség és a termőföld védelme a legfőbb szempont. Mindezt a helyi sajátosságok (klíma, talaj) figyelembevételével. (Balla és Milics, 2022; Quamar, 2023)

2.2 Kukorica termesztése Magyarországon

Európába Kolumbusz közvetítésével került, 1493-ban, és nagyon gyorsan elterjedt, sok előnyös tulajdonsága, nagy termőképessége miatt. Hamar fontos emberi táplálék és takarmány lett. Magyarországon 1590-ben már bizonyítottan termesztették, de valószínűleg már korábban ismerték és termelték. Feltehetően két irányból is eljutott hazánkba, egyrészt Itáliából, Dalmácián keresztül, másrészt Törökországból Erdélyen keresztül. Ez utóbbinak tulajdonítható a „törökbúza”, tengerentúli származásának pedig a „tengeri” elnevezés.

A kukorica a legnagyobb területen termelt kultúrnövényünk. Már az 1920-as évek elejétől meghaladja a vetésterülete az egymillió hektárt. Az összes szántóterületből 26-27%-kal részesedik. Területi arány tekintetében csak az őszi búza közelíti meg, egy-két évben meg is előzte. A termésátlagok a 60-as évek elejéig lassan növekedtek, 1965-től, a hibridek és a nagyadagú műtrágyázás, valamint a korszerűbb gépek hazai elterjedésével, húsz év alatt

kétszeresére, háromszorosára nőtt az országos termésátlag. A kiváló terméseredmények elérésében fontos szerepe volt Magyarország nyitott fajtapolitikájának. A világ valamennyi nemesítő vállalata minősíthette, és állami elismerés után értékesíthette nálunk a hibridjeit. Hazánkba így bekerültek a nagy terméspotenciállal rendelkező legmodernebb hibridek. A kilencvenes években a műtrágya-használat meredek visszaesésének, illetve a gyakori technológiai hibák következtében csökkent a termesztés színvonala. (Kabán 1965; Otegui 2021)

2.2.1 A kukorica termesztési igényei

2.2.1.1 Talajigénye

Csaknem minden csernozjom típusú talajon termeszthető. Termesztésére kiválóan alkalmasak a csernozjom, réti csernozjom, a barna erdőtalajok, csernozjom barna erdőtalajok. Alapfeltétel, a megfelelő talaj állapot. Mély „A” szintet igényel. Sikeresen, jó terméseredménnyel csak a legjobb minőségű talajokon termeszthető. A középkött, mély termőrétegű, jó víz- és hőgazdálkodású, jó tápanyagszolgáltató-képességű talajokat kedveli. A közel semleges kémhatású, 6,5-7,5 pH szintű talajok a legjobbak számára. (Sergio 2019; Bicskei 2010)

2.2.1.2 Éghajlati igénye

Hazánk éghajlata az egész ország területén az északi hegyvidék és a Bakony kivételével alkalmas a kukorica termesztésére. Kedvező dél, ahol a nyári átlaghőmérséklet 21-26°C között van a késői kitavaszkodás és a hűvös május káros a kukorica fejlődésére, de a késői fagyok is nagy kárt okozhatnak a kukoricában. Az ország hűvös és kedvezőtlen talajú területeit kivéve mindenhol. (Szél 2007)

2.2.1.3 Vízigénye

Csapadékiigénye minimum 400 mm, optimum 500-600 mm a tenyészidőszak alatt. Öntözési hatékonysága kiváló, 150-200 mm javasolható. Mélyre hatoló, kiterjedt, nagy gyökértömege miatt a kukorica jól hasznosítja a talaj nedvességekészletét. A talajt képes nagy mélységig kiszárítani. A nagy szárazanyagtömeg előállításához sok vizet vesz fel a talajból a tenyészidőben. A kukorica vízellátás szempontjából kritikus időszaka a címerhányást

közvetlenül megelőző 10-14 naptól a szemtelítődésig tart. Hazánkban ez július, augusztus hónapokra esik. Ekkor egyrészt a nagy zöldtömeg miatt nagy az elpárologtatott víz mennyisége, másrészt ilyenkor érzékenyebb a vízhiányra. Napi vízigénye ebben a periódusban 4,5-5,5 mm között van. A vízigény csúcsidőszaka a többi szántóföldi növényhez képest hosszú, aszályérzékenysége ezért nagy. A kukorica termesztésében hazánkban általában a víz jelenti a korlátozó tényezőt. A kritikus időszakban nagy valószínűséggel jelentkezik aszály, különösen az Alföldön. Száraz viszonyok között a rövidebb tenyész idejű hibridek általában nagyobb termést adnak, mert a kritikus szakasz kisebb valószínűséggel esik aszályos időszakra. (Nagy, J. 2007; Bicskei 2010)

2.2.1.4 Fényigénye

A kukorica fényigénye körülbelül 900 óra napfénytartam. Ebből 360 órának a szemfejlődés és érés időszakára kell esnie (augusztus, szeptember). Speciális fotoszintézise következtében igen nagy fényintenzitáson is hatékonyan működik a fényenergia megkötése. A gyenge megvilágítás megnyújtja a tenyész idejét, akár 5-6 nappal is későbbre tolódhat az érés. Rövidnappalos növény, a 12 óránál rövidebb megvilágítás, egyéb feltételek megléte esetén kiváltja a generatív szervek fejlődését. Hosszabb megvilágítás hatására megnyúlik a vegetációs idő, nagyobb tömegű lesz a levél és a szár, romlik a vegetatív és generatív termés aránya. (Sergio 2019; Bicskei 2010; Szél 2007)

2.2.1.5 Hőigénye

A kukorica melegigényes növény, ez a származásából is következik. Életének minden fejlődési szakaszában, a csírázástól az érésig fontos, meghatározó szerepe van a hőmérsékletnek. Ahol a nyári átlaghőmérséklet 21-26 °C közé esik, és a fagymentes napok száma legalább 140, általában sikeresen lehet kukoricát termesztani. Hidegtűrése a tenyészidőszakban nem egyforma. Csírázás, kelés időszakában -2 °C-os hőmérsékleten már megfagy. A csírázás minimális hőmérséklete 10-12 °C, bár a legújabb hibridek között vannak 8 °C körül csírázók is. Később, májusban 1-2 napos -2 °C-os hideg csak sárgítja, megperzseli a leveleket, de a kukorica tovább nő. Erősebb fagy, -5, -6 °C elpusztítja az egész növényt, a talajban lévő tenyészőcsúcs is elpusztul. Ősszel az első fagyok hamar leszárítják a kukoricát, már -0,5, -1 °C-os hidegben elpusztulnak a levelek, az asszimiláció megszűnik. Ez akár szeptember végén is bekövetkezhet. A megfagyott kukorica csöve kényszerérett lesz, jelentősen csökken a termés

menyisége, romlik a minősége. A hosszú tenyész idejű hibrideknél nagyobb a kora őszi fagyok kockázata. A címerhányástól a teljes érésig tartó időszakban 24-26 °C az ideális átlaghőmérséklet. A 30 °C-nál magasabb hőmérséklet, bár melegkedvelő növény, nem kedvező a kukorica számára, ilyenkor nagyon nagy a párolgás. Éréskor nem igényes a hőmérsékletre (amennyiben nem fagy), 15 °C fölött megfelelő, de a vízleadás dinamikáját természetesen alapvetően meghatározza. A hibrideknek meghatározzák a hasznos hőösszeg igényét. Jelölése HU (heat unit). A mértékegysége °C, azt a hőmennyiséget jelenti, amelynek össze kell gyűlni a kukorica igénye szerint a tenyészidőben, április 1-től szeptember 30-ig. Az asszimilációs hőküszöb érték alatt a növény asszimilációja olyan alacsony értékű, hogy nem haladja meg a légzés során felhasznált mennyiséget, értéke kukoricánál 10 °C. A napi maximum értékeknél 30 °C-ig veszik figyelembe a hőmérsékletet, az ennél magasabb is 30 °C-nak számít. Napi értéke negatív előjelű nem lehet, tehát ha a napi átlag nem éri el a 10 °C-ot, akkor is 10 °C-kal kell számolni. A kukorica hasznos hőösszegének számítására sokféle módszer létezik. A leginkább elterjedt, illetve hazánkban is alkalmazott számítás a fent ismertetett, az USA-ból származó módszer. (Szél 2007; Nagy, J. 2007; Sergio 2019)

2.3 A kukorica gyomszabályozása

A kukorica tág térállású kultúrnövény, így a gyomok nagyobb élettérhez jutva komoly károkat okozhatnak. Sok esetben elsősorban monokultúras termesztésben vagy gyomokkal erősen fertőzött táblákon a kukoricatermesztés eredményességét a gyomirtás sikeressége határozhatja meg. (Sergio 2019)

Néhány jellemző gyomfaj: kakaslábfü (*Echinochloa crus-galli*), szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), fehér libatop (*Chenopodium album*), fenyércirok (*Sorghum halepense*), parlagfü (*Ambrosia artemisiifolia*), mezei acat (*Cirsium arvense*), tarackbúza (*Agropyron repens*), szulákfélék (*Convolvulus spp*), lapulevelű keserűfű (*Polygonum lapathifolium*), selyemmályva (*Abutilon theophrasti*), (Vajda 2000; Csajbók 2012)

A gyomszabályozás módja: preemergens azaz vetés után kelés előtti kezelés vagy postemergens a kukorica kelése előtt, de a gyomok kelése után történő gyomirtás.

Az egyéves gyomfajok közül elsősorban a tavasszal kelő nyár eleji (T₃) és a tavasszal kelő nyár végi gyomok (T₄) szaporodnak el. A T₃ gyomok közül a repcsényretek (*Raphanis raphanistrum*) és a vadrepce (*Sinapis arvensis*) gyakori a kukoricavetésekben, de jelentőségük

kicsi. Az egyéves kétszikűek közül gyakori a baracklevelű keserűfű (*Polygonum persicaria*), fehér libatop (*Chenopodium album*), illetve a varjúmák (*Hybiscus trionum*). A szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*) és a fehér libatop jelentősége az utóbbi időben azért nőtt meg, mert az egyoldalú gyomirtószerhasználat (főként az atrazin) következtében herbicidrezisztens biotípusok jelentek meg. Hasonló biotípusok a parlagfűnél (*Ambrosia artemisiifolia*) is megjelentek. A selyemmályva (*Abutilon theophrasti*), szerbtövis-fajok (*Xanthium spp.*), parlagfű, csattanó maszlag (*Datura stramonium*) és az árvakelésű napraforgó (*Helianthus annuus*) szintén az utóbbi években kerültek az előtérbe. Ezekre a gyomfajokra általánosságban az jellemző, hogy melegigényesek, ebből adódóan viszonylag későn (május-június) és folyamatosan kelnek, ezáltal a preemergens gyomirtószerekkel kevesebb lehetőségük van kapcsolatba kerülni, így jelentős az utókelés. A fajok közül a zöld muhar (*Setaria viridis*), fakó muhar (*Setaria glauca*) bírnak nagy jelentőséggel. Gyakori fajok a kukoricavetésekben a kakaslábű (*Echinochloa crus-galli*) és a vadköles (*Panicum miliaceum*), főként részleges vagy teljes monokultúra esetében. Az évelő gyomok közül a mezei aszat (*Cirsium arvense*), folyondár szulák (*Convolvulus arvensis*) és a sövényszulák (*Bilderdia convolvulus*) jelenhet meg, ezek ellen a preemergens alapkezelések hatástalanok, így csak posztemergens alkalmazásmódban tudunk ellenük védekezni. Az évelő egyszikűek közül legnagyobb gondot a fenyércirok (*Sorghum halepense*) okoz, mely a gyomosítás mellett vírusok köztesgazdája is. (Sergio 2019; Vajda 2000; Csajbók 2012)

2.4 A Green Deal célkitűzései

Az éghajlat változás napjaink egyik legfontosabb és legnagyobb kihívásának számít. Alapvetően az éghajlat politika képezi az alapját az Európai Zöld Megállapodásnak (Európai Bizottság, 2021). A megállapodás többek között tartalmaz egy ambiciózus intézkedés csomagot, amely az üvegház hatású gázok kibocsátásának nagymértékű csökkentésére, a kutatásba és innovációba való beruházásra és Európa természetes környezetének megőrzésére terjed ki. A Zöld Megállapodás első éghajlatpolitikai kezdeményezései közé tartoznak a következők:

- Az Európai Klímarendelet
- Az Európai Éghajlati Paktum
- 2030-ra vonatkozó éghajlatpolitikai célterv

Az első európai éghajlati törvényről szóló bizottsági javaslat célja, hogy törvénybe foglalja az Európai Zöld Megállapodásban foglaltakat, vagyis azt, hogy az európai gazdaság és társadalom 2050-ig gyakorlatilag éghajlat-semlegessé kell, hogy váljon. Ez azt jelenti, hogy elérjük a nettó nulla üvegházhatásúgáz-kibocsátást az EU összes országában. Az éghajlattörvény olyan intézkedéseket tartalmaz, amelyek nyomon követik az előrehaladást, és ezeket 5 évente felül is vizsgálja a Párizsi Megállapodás szerint globálisan is. (Kucsik és mtsai, 2021)

A klímaváltozás által legjobban veszélyeztetett, leginkább terhelt területek kerültek a Green Deal-ben a figyelem középpontjába, ezek a mindennapi élethez elengedhetetlen fontosságúak és a fenntartható gazdaság szempontjából kiemelt jelentőségűek.

2.5 Drónok alkalmazása a mezőgazdaságban

Kezdetben a drónt katonai eszközként kezdték el használni, és különböző neveket kaptak, mint például pilóta nélküli légi jármű (UAV), miniatűr pilóta nélküli repülőgép vagy repülő minirobot. (Hafeez és mtsai, 2023)

Napjainkban számtalan felhasználási területen jelentek meg drónok az üzleti szektorban, az infrastrukturális és a légi közlekedés területén, a mezőgazdaságban, a biztonság technikában, a biztosítási kárigényekben, a bányászatban, szórakoztatóiparban, a távközlésben és a közlekedési ágazatban stb. A széles körű alkalmazásuk a drónok nagyon gyors fejlődését eredményezte, ezáltal napról napra egyszerűbben alkalmazhatóvá téve azokat. Napjainkban a pilóta nélküli légi járművek alkalmazása az agrárgazdaságban ugrásszerűen növekszik. A drónok olyan félautomata eszközök, amelyek folyamatosan a teljesen automatikus használat irányába mozdulnak el. Ezekben az eszközökben óriási potenciál rejlik a mezőgazdasági tervezésben és a hozzá kapcsolódó térbeli információgyűjtésben. A veleszületett korlátok ellenére ez a technológia felhasználható a produktív adatelemzéshez.” (Hafeez és mtsai, 2023)

2.5.1 A kutatáshoz használt pilóta nélküli légi jármű és kiegészítőinek bemutatása

DJI Mavic 3M

A DJI Mavic 3 Multispectral-ban egy RGB-kamera és egy multispektrális kamera ereje egyesül. Így képes egy nagy felbontású RGB-kamerával felmérni a területet, miközben a specifikus

lencsékkel is analizálja a növényzetet. A precíziós gazdálkodásban a jó minőségű adatokra elengedhetetlenek, hogy a megfelelő döntést hozzassuk munkánk során – a Mavic 3M megteremti ennek a lehetőségét. Az integrált képalkotó rendszer egy 20 MP-es RGB-kamerával és négy 5 MP-es multispektrális kamerával (zöld, vörös, red edge és közeli infravörös) rendelkezik. Ezzel a kombinációval nagy felbontású légi felvételeket készít, így például a termésnövekedés és a természeti erőforrások változásai is könnyedén nyomon követhetők. A Mavic 3M RTK modulja garantálja a centiméter pontosságú helymeghatározást, a repülésvezérlés, a kamera és az RTK modul mind mikromásodpercek alatt szinkronizálódnak, tehát a Mavic 3M képes nagy pontosságú légi felmérést végezni földi ellenőrzőpontok használata nélkül is. (http2)



2. ábra: DJI Mavic 3 Multispectral (Forrás: Saját fotó 2024)

DJI D-RTK 2 földi bázisállomás

A D-RTK 2 Mobile Station a DJI által fejlesztett, nagy pontosságú GNSS (globális navigációs műholdrendszer) földi vevőállomása, amely támogatja az összes fő globális műholdas navigációs rendszert, valós idejű differenciális korrekciókat biztosítva, ami centiméteres szintű pozíció adatokat eredményez, így támogatva a gazdálkodó pontos munkavégzését. (http3)



3. ábra: DJI D-RTK 2 bázisállomás felmérés közben (Forrás: Saját fotó 2024)

2.6 A multispektrális képalkotás

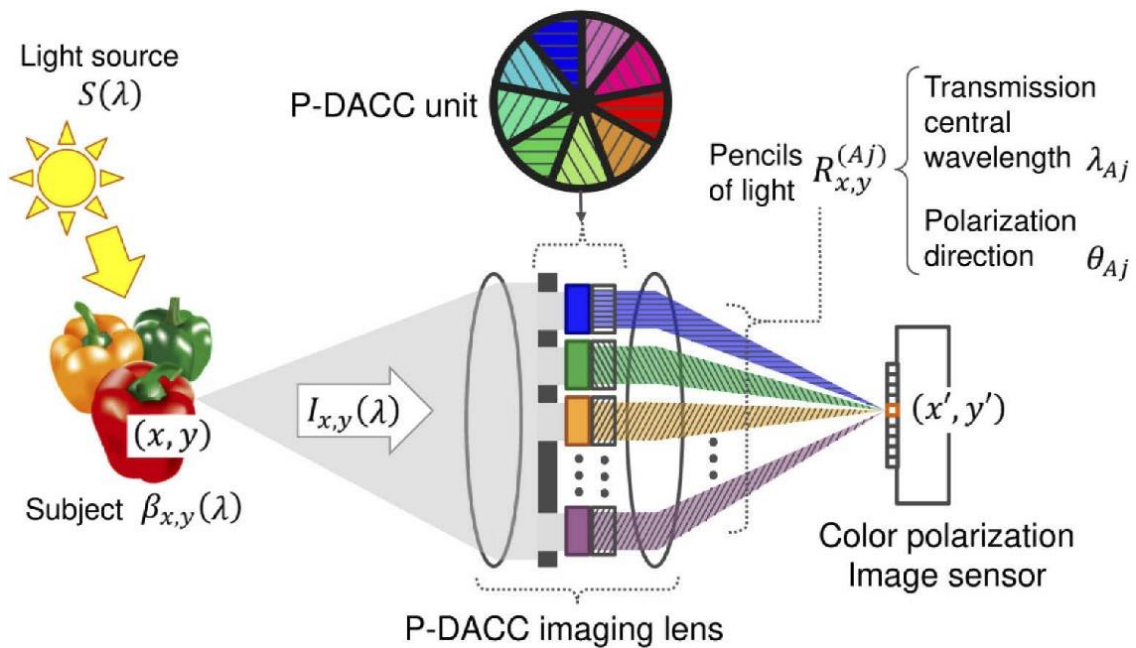
A technológia rövid története.: Mint sok előremutató technológiai fejlesztés, a multispektrális képalkotás is hadiipari fejlesztések alapjain nyugszik. A felméréseket a hőkamerás célpont-azonosítás alternatívájaként és kiegészítőjeként használják a mai napig. Rendkívül hatékony az aknák és ballisztikus rakéták észlelésében, így az olyan csúcstechnológiai rendszerek részét képezi, mint például az Izraelben fejlesztett Iron Dome. A részletes felmérésekben rejlő potenciált különböző kutatócsoportok is felfedezték, így ma már az űrkutatás és a műholdas képalkotás szerves részét képezi a technológia. A műholdas elemzéseken keresztül az időjárás-előrejelzéseket szintén pontosabbá tették a multispektrális kamerák. Régészek és kutatók a festmények és korai kéziratok vizsgálatában és azonosításában szintén nagy sikereket értek el a technológia segítségével. A multispektrális felmérések egy egészen különleges és izgalmas felhasználási területe az alkimisták szövegeinek és használati tárgyainak tanulmányozása. A kamera segítségével azonosíthatóak a különböző foltok és szabad szemmel láthatatlan maradékok, és kémiai anyagokról készített felvételekkel összehasonlítva megállapítható, hogy milyen anyagokat használhattak fel a kémikusok munkájuk során. Jól látható, hogy a 2000-es évek eleje óta a technológia számos területen állta a helyét, most azonban a katonai támaszpontok, kutatóállomások és laboratóriumok után a mezőgazdaság világszerte élvezheti a technológia nyújtotta előnyöket. (http1, Giovanna és mtsai 2023, M. Krestenitis és mtsai 2024)



4. ábra: DJI Phantom 4 multispektrális kamera felvétele (Forrás: (<http1>))

2.6.1 Multispektrális felmérés a gyakorlatban

A képalkotás során egy speciális eszköz, a multispektrális kamera a vizsgált tárgyakról, objektumokról, mezőgazdasági felhasználás esetén nagyrészt természetbeni növényekről visszaverődő fényt vizsgálja eltérő hullámhosszokon. A kamerák különlegessége abban rejlik, hogy az emberi szem által látható piros, zöld és kék színeken túl az infravörös és az ultraviola sugárzást is képesek érzékelni, valamint jellemzően egy nagyfelbontású hőkamerával is rendelkeznek, ezáltal számos plusz információt megtudhatunk a vizsgált tárgyról. A különböző hullámhosszokon rögzített eredmények összegzésével átfogó képet kapunk a vizsgált növénytakaró állapotáról (5. ábra). A multispektrális felvételek a felvett sávoktól függően tartalmazhatnak a növény növekedési, illetve egészségi állapotára és fajára vonatkozó információkat. Az elkészült elemzés megértéséhez nem szükséges nagy tudás, a feldolgozó szoftverek egy könnyen értelmezhető ortomozai térképet állítanak össze számunkra. A kamerát bármilyen eszközre felszerelhetjük, de mezőgazdasági felhasználás során ipari drónok segítségével érhetjük el a leggyorsabb és legpontosabb eredményeket. (<http1>, Giovanna és mtsai 2023; Srija és mtsai 2024; Jinmeg z. és mtsai 2024)



5. ábra: Optical layout of the nine-band multispectral camera head.

(A kilencsávós multispektrális kamerafej optikai elrendezése.) (Forrás: <http4>)

2.7 A kutatáshoz felhasznált programok rövid ismertetése

Google Earth Pro (Google Inc.): A Google Föld (eredetileg: Google Earth) ingyenes számítógépes program, amely virtuális földgömbként használható. A Föld háromdimenziós modelljére mértékhelyes műholdképek, légi felvételek és térinformatikai adatok vannak vetítve. A programban a Föld minden részéről leolvashatók a földrajzi koordináták, és az adott pont magassága. A felhasználók által kiválasztott, elkészített és beküldött épületekről 3D modelleket is tartalmaz.

DJI Terra (Shenzhen DJI Sciences and Technologies Ltd.): A Terra egy olyan 3D modellrekonstrukciós szoftver, amelynek fotogrammetria az alaptechnológiája. Támogatja a pontos és hatékony 2D és 3D rekonstrukciót a látható fényből, valamint az adatfeldolgozást a DJI LiDAR segítségével. A DJI Terra tökéletesen illeszkedik a DJI Enterprise drónokhoz és payload-okhoz. Egy teljes körű alkalmazás, aminek köszönhetően, olyan vertikális forgatókönyveket szolgál ki, mint a földmérés és térképezés, az energiaellátás-átvitel, sürgősségi szolgáltatások, építőipar, szállítmányozás és mezőgazdaság.

Agisoft Metashape Pro (Agisoft LLC): Az Agisoft Metashape (korábbi nevén Agisoft PhotoScan) egy soros fotogrammetrikus eszköz a textúrált sokszögű modellek, nagyfelbontású georeferenciájú ortofotók és kivételesen részletes DMT-k létrehozásához állóképekből. A szoftvert az oroszországi Szentpéterváron található Agisoft LLC fejleszti.

QGIS Desktop 3.34.4 (QGIS Development Team): A QGIS egy földrajzi információs rendszer (GIS) szoftver, amely ingyenes és nyílt forráskódú. A QGIS támogatja a Windows, a macOS és a Linux rendszert. Támogatja a térbeli adatok megtekintését, szerkesztését, nyomtatását és elemzését számos adatformátumban. A QGIS korábban Quantum GIS néven is ismert volt.

SMS Advanced (Ag Leader Technology): Az Ag Leader megérti, hogy az átgondolt menedzsment döntések nélkülözhetetlenek a mezőgazdaságban. Az SMS szoftver ezen szemlélet alapján került fejlesztésre, így az adatalapú döntések előkészítését támogatja. Nem számít, hogy az adat egy vetőgépből, permetezőgépből, kombájnából, sorvezetőből stb. származik. Az SMS márka független megoldása megkönnyíti az adatfeldolgozást szinte bárhol.

Pix4D Mapper (Pix4D S.A.): A PIX4D Mapper a PIX4D terméke. Egy fejlett mezőgazdasági térképező szoftver a légi terméselemzéshez és a digitális gazdálkodáshoz.

3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)

3.1 A vizsgálati terület bemutatása

A kutatás elvégzéséhez szükséges felmérést Heves vármegyében Ecséd község külterületén végeztem el. A rendelkezésre álló mezőgazdasági tábla 3 hektáron terül el (6. ábra). A terület a tavaszi szántást megelőzően 2 évig pihentetett terület volt így előveteménye a kukoricának nincs. A tábla eredetileg szőlő ültetvény volt. A tábla 2023 őszén szántva lett majd 2024 tavaszán kombinátoros művelést kapott ezt követően vetették bele a kukoricát. A vetés után nem sokkal a táblán foltszerű gyomosodást tapasztaltunk így kiváló alapot szolgáltat a kutatás lebonyolításához. A táblán megjelenő gyomok a mezei acat, csillagpázsit, apró szulák, parlagfű, csattanó maszlag, fehér libatop, valamint szőrös disznóparéj voltak. A tábla területe nem esik korlátozott légtérbe és lakot területen kívül található így a repülést a kötelező dokumentáció után zavartalanul elvégeztem.



6. ábra: Kutatási terület ortomosaik képe DJI Terrában (Forrás: Saját fotó 2024)

A kísérlethez a gazdálkodó egy New Holland T5.100-as mezőgazdasági vontatót biztosított, amely egy Berthoud Tracker 3224 EC Tronic konvencionális permetezőt vontatott (<http5>). A vontatóba Trimble Nav 900-as automata kormányzási rendszer van telepítve, amely az XCN 1050-es monitoron (7. ábra) keresztül képes kommunikálni a permetezőgépet vezérlő monitorral így képes beolvasni, értelmezni és végrehajtani az előre elkészített precíziós differenciált kijuttatási térképbe táplált feladatokat.



7. ábra: Robotkormány és permetező vezérlő monitorok (Forrás: Saját fotó 2024)

3.2 Repülési paraméterek

Az időjárás és a fényviszonyok is kiválóan megfeleltek a repüléshez, tiszta égbolt felhőborítottság nélkül, illetve szélmentesen. A felhasznált repülési tervhez szükséges táblahatárokat előre elkészítettem a Google Earth Pro program segítségével, ahonnan .kml formátumban exportáltam és a drón távirányítójára telepítettem, majd a további repüléshez szükséges paramétert a távirányító segítségével adtam meg. A repülést 80 méter magasan végeztem el. A felvételezés alatt használt fotóátfedés előre 85% oldal irányba 75% volt. A drón sebessége maximális 32 km/h volt. A folyamat hossza felszállástól leszállásig 3,5 percet vett igénybe.

A repülés során 480 georeferált fotó készült, amelyet a DJI terra segítségével ortomozaikká állítottam össze, ezt követően a program elkészítette a továbbiakban felhasznált NDVI térképet. A felvételezés során szerencsés voltam, ugyanis a talajfelszínen foltokban mutatkozó növényeket a program könnyedén el tudta különíteni így hibátlan NDVI képet (8. ábra) kaptam.



8. ábra: Kész NDVI térkép a DJI Terrából (Forrás: Saját fotó 2024)

A DJI Terra program mellett az Agisoft Metashape Pro nevű térinformatikai programban is elkészítettem az NDVI térképet összehasonlítás céljából.

Ezt követően a DJI Terrában elkészült NDVI képet a QGIS programban kezdtem el feldolgozni, ahol már a permetezés elvégzéséhez szükséges adatokat adtam meg. A permetezőgép hektáronkénti 200 literes permetlé kijuttatásához a programjába 210 liter megadása volt szükséges egy kalibrációs hiba következtében. A kijuttatási térképet 10 m x 10 méteres táblán belüli lehatárolásokkal kellett ellátni, hogy az XCN 1050 monitor könnyebben kezelje a permetezőgép fűvókáinak szakaszolását. A QGIS program segítségével több kijuttatási térképet készítettem, de a program bonyolultsága és az exportálási nehézségek miatt a kísérletben felhasznált differenciált kijuttatási térkép (9. ábra) a Pix4D Fields nevű programban nyerte el végleges formáját, amelyet konzulensemmel az egyetem laborjában hoztunk létre.



9. ábra: Alkalmazásra kész kijuttatási térkép (Forrás: Saját fotó 2024)

A 9.ábrán látható térképet használtuk fel a továbbiakban. Ebben a formában a vezérlő monitor még nem tudta teljeskörűen értelmezni, ugyanis a térképbe illesztett, permetezésre vonatkozó előírásokat nem ismerte fel. Ezért az SMS Advanced nevű program segítségével alakítottuk át, amely képes a nyers térképeket és a térképekhez tartozó előírásokat értelmezhetővé tenni az automatikus vezérlést támogató monitor számára. A program segítségével elkészítettük a működő térképet. Itt szeretném megemlíteni, hogy az általunk használt XCN 1050 monitorhoz a legmagasabb szintű licenc volt szükséges, melyet az AGROTEC Magyarország Kft. 30 napra ingyenesen biztosított számunkra.

3.3 Permetezés



9. ábra: A permetezés napja Virgonc kutyával (Forrás: Saját fénykép 2024)

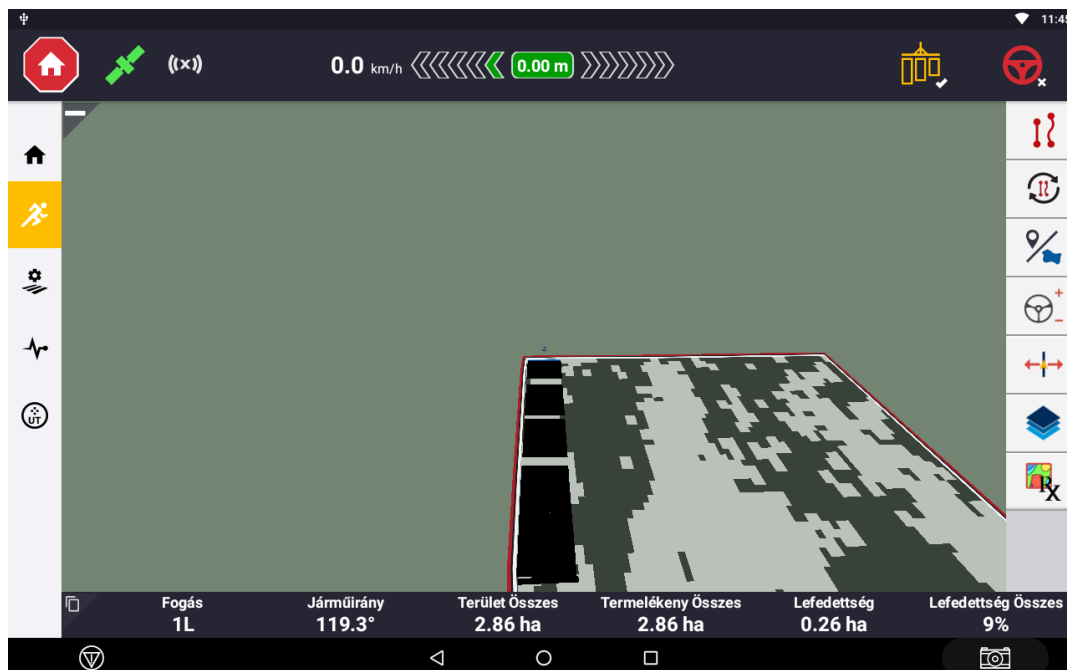
3.3.1 Permetezési paraméterek

A permetező gép Berthoud 3224 Tracker EC Tronic hét szakaszra képes bontani a 24 méteres permetezőkeret szélességet. A kijuttatás során Principal + Gold és Successor TX készítményt használtunk, amelyet 210 liter vízzel juttattunk ki a foltokra.

3.3.2 Beállítások

A permetezés megkezdése előtt telepítettük a térképet az XCN 1050 monitorra, amit táblahatárokkal és permetezési előírásokkal együtt meg is jelenített, valamint továbbított is a permetezőt kezelő monitornak, amelyen szintén megjelentek a permetezésre vonatkozó paraméterek (7. ábra). Az adatok egyeztetése után elkezdtük a permetezést végrehajtását a gép elindult a permetezés elindult, de nem a megfelelő időben és nem az előre kijelölt foltban, illetve nem a megfelelő permetező keret szakasza lépett működésbe. Hiába volt képes felismerni

mindkét monitor a különböző szakaszokra vonatkozó paramétereket mégsem tudta kezelni azt (11. ábra).



11. ábra: XCN 1050 monitor munkafolyamat megjelenítése, hibás permetezés (Forrás: Saját fotó 2024)

Ezeket a következtetéseket levonva újból kezdtük a folyamatot, új térképeket készítettünk több különböző paramétert felhasználva, de egyszer sem működött. Az utolsó verzió képes volt a foltokhoz érve egyetlen szakaszként ki és bekapcsolni a permetezést, de külön-külön nem, pedig mind a permetező mind az XCN 1050 monitor képes rá elméletben. A problémával elsősorban a monitort forgalmazó céghez fordultunk segítségért, de telefonos kapcsolat és a kevés rendelkezésre álló információ lévén nem tudtak segíteni. Elmondásuk alapján az ő általuk készített precíziós térképek főként differenciált műtrágya kijuttatáshoz készülnek, ahol egyetlen szakasz ki bekapcsolása elegendő. Ezek után még próbáltunk informálódni az egyetemen, illetve külföldi tudástárakban is, de nem jártunk sikerrel. Mivel kifutottunk az időből a foltkezelésünk az eredeti elképzeléstől eltérően, csak részben valósult meg, a permetezés egy-egy szakasz ki és bekapcsolásával ment végbe.

4. Eredmények és értékelésük

Az elvégzett kísérlet számomra azt igazolja, hogy a precíziós gazdálkodás ezen szegmense még gyerekcipőben jár. A drónok kiválóan használhatóak monitoring tevékenységekre, de roppant körülményes és meglehetősen drága befektetés a gazdálkodó számára és lassú megtérülési idővel kell kalkulálni. Már a hardverek beszerzése sem olcsó nem beszélve a kísérletben használt szoftverekről és a kezelésükhöz szükséges tanfolyamokról. A térképek elkészítéséhez térinformatikai és alap szintű programozási tudás szükséges, illetve sok programhoz az angol nyelv tudása elengedhetetlen.

A tisztán látás érdekében szeretném a kísérletben felhasznált hardverek és szoftverek bekerülésének árát a dolgozat írásának napján rögzített árakkal bemutatni.

Szoftver	
ArcGIS Pro	1.008.250 ft / év (http6)
Agisoft Metashape	1.282.803 ft egyszeri ár (http7)
DJI Terra	130.362 ft / év (http8)
SMS Advanced	1.098.026 ft egyszeri ár (http9)
Pix4D Mapper	1.881.233 ft egyszeri ár (http10)
Hardver	
DJI Mavic 3M	1.784.163 ft (http12)
DJI D-rtk 2 + kiegészítők	1.349.900 ft (http12)
Trimble XCN 1050 monitor és kiegészítők	4.980.000 ft (http13)

1. táblázat: Vételárak ismertetése

Néhány ár külföldi oldalakról származik euróban és dollárban kifejezve, ezért a napi aktuális középárfolyamon átváltottam forintra az egyszerűbb átláthatóság érdekében. Tehát a felhasznált programok és eszközök összes költsége meghaladja a 10 millió forintot, ami elég nagy befektetés a kisebb gazdálkodók számára. A megtérülés nagyon nehezen kalkulálható ugyanis több az itt felsorolt eszközök és programok közül egyéb módon is felhasználható ezért érdemes átgondolni milyen területen tudjuk hasznosítani őket, illetve a különböző előfizetések és kiegészítők megismerése és megvásárlásának mérlegelése is fontos szempont lehet. Az alábbi táblázat (2. táblázat) tartalmazza a precíziós és konvencionális kijuttatás hozzávetőleges

költségének különbségét a szakdolgozatban bemutatott kutatásra vetítve. Az első évben a szoftverek és hardverek bekerülési költségeit is figyelembe véve és a második évet, ahol ugyan ezen költségek már nem szerepelnek.

1 év

Kijuttatás	Konvencionális Teljes tábla kezelése (3 ha)	Precíziós Foltkezelés (~ 0,5 ha)
Herbicidek költsége Principal Plus Gold Succesor	20.900 ft/1 ha 8471 ft/l	10.450 ft/1 ha 4235,5 ft/l
Szoftverek költsége (egyszeri) Pix4D Mapper SMS Advanced	0 ft 0 ft	1.881.233 ft 1.098.026 ft
Drón költsége	0 ft	1.784.163 ft
Kiegészítők költsége Robotkormány	0 ft	4.980.000 ft
Összes költség Ft/ha	29.371 ft	9.772.793 ft
Termésátlag	5 t/ha	5 t/ha
Eladási egységár	90.000 ft/t	90.000 ft/t
Összes jövedelem Ft/ha	361.887 ft	0 ft

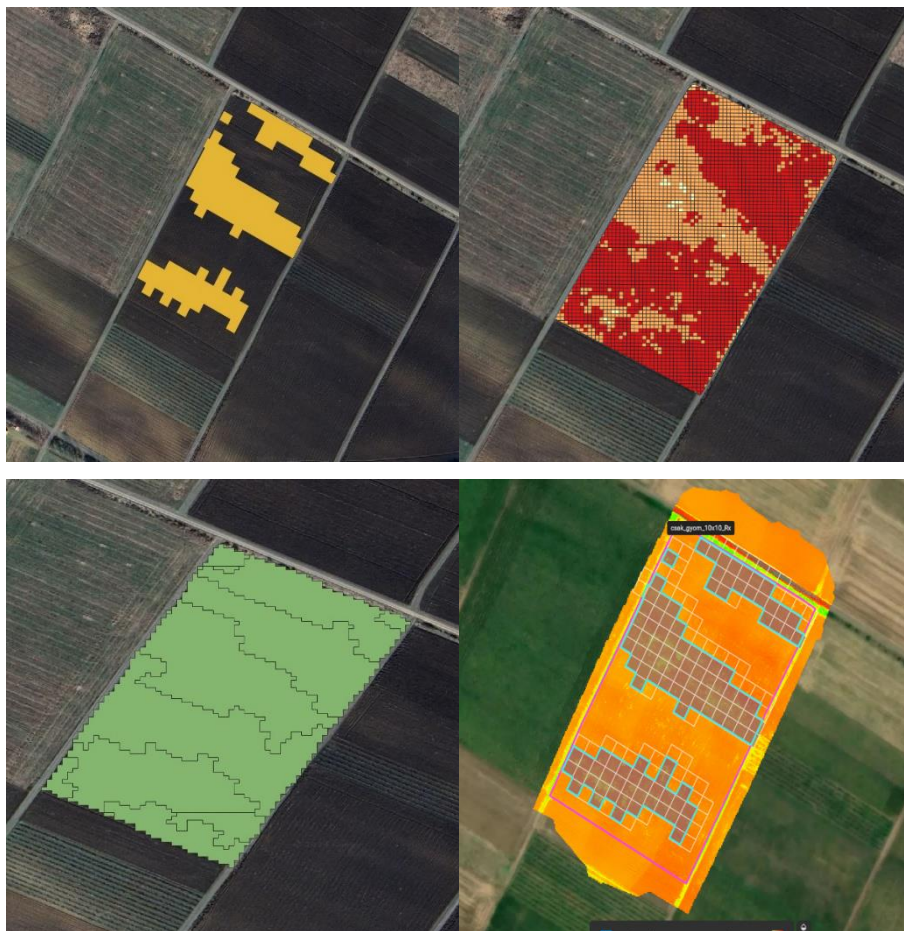
2. év

Kijuttatás	Konvencionális Teljes tábla kezelése (3 ha)	Precíziós Foltkezelés (~ 0,5 ha)
Herbicidek költsége Principal Plus Gold Succesor	20.900 ft/1 ha 8471 ft/l	10.450 ft/1 ha 4235,5 ft/l
Szoftverek költsége (egyszeri)	0 ft	0 ft
Drón költsége	0 ft	0 ft
Kiegészítők költsége	0 ft	0 ft
Összes költség Ft/ha	29.371 ft	14685,5 ft
Termésátlag	5 t/ha	5 t/ha
Eladási egységár	90.000 ft/t	90.000 ft/t
Összes jövedelem Ft/ha	361.887 ft	405.943,5 ft

2. táblázat: Költségszámítás 2 évet tekintve

A kísérletben minden programot használtunk, de nem kötelező az összes beszerzése csak ajánlott. A programok sokszínűsége és változó algoritmusai alapján olykor nagyon eltérő

térképeket alkotnak ezért tartom fontosnak legalább az összehasonlítás erejéig használni őket. Az alábbiakban bemutatnék pár térképet (12. ábra).



12. ábra: Kidolgozott térképek (Forrás: Saját fotó 2024)

Az itt felsorolt térképek a QGIS, ArcGIS és Pix4D szoftverekben lettek kidolgozva más-más módszerekkel szignifikánsan eltérő végeredményekkel. A térképek mindegyike alkalmas a további felhasználásra a magukban tárolt egyéb információkkal együtt. Ezek a térképek alkalmazhatóak tápanyag kijuttatásra, illetve egyéb drónos műveletek lebonyolítására is. Ha rendelkezünk talaj vizsgálatokból gyűjtött információkkal, amelyeknek a beszerzése elengedhetetlen a precíziós gazdálkodáshoz, úgy azokkal kiegészítve a térképeket még pontosabban tudunk műveleteket tervezni.

5. Következtetések és javaslatok

Jelen esetben nem jártam teljes sikerrel, de ez koránt sem jelenti azt, hogy a rendszer lenne hibás. Sajnos az XCN 1050-es monitor hiányos ismeretei is vezethettek a sikertelenséghez, illetve a felvételezés és a permetezés között rendkívül rövid idő állt rendelkezésünkre így az esetleges hibák elemzésére sem maradt sok időnk. A programok bonyolultsága és átjárhatósági problémái miatt nagyobb rákészülést igényelt volna a kísérlet.

Véleményem szerint a precíziós gazdálkodás ezen szakasza egyszerűen még nem elég fejlett és jelenleg még van olyan szegmense nem igazán "felhasználóbarát" így nem egyértelmű a használata az átlagos gazdálkodók számára. Természetesen léteznek olyan termékcsaládok, amelyek utólagos felszerelése a mezőgazdasági gépekbe egyszerűbb átláthatóságot, könnyebb kezelhetőséget biztosít, de érdemes elgondolkozni, hogyan és mikor térül meg egy ilyen rendszer. Véleményem szerint ezeknek a precíziós rendszereknek az alkalmazása a nagy gazdaságokban terjedhet majd el igazán, ahol nem lesz probléma olyan szakembereket alkalmazni, akik napi szinten tudnak dolgozni a technológiával. Úgy gondolom, hogy a gazdálkodók első feladata azonban mégsem az automatizálás, hanem az általuk művelt talajok pontos feltérképezése kellene legyen hiszen, „... amelyik nemzet elpusztítja talaját, magát pusztítja el!” Franklin D. Rooseveltt (1937). Az alapvető talajtani ismeretek elsajátítását javaslom minden gazdálkodónak, aki hosszútávon szeretné megőrizni a művelt mezőgazdasági területeinek és az abban rejtőző mikrovilág épségét.

A rendszeresen elvégzett drónos monitoring minden gazdálkodó számára olyan információkkal szolgálhat, amely merőben könnyíti a kártevőkkel, kórokozókkal szembeni védelmet. Azonban a monitoring-hoz szükséges programok beszerzése előtt nagyon fontos azok megismerése ezért alapos utánajárást igényel, autodidakta módon nehézkes és hosszadalmas a kezelésük elsajátítása. Indulásnak javasolnám a különböző drónok megismerését, egy alap szintű RGB kamerás drón is alkalmazható egyszerű felmérésre. Természetesen a magas költségek miatt a drónkezelő tanfolyamok nélkülözhetetlenek a biztonságos és jogszerű repülések érdekében, illetve a drónok pontos beállításával sok gondtól szabadíthatjuk meg magunkat. A pontatlan beállítások meghosszabbítják a művelet idejét de balesethez is vezethetnek.

6. Összefoglalás

A szakdolgozat célja, hogy bemutassa az olvasónak, hogyan és milyen eszközökkel történik egy drónos mezőgazdasági felmérés, milyen szoftverek és hardverek kellenek hozzá, valamint milyen képzettségeket igényel és segítséget nyújtson a gazdálkodónak, ha érdeklődik a precíziós gazdálkodás ezen szegmense iránt.

Monitoring tevékenységünk egy Ecséd járás külterületén elhelyezkedő 3 hektáros táblán folyt, amely a tavaszi kukorica vetése után nemsokkal foltokban gyomosodni kezdett így kiváló helyszínt nyújtva a kísérlethez

A drónos monitoring eredményeként rengeteg nyers adatot kapunk, amelyeket a dolgozatban felsorolt programok valamelyikével ortomozaik képpé formálunk, azaz a sok egyedi képből egyet állítunk össze. Ezek a fotók georeferált felvételek tehát minden kép adatot hordoz magában például gps koordinátákat, domborzati adatokat stb. Az ortomozaik felvételből készítünk NDVI index térképet, amely alapul szolgál majd a kijuttatási térképhez. Nagyon fontos megemlíteni, hogy az NDVI olyan fénytartományban készülő felvétel, amelyet az emberi szem és a hagyományos RGB kamerák nem érzékelnek ezért szükségünk van valamely multispektrális kamera vagy drón beszerzésére. Rosszabb minőségben ugyan, de műhold felvételeket is használhatunk, amelyek ingyenesen elérhetőek.

Az NDVI-nak köszönhetően jól elkülöníthetővé válik a biomassa és a talaj felülete így kiválóan alkalmazható a differenciált kijuttatási térkép, vagyis a foltok kezelésére használható térkép létrehozásához. Az elkészült kijuttatási térképbe előírásokat helyeztünk el, amely alapján a mezőgazdasági vontatót és permetezőt vezérlő monitor vagy monitor kapcsolat megért és végrehajt. Ha minden rendben ment a kezelő elindítja a programot és a gép elvégzi a feladatot az előre megírt program alapján. A térképek elkészítése programonként más és más, illetve a végkimenetel függ attól, hogy a felhasználó milyen robot kormányzó rendszerben alkalmazná őket. Nagy differenciát tapasztaltunk a Trimble és John Deere által készített monitorok között.

A dolgozathoz elvégzett kísérletben nem sikerült maradéktalanul a térkép elkészítése és a szűkös időkorlát miatt további hibakeresésre nem maradt idő. A differenciált kijuttatás csak részben valósult meg.

7. Irodalomjegyzék

1. Az Európai Zöld Megállapodás (EU Green Deal) bemutatása, Körforgásos Gazdaság és Környezetvédelem, 5. évfolyam, 4. szám (2021)
2. Balla I. - Milics G. (2022): Precíziós Mezőgazdaság Bevezetés, Magyar Agrár És Élettudományi Egyetem, egyetemi jegyzet, Gödöllő
3. Bicskei K. (2010): Hogyan Termesszünk Kukoricát?, Nemzeti Szakképzési És Felnőttképzési Intézet, jegyzet
4. Csajbók, J. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme, Debreceni Egyetem, Egyetemi jegyzet, Debrecen, 20-24 pp.
5. G. Castellano, P. De Marinis, G. Vessio (2023): Weed mapping in multispectral drone imagery using lightweight vision transformers 562 (2023) 126914
6. Hafeez, M. A. Husain, S.P. Singh, A. Chauhan, M. T. Khan, N. Kumar, A. Chauhan, S.K. Soni (2022): Implementation of drone technology for farm monitoring & pesticide spraying 10 (2023) 192-203
7. Jinmeng Z., Feng Y., Qian W., Jinying Y., Yarong T. (2024): Advancements of UAV and Deep Learning Technologies for Weed Management in Farmland 14030494
8. Kabán F. (1965): A Kukorica Története, Ifjúság Könyvkiadó, Bukarest
9. M. Krestenitis, E. K. Raptis, Ch. Kapoutsis, K. Ioannidis, E. B. Kosmatopoulos, S. Vrochidis (2024): Overcome the Fear Of Missing Out: Active sensing UAV scanning for precision agriculture 104581
10. Nagy, J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémiai kiadó, Budapest, 297 p.
11. Növényvédelem A Földművelésügyi Minisztérium tudományos lapja, 78 (53) 10. szám 2017 október
12. Otegui, M., E., Cirilo, A., G., Uhart, S., A., Andrade, F., H. (2021): Crop Physiology Case Histories for Major Crops, 2-43 pp.
13. Q. Zaman (2023): Precision Agriculture Evolution, Insights and Emerging Trends, Elsevier kiadó
14. S. Meesaragandla, M. P. Jagtap, N. Khatr, H. Madan, A. A. Vadduri (2024): Herbicide spraying and weed identification using drone technology in modern farms: A comprehensive review 21 (2024) 101870
15. S. O. Serna-Saldivar (2019): Corn Chemistry and Technology, Elsevier kiadó

16. Szél, S. (2007): A kukorica termesztés feltételei, termesztési technológiák és a fajták kölcsönhatása. Agronapló, 2007/4., 33-35 pp
17. Vajda I. (2000): Fontosabb Szántóföldi Gyomnövények, Mezőgazda kiadó, Budapest
18. http1: <https://mezohir.hu/2021/07/17/monitoring-a-precizios-gazdalkodasban-mezogazdasag/>
19. http2: <https://abzdrone.com/termek/dji-mavic-3-multispectral/>
20. http3: <https://agrotechdrone.hu/termek/d-rtk-2-nagy-precizitasu-gnss-mobil-allomas/>
21. http4: <https://opg.optica.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-28-23-34536&id=442081&ibsearch=false>
22. http5: https://www.berthoud.uk/wpcontent/uploads/2023/06/BERTHOUD_tracker_NC_2017_GB_HD.pdf
23. http6: <https://www.trustradius.com/products/arcgis/pricing>
24. http7: <https://www.agisoft.com/buy/online-store/>
25. http8: <https://store.dji.com/hu/product/dji-terra?vid=106942>
26. http9: <https://www.agleader.com/sms-software/>
27. http10: <https://www.pix4d.com/pricing/pix4dmapper/>
28. http11: <https://www.airclip.de/DJI-Mavic-3M>
29. http12: <https://myactioncam.hu/dji-d-rtk-2-high-precision-gnss-mobile-station>
30. http13: <https://magtargps.hu/akcio-2/>

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra: 5. oldal Forgalomba hozott növényvédőszer-hatóanyagok mennyisége [tonna]
 2. ábra: 12. oldal DJI Mavic 3 Multispectral (Forrás: www.dji.com)
 3. ábra: 13. oldal DJI D-RTK 2 bázisállomás felmérés közben (Forrás: Saját fotó 2024)
 4. ábra: 14. oldal DJI Phantom 4 multispektrális kamera felvétele (Forrás: ([http1](http://)))
 5. ábra: 15. oldal Optical layout of the nine-band multispectral camera head. (A kilencsávós multispektrális kamerafej optikai elrendezése.) (Forrás: [http5](http://))
 6. ábra: 17. oldal Kutatási terület ortomozaik képe DJI Terrában (Forrás: Saját fotó 2024)
 7. ábra: 18. oldal Robotkormány és permetező vezérlő monitorok (Forrás: Saját fotó 2024)
 8. ábra: 19. oldal Kész NDVI térkép a DJI Terrából (Forrás: Saját fotó 2024)
 9. ábra: 20. oldal Alkalmazásra kész kijuttatási térkép (Forrás: Saját fotó 2024)
 10. ábra: 21. oldal A permetezés napja Virgonc kutyával (Forrás: Saját fénykép 2024)
 11. ábra: 22. oldal XCN 1050 monitor munkafolyamat megjelenítése, hibás permetezés (Forrás: Saját fotó 2024)
 12. ábra: 24. oldal Kidolgozott térképek (Forrás: Saját fotó 2024)
-
1. táblázat 1: 23. oldal Vételárak ismertetése
 2. táblázat 2: 24. oldal Költségszámítás 2 évet tekintve

10. Köszönet nyilvánítás

Szeretném megköszönni szaktársamnak Zsák Viktornak és az AFB Mezőgazdasági szövetkezetnek, hogy földterületeit és mezőgazdasági vontatóját, permetezőjét a kutatáshoz rendelkezésre bocsátotta. Valamint köszönet illeti Döbröntey Rékát, konzulensemét a sok segítségért és a rendszeres vasárnapi konzultációkért.

11. Hallgatói nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /

diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve:

FARUAS BENCE

A Hallgató Neptun kódja:

XL7E27

A dolgozat címe:

Monikings Online Alkalmazás differenciált kijelölt feladatok bevezetése
Gyomrási köznevelési központban

A megjelenés éve:

2024

A konzulens intézetének neve:

Környezetbelső Intézet

A konzulens tanszékének a neve:

Teljesítmény Tanterv

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant 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 repozitóri 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 repozitóri rendszerében.

Kelt: 2024 év november hó 11 nap

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

12. Konzulensi nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

FARKAS BENCE (név) (hallgató Neptun azonosítója: X47EZ3)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2024 év 11 hó 11 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.