

SZAKDOLDOZAT

Filkor Lajos

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Környezettudományi Intézet

szakirányú továbbképzési szak

A DOLGOZAT CÍME:

**Precíziós gazdálkodás bevezetése a Közép-magyarországi ASzC
Lipthay Béla Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Technikum,
Szakképző Iskola és Kollégium tangazdaságában**

Belső konzulens:	Dr. Milics Gábor tanszékvezető egyetemi tanár
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Szent István Campus Precíziós Gazdálkodási és Agrárdigitalizációs Tanszék
Külső konzulens:	Név beosztás
Készítette:	Filkor Lajos

Képzési hely: Szent István Campus

2024

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés és célkitűzések.....	5
1.1	A választott téma aktualitása	5
1.2	A választott téma jelentősége	6
1.3	A téma feldolgozásának célja.....	7
1.4	A szakdolgozatban megválaszolandó kérdések.....	7
2	Szakirodalmi áttekintés	8
2.1	Agrárdigitalizáció.....	8
2.2	A precíziós gazdálkodás fogalma és elterjedése Magyarországon	8
2.3	Precíziós gazdálkodás elterjedése életkor és végzettség függvényében.....	9
2.4	Oktatás szerepe a precíziós gazdálkodás elterjedésének támogatásában.....	11
3	Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)	12
3.1	A Közép-magyarországi ASzC Lipthay Béla Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Technikum, Szakképző Iskola és Kollégium bemutatása	12
3.1.1	Tevékenységei	12
3.1.2	Oktatott szakmák	12
3.1.3	Rövid története	13
3.1.4	A beszerzésre tervezett precíziós eszközpark legfontosabb elemei	13
3.2	Alkalmazott módszerek	14
3.2.1	A tervezett bemutató üzemi foglalkozások.....	14
3.2.2	Szerepem a projekt megvalósításában, weboldal fejlesztés	15
3.2.3	Térinformatikai alkalmazások	16
3.2.4	Agrár Európai Digitális Innovációs Hálózat.....	16
4	Eredmények és értékelésük	17
4.1	Az 1. bemutató „Precíziós gazdálkodás, digitalizálás a mezőgazdaságban” 2024.07.10. 17	
4.1.1	Előadók	17
4.1.2	Célcsoport.....	17
4.1.3	A program céljának bemutatása.....	17
4.1.4	A program eredményének bemutatása	17
4.2	A 2. bemutató „Térképező drón használata a gyakorlatban” 2024.07.17.	23
4.2.1	Előadók	23
4.2.2	A program céljának bemutatása.....	23
4.2.3	A program eredményének bemutatása	23
4.3	A 3. bemutató „Régebbi típusú erőgépek „felokosítása”, utólagos robotkormányzás alkalmazása” 2024.08.07.	28

4.3.1	Előadók	28
4.3.2	A program céljának bemutatása.....	28
4.3.3	A program eredményének bemutatása	28
4.4	A 4. bemutató „Erő- és munkagép közötti ISOBUS-os informatikai csatolófelület alkalmazása” 2024.09.04.	32
4.4.1	Előadók	32
4.4.2	A program céljának bemutatása.....	32
4.4.3	A program eredményének bemutatása	32
4.5	Az 5. bemutató „Permetező drón használata a gyakorlatban” 2024.09.11.	35
4.5.1	Előadók	35
4.5.2	A program céljának bemutatása.....	35
4.5.3	A program eredményének bemutatása	36
4.5.4	Bemutató célú repülés	42
4.6	UAS műveletekben részt vevő személyzet.....	42
4.6.1	Távpilóta neve: Filkor Lajos	42
4.6.2	Megfigyelő személy	43
5	Következtetések és javaslatok.....	45
6	Összefoglalás.....	47
7	Irodalomjegyzék	49
8	Ábrák és táblázatok jegyzéke.....	52
9	Nyilatkozatok	53
	Konzulensi nyilatkozat	54
10	Köszönetnyilvánítás	55

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1. A választott téma aktualitása

A 2024/2025-ös a 35. tanévem a szécsényi mezőgazdasági technikumban. 1989-ben itt érettségiztem, majd a GATE mezőgazdasági gépészmérnöki és mérnöktanári tanulmányaim után itt helyezkedtem el szakoktatóként. 2008 óta vagyok az intézmény igazgatója.

Kollégáimmal igyekszünk megteremteni annak a feltételeit, hogy a tanulóink értékteremtő munkán keresztül sajátítsák el a szakmájukat. A tangazdaságunk fejlesztése 2014-ig pályázati forrásokból folyamatosan biztosítva volt. Azóta saját bevételeinkből igyekszünk fejleszteni, sokkal lassabb ütemben. 2023-ban merült fel, hogy a Vidékfejlesztési Programban lesz lehetőségünk fejlesztési források elnyerésére.

Sajnos a korszerűtlen gépparkunk eddig nem tette lehetővé a precíziós mezőgazdasági technológiák gyakorlati oktatását, így a kínált képzéseink mára elveszítették vonzerejüket a gazdák felé, hiszen semmilyen innovatív technológiai gyakorlatot nem tudtunk bemutatni. A környékben gazdálkodók sokkal korszerűbb gépparkkal rendelkeznek mit az iskolánk, így az a kellemetlen helyzet állt elő, hogy ezen a téren mi tanulhattunk tőlük. Pedig ennek fordítva kellene lennie! Ezen kívánok változtatni, a precíziós technológiák bevezetésével.

A Vidékfejlesztési Program keretén belül a Bemutató üzemek támogatása című, VP1-1.2.1-23 kódszámú felhívás alapján 2024.05.15-én intézményem, a Közép-magyarországi Agrárszakképzési Centrum megkapta a Támogatói Okiratot Vidékfejlesztési Program Irányító Hatóságának vezetőjétől.

Ennek értelmében a Közép-Magyarországi Agrárszakképzési Centrum (KMASzC) támogatási kérelmét elbírálták, és támogatásra alkalmasnak minősítették. A Projekt teljes költsége összesen 1.053.341.341 forint.

Ebből az összegből a KMASzC négy intézményének fejlesztése valósul meg, melynek csaknem fele itt Szécsényben, az iskolánkban hasznosul.

A projektnek köszönhetően jelentős eszközfejlesztést valósítunk meg, beszerzésre kerül a precíziós mezőgazdasági technológiához kapcsolódó számos eszköz, robotkormányzású nagyteljesítményű traktorok, hozammérős kombájn, precíziós vetőgép, permetező drón, növényvédelmi-, növényápolási gépek és még számos, az oktatás fejlesztését szolgáló eszköz.

A környékbeli gazdák számára is hasznos a projekt, hiszen az elkövetkezendő 3 évben évi 12 alkalommal bemutatóüzemi foglalkozásokat szervezünk a tisztelt érdeklődőknek a precíziós mezőgazdasági technológiák és a térinformatika népszerűsítése érdekében, amivel jelentősen csökkenthetők a szántóföldi növénytermesztés input kiadásai.

A pályázat ránk eső részét olyan „slágertrémák” köré építettük fel, amivel a megvalósuló mintagazdaság költséghatékonyabban tud majd termelni, a területalapú támogatási formákat jobban ki tudja használni és a helyi gazdatársadalomnak valóban hasznos példákat tud mutatni.

Fő irányelv a talajregeneráló „Carbon farming” (szénmegkötő, fenntartható gazdálkodás) amihez elengedhetetlen a MIN TILL- talajkímélő, forgatás nélküli talajművelés eszközeinek alkalmazása.

1.2. A választott téma jelentősége

Az elmúlt évek igen hektikus gazdálkodási lehetősége minden termelőt, így minket is arra ösztönöznek, hogy a nyereséges működésünk érdekében, a kiszámíthatatlan bevételek mellett a költségeinket csökkentsük. Erre a legjobb megoldás a precíziós mezőgazdasági technológia alkalmazása, hiszen nem csak a termésátlagok növelhetők, sokkal inkább az input anyagokra (vetőmag, műtrágya, vegyszer) fordítandó kiadások csökkenthetők. A gazdák irányából jelentkezik is az igény a precíziós technológiák elsajátítására, hiszen a gépekkel már rendelkeznek, de a szakszerű térinformatikai ismeretek hiányában, igazán kihasználni az eszközeikben rejlő lehetőségeket nem mindenki tudja.

Külön érdekesség, hogy a rendszerváltás után az intézményünk tanulói létszáma az agrárium negatív társadalmi megítélése miatt jelentősen lecsökkent. Erre adott válaszként, informatikai képzést vezettük be, amihez a tárgyi feltételeket viszonylag gyorsan sikerült is megteremteni. A személyi feltételrendszer biztosításához a műszaki végzettségű, a téma iránt érdeklődést mutató mezőgazdasági gépészmérnök tanáraink egy része - köztük személyem is - átképzésre került számítástechnikai programozónak. Az agrárium és a térinformatika gyakorlati összefonódása a precíziós mezőgazdasági technológiákban gyorsan ráébresztett, hogy ezt, mint informatikában jártas mezőgazdasági gépészmérnöknek, „szinte nekem találták ki”.

A fejlesztési lehetőségen felbuzdulva jelentkeztem is a MATE Precíziós Mezőgazdagi Szakmérnök-i képzésére a 2023/24-es tanévben.

1.3. A téma feldolgozásának célja

Amikor a VP-s pályázatot megírtam, még hiányosak voltak az ismereteim a precíziós technológiákról. A rendelkezésemre álló szakirodalomból tájékozódva igyekeztem legjobb tudásom szerint összeállítani a beszerzendő gépsort és a bemutató üzemi foglalkozások témáit. Viszont a jelen képzésen szerzett ismereteimnek köszönhetően, még a közbeszerzés megindítása előtt tudtam módosítani néhány eszközön, azok elvárt paraméterein. Szakdolgozatom fő célja, a mintagazdaságunkban a precíziós gazdálkodás bevezetése, ennek keretében a bemutatóüzemi foglalkozások megtervezése és az eredmények bemutatása.

1.4. A szakdolgozatban megválaszolandó kérdések

A tervezett beszerzendő eszközpark mennyire alkalmas a hatékony technológiai átálláshoz?

Szükséges-e azon módosítani?

A bemutatóüzemi foglalkozások témái mennyire felelnek meg a résztvevő gazdák igényeinek, melyek a leghatékonyabb módszerek az edukálásukra?

A menet közben szerzett tapasztalatok és megjelenő igények miként integrálhatók a programsorozatba?

A dróntechnológia miként segítheti az intézményünk beiskolázási eredményeit?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Agrárdigitalizáció

A digitális technológiák megjelenése a mezőgazdasági ágazat számos aspektusát átalakította, ami lehetőségeket és kihívásokat egyaránt jelent. Az egyik kulcsfontosságú terület, ahol a digitális mezőgazdaság jelentős hatást gyakorolhat, a mezőgazdasági oktatás, különösen a középiskolákban. A jövő gazdálkodóinak és mezőgazdasági szakembereinek hatékony képzése a digitális eszközök és technikák használatára kulcsfontosságú szerepet játszhat a mezőgazdasági ágazat hatékonyságának, fenntarthatóságának és jövedelmezőségének növelésében (Birner et al., 2021, Chowdhury et al., 2023).

Magyarország Digitális Agrár Stratégiája (DAS) célja, hogy támogassa a digitális technológiai fejlődés előnyeinek kihasználását a hazai agrárgazdaságban, valamint biztosítsa a szükséges kompetenciák és ismeretek megszerzését az agrárszektor minden érintettje számára, beleértve a jövő szakembereit is [Internet1]. A stratégia részeként létrehozott Digitális Agrárakadémia (DAA) fontos szerepet játszik az oktatásban, mivel elérhetővé válik az agráriumban alkalmazott digitalizációs megoldások a digitális ismeretekkel nem rendelkező diákok számára is. Fontos feladata, hogy egy tudásbázist hozzon létre a digitális szolgáltatások és eszközök működéséről [Internet2].

2.2. A precíziós gazdálkodás fogalma és elterjedése Magyarországon

A precíziós növénytermesztés egy modern mezőgazdasági megközelítés, amely a technológia és az adatok felhasználásával optimalizálja a termelési folyamatokat. A szakirodalomban több definíció és megközelítési mód is található erre vonatkozóan, Moore et al. (1993) szerint ez egy olyan termőhely-specifikus növénykezelési rendszer, amely képes nemcsak feltárni és elemezni a mezőgazdasági területeken jelentkező talajbeli, térbeli és időbeli változatosságot, hanem annak megfelelő kezelésére is alkalmas. Györffy Béla 1999-es megfogalmazása szerint a precíziós gazdálkodás a következő elemeket foglalja magában:

- Termőhelyhez alkalmazkodó termesztés
- Táblán belül változó technológia alkalmazása
- Integrált növényvédelem
- Csúcstechnológia használata
- Távérzékelés, térinformatika és geostatisztika alkalmazása

- A növénytermesztés gépesítésének változása
- Információs technológia vívmányainak behatolása a növénytermesztésbe
- Talajtérképek és terméstérképek készítése, termésmodellezés
- Talajtérképek összevetése a terméstérképekkel
- Kártevők, gyomok, betegségek táblán belüli eloszlásának vizsgálata

Harnos (2007) definíciója szerint precíziós mezőgazdaság olyan informatikai és technológiai alapokon nyugvó gazdálkodási rendszer, amely a változó termőhelyi körülmények között képes az egyes műveletek azonosítására, elemzésére és irányítására, mindezt a jövedelmezőség optimalizálása, a fenntartható gazdálkodás és a termőföld megóvása érdekében.

Magyarországi elterjedését vizsgálva megállapítható, hogy az 1990-es évek végén a technológia bizonyos elemei már megjelentek a termelésben, annak széleskörű gyakorlati alkalmazása és elterjedése Magyarországon csak a 2000-es évek elején valósult meg (Tamás, 2001).

A precíziós mezőgazdaság egyik legfontosabb feladata a mezőgazdasági területen belüli tulajdonságok térbeli változatosságának feltérképezése, mivel ez szolgál alapul az agrotechnikai beavatkozások tervezéséhez és kivitelezéséhez (Czinege et al., 2000).

A precíziós növénytermesztésben kulcsfontosságú szerepet tölt be a térinformatika, különösen amikor egy táblán belül változtatott technológiákat kell alkalmazni. A térinformatikai rendszerek - mint a GPS (műholdas helymeghatározó rendszer) és a GIS (földrajzi információs rendszerek) - akkor tudtak széles körben elterjedni a mezőgazdaságban, amikor már elérhetővé váltak a nagy teljesítményű processzorral és jelentős tárolókapacitással rendelkező hordozható számítógépek (Lénárt-Tomor, 2007).

A mezőgazdasági termelők körében elterjedt GNSS technológia lehetővé teszi a termésmennyiség optimalizálását a változatos talajviszonyok mellett, így növelve a termelés hatékonyságát. A munkagépek irányítása és felügyelete számos esetben valós idejű GNSS navigációs rendszereken keresztül valósul meg (Bancroft et al., 2012).

2.3. Precíziós gazdálkodás elterjedése életkor és végzettség függvényében

A precíziós gazdálkodás elterjedése az életkor és végzettség függvényében nemzetközi szinten változatos képet mutat. Az Egyesült Államokban és Kanadában az átlagos életkor a precíziós

technológiákat alkalmazók körében 56-58 év körül alakul. Ezzel szemben Brazíliában és Ausztráliában jóval alacsonyabb, 35-46 év közötti átlagéletkor jellemző [Internet3, Internet4].

Az Agrárcenzus 2023. évi felmérése alapján, a mezőgazdasági szektor vezetőinek előregedése tovább folytatódik. Míg 2013-ban a 65 év feletti gazdaságirányítók aránya 29% volt, ez 2023-ra már 37%-ra emelkedett. Az idősebb korosztály dominanciáját jelzi, hogy az irányítók 60%-a már betöltötte az 55. életévét. Ez a tendencia összhangban van az európai uniós trendekkel, hiszen 2020-ban az EU-tagállamokban a gazdálkodók 58%-a tartozott ebbe a korcsoportba, míg Magyarországon ez az arány 60% volt. Aggasztó jelenség a fiatal gazdálkodók alacsony aránya: a 35 év alatti vezetők részesedése a korábbi 5,6%-ról (2013) 4,9%-ra csökkent, és létszámuk is jelentősen, 42%-kal esett vissza az elmúlt évtizedben.

A hazai agrárszektorban dolgozók képzettségi szintje számottevően alacsonyabb, mint más gazdasági ágazatok munkavállalóié, és ez az elmaradás az Európai Unió mezőgazdasági dolgozóinak átlagos végzettségéhez viszonyítva is megmutatkozik (Pop, 2014). A precíziós mezőgazdasági technológiák terjedése folytatódott: 2023-ban már a gazdaságok közel egytizede (9,8%) alkalmazott ilyen megoldásokat. A legnépszerűbb eszköz a sorvezető/automata kormányzás volt, amelyet a gazdaságok 5,4%-a használt - ez 1,4 százalékpontos növekedést jelent 2020-hoz képest. Jelentősen nőtt több más technológia elterjedtsége is: a változó mennyiségű kijuttatást lehetővé tevő differenciált munkaműveletek (4,5%), a robotizált megoldások (1,8%) és a flottakövetés (2,1%) is egyre gyakoribbá váltak. A robotok között megtalálhatók az önjáró gépek, kapáló és gyümölcszedő robotok, valamint a nagy pontosságú GPS/RTK alapú eszközök.

Ugyanakkor egyes területeken visszaesés tapasztalható: a szigorodó szabályozás miatt csökkent a drónhasználat, valamint kevesebb gazdaság alkalmaz hozamtérképezést és növényállapot-felmérést (pl. NDVI mérést, növény-egészségügyi monitoringot) [Internet6]. Bár Takácsné György (2003) kutatásai rámutatnak arra, hogy a fejlett agrárgazdasággal rendelkező országokban a precíziós gazdálkodás a fenntartható mezőgazdaság egyik meghatározó elemévé vált, ezt kiegészíti Pop et al. (2017) eredménye, miszerint a támogatásokkal vásárolt technológiák alapfelszereltségébe tartoznak az „intelligenciát” biztosító eszközök, azok azonban csak megfelelő integráltsággal biztosítanak valódi gazdasági előnyt.

2.4. Oktatás szerepe a precíziós gazdálkodás elterjedésének támogatásában

Az oktatás és képzés tehát kulcsfontosságú az életkori különbségek áthidalásában és a precíziós gazdálkodás szélesebb körű elterjedésének elősegítésében. Az idősebb generációk gyakran szkeptikusabbak az új technológiák előnyeivel kapcsolatban, és nehezebben sajátítják el azok használatát [Internet4]. A megfelelően kialakított képzési programok segíthetnek csökkenteni az idősebb gazdálkodók szkepticizmusát és technológiai nehézségeit, míg a fiatalabb generációk számára biztosíthatják a szükséges alapismereteket és készségeket.

Az oktatás és képzés kulcsfontosságú szerepet játszik az életkor és a precíziós gazdálkodás szélesebb körű elterjedésének elősegítésében. Különböző szintű képzések szükségesek a kezdőtől a haladó szintig. Az oktatási anyagokat az eltérő képességekhez és készségekhez kell igazítani [Intrenet5]. A mezőgazdasági szakképzés növeli az adoptáció valószínűségét [Inernet6]. A gazdálkodók igénylik a gyakorlati képzést a precíziós technológiák beépítéséhez [Internet5], bár Kumar et al. (2017) a precíziós gazdálkodás széles körű elterjedésének egyik legfőbb akadálya Magyarországon a technológia és a tudás tekintetében szükséges jelentős beruházás. Meg kell azonban említeni, hogy több kutatás szerint (Shannon et al., 2018, Abuova et al., 2020, Munz et al., 2022) a gazdálkodók új technológiákhoz való hozzáállása és a precíziós gazdálkodási rendszerekbe való beruházási hajlandósága az elfogadást befolyásoló döntő tényezőknek bizonyult.

3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)

3.1. A Közép-magyarországi ASzC Lipthay Béla Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Technikum, Szakképző Iskola és Kollégium bemutatása

Az intézmény székhelye: 3170 Szécsény, Haynald Lajos utca 11.

Fenntartó: Agrárminisztérium

Középirányító szerv: Közép-magyarországi Agrárszakképzési Centrum
1062 Budapest, Andrássy út 63-65.

3.1.1. Tevékenységei

A szakképzésről szóló 2019. évi LXXX. törvény szerinti szakképzési feladatok és a nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény szerinti köznevelési feladatok ellátása.

Főtevékenységének államháztartási szakágazati besorolása: Szakmai középfokú oktatás.

A szakmai oktatás a képzési és kimeneti követelmények alapján ágazati alapoktatásban és szakirányú oktatásban történik. A szakmai oktatás keretében az ágazati alapoktatással és a szakirányú oktatással párhuzamosan vagy attól függetlenül a közismereti kerettanterv szerinti oktatás folyik.

3.1.2. Oktatott szakmák

Az intézményben két képzési szinten (technikum és szakképző) folyik a Mezőgazdasági és erdészeti ágazaton, míg egy képzési szinten (szakképző) folyik az Élelmiszeripari ágazaton oktatás (1. táblázat).

1. táblázat Oktatott szakmák

(Forrás: Saját szerkesztés <https://lipthay.hu/kepzesek> 2024 adatok alapján)

Ágazat	Képzési szint	Szakma megnevezése
Mezőgazdaság és erdészet ágazat	Technikum	Mezőgazdasági technikus
		Mezőgazdasági gépésztechnikus
	Szakképző	Gazda
		Mezőgazdasági gépész
Élelmiszeripar	Szakképző	Pék
		Pék-cukrász

3.1.3. Rövid története

A Nógrád vármegyei szécsényi székhelyű iskola 1946-tól képez szakembereket iskolarendszerben a térség gazdasági és társadalmi igényeinek megfelelően. Jelenleg a vármegye egyedüli mezőgazdasági szakképző iskolája. Az intézmény minden időszakban kereste azokat a képzési szinteket, amelyek által a végzettek elhelyezkedése, szakmai boldogulása realizálódik.

Az iskola a KORSZERŰ SZAKKÉPZÉS irányában elkötelezett, ami piacképes szakmai tudást, értékteremtő munkát, számítástechnikai ismeretet jelent; az általános műveltség és idegen nyelv ismeretének elsajátítása mellett. Kitűzött célunk olyan jól felkészült szakemberek képzése, nevelése, akik a mezőgazdasági termelés és az élelmiszeripari termékgyártás területén képesek legyenek a szakmunkák elvégzésére, szakmai kompetenciák elsajátítására és fejlesztésére.

3.1.4. A beszerzésre tervezett precíziós eszközpark legfontosabb elemei

A precíziós mezőgazdaság oktatásához a gyakorlati háttér megteremtése elsődleges szempont volt. A precíziós eszközpark legfontosabb elemei a következők voltak:

- ❖ Mezőgazdasági vontatók:
 - New Holland T7.245 AC PLM intelligence traktor
 - New Holland T5.100 AC traktor + frontfüggesztés és hajtás + RTK + művelőkerék garnitúra
- ❖ Arató- cséplőgép:
 - New Holland TC5.90 FS kombájn + 4,9 méter gabonaasztal + hozammérő + GPS
- ❖ Munkagépek:
 - Mulcskultivátor - Pöttinger Synkro 3030 szántóföldi kultivátor
 - Sekélykultivátor - Noran Simple 5.0 sekélykultivátor APV vetőegységgel
 - Talajszkenner - (Topsoil Mapper) frontfüggesztett szkenner, talajnedvesség térképezéshez
 - Szemenkénti vetőgép - Amazon Precea 4500 2 CC- Super precíziós szemenkénti vetőgép

- Sorközművelő kultivátor - Omikron ORS – 6/3 FM sorközművelő kultivátor folyékony műtrágya adapterrel
- Függesztett permetezőgép - Kertitox FSZ-M 1200
- Permetezőgép fronttartály - KERTITOX VEKU 800
- Permetező drón opciókkal - DJI T30 Permetező drón
- Körbálázó - New Holland RB 150 RF intelligens bálázó, ISOBUS-os traktorvezérléssel + nedvességmérő
- Robotkormány - Robotkormány régebbi gépekbe Trimble GFX350 Pilot Pro elektromos kormányzás

3.2. Alkalmazott módszerek

3.2.1. A tervezett bemutató üzemi foglalkozások

A képzés során a gazdálkodók életkorát is figyelembe véve alakítottuk ki a precíziós gazdálkodás bemutató üzemi foglalkozásokat. A tapasztalatok szerint a gyakorlati bemutatók a fiatal és az idősebb korosztály számára is megfelelő eszköz a technológia elterjesztésének elősegítéséhez. A program tervezésénél figyelmet fordítottunk az alapozó ismeretek átadására, majd a gyakorlati bemutatókkal próbáltunk megfelelni az új beruházásokkal megvalósítható elemek bemutatására, mint a drón használat a gyakorlatban, de nagy figyelmet fordítottunk azon elemekre, amelyek a már meglévő technológiába illeszthetők, mint az erőgépek felokosítása (2. táblázat). Valamennyi képzés során a képzés összeállítása előtt célcsoport

2. táblázat A tervezett bemutató üzemi foglalkozások

(Forrás: Saját szerkesztés <https://lipthay.hu/lipthay> 2024 adatok alapján)

Sorszám	Program megnevezése	Tervezett időpont
1.	Precíziós gazdálkodás, digitalizálás	2024.07.10
2.	Térképező drón használata a gyakorlatban	2024.07.17
3.	Régebbi típusú erőgépek „felokosítása”, utólagos robotkormányzás alkalmazása	2024.08.07
4.	Erő- és munkagép közötti ISOBUS-os informatikai csatlófelület alkalmazása	2024.09.04
5.	Permetező drón használata a gyakorlatban	2024.09.11
6.	Növényvédelmi gépek automatikus szakaszolása gyomteltettségi térkép alapján	2024.09.18
7.	Hozamtérképezés betakarítás során, flottamenedzsment	2024.11.06
8.	MIN TILL- talajkímélő, forgatás nélküli talajművelés	2025.04.16
9.	Szemenkénti vetés automatikus tőtávolság szabályozása hozam- vagy tápanyagtérkép alapján	2025.04.23
10.	Szálastakarmány betakarítás precíziós megoldásai, amikor a munkagép „vezérli” az erőgépet	2025.05.14
11.	Talajszkennelés, talajnedvesség térképezés	2025.05.21
12.	Sorközművelés RTK jel alapján, folyékony műtrágya kijuttatással	2025.06.11

3.2.2. Szerepem a projekt megvalósításában, weboldal fejlesztés

Sajátos szerepem van a projekt megvalósításában, hiszen a pályázat megírása mellett, centrum szintű projektmenedzserként, intézményi szintű szervező, lebonyolítóként és oktatóként is dolgozom.

Informatikusként elkészítettem a projekt weboldalát, ami teljes tájékoztatást nyújt az érdeklődőknek és az irányító hatóságnak is (<https://lipthay.hu/vp1-1-2-1-23>). Jelen szakdolgozatom témáinak jelentős része itt is publikálásra került.

Eredeti elképzelésem szerint, az első öt bemutatóüzemi foglalkozás megtervezése és megvalósításának dokumentálása mellett a beszerzésre kerülő Topsoil Mapper (TSM) talajszkennerrel végzett valós idejű vetési tőszám szabályozás és talajművelés mérési eredményeit akartam feldolgozni. Sajnos a közbeszerzési eljárás még nem zárult le, így az eszközök nem álltak rendelkezésemre.

Viszont szakmérnöki tanulmányaim során figyelmem a dróntechnológiára fókuszált. Személyes ambícióimnak köszönhetően, tanulmányaim közben megszereztem a Pilóta nélküli légi jármű irányítói igazolványt és az erre épülő Növényvédelmi drónpilóta szakképesítést.

A KMASzC drónflottájának bővítéseként egyéb forrásból beszereztünk egy DJI Mavic 3 Multispectral térképező drónt, egy DJI Agras T30-as permetező drónt és egy Emlid Reach RS2 RTK állomást.

Megszereztük a bemutatókhoz szükséges műveleti engedélyt speciális kategóriájú műveletekhez, elkészült az üzemeltetési eljárás, amelyben karbantartásért, repülési műveletekért és megfigyelő oktatásokért felelős személyként és távpilótaként szerepelek. Ebből következett, hogy a szakdolgozatomban a térképező-, illetve a permetező drónokkal kapcsolatos foglalkozást hangsúlyozom ki a bevezetésre kerülő precíziós technológiákból.

3.2.3. Térinformatikai alkalmazások

Az intézményünkben futó Mezőgazdasági technikus és Mezőgazdasági gépészmérnök képzések ötödik évfolyamán tananyag a precíziós mezőgazdasági technológia.

Ezek keretében részt veszek a térinformatikai szoftverek oktatásában. Eredeti elképzelésem szerint, köszönhetően a szakmérnöki tanulmányaimnak a QGIS szoftver oktatását kezdtem el. A cél shp fájl készítése volt, a permetező drón számára automatikus dózis szabályozáshoz.

Gyorsan be kellett látnom, hogy az átlag felhasználóknak ettől könnyebben kezelhető célszoftverre van szükségük a feladat gyors és hatékony megoldásához. Ezért beszerzésre került egy PIX4Dfields szoftver örökös licenz. A bemutató foglalkozások során is ezt a szoftvert használtam a repülési tervek elkészítéséhez.

3.2.4. Agrár Európai Digitális Innovációs Hálózat

2024. februárjában intézményünk a Közép-magyarországi Agrárszakképzési Centrum Lipthay Béla Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Technikum adott helyszínt az Agrár-EDIH képzéssorozat szécsényi állomásának. Házigazdaként nagy élmény volt számomra Dr. Milics Gábor Professzor Úr gyakorlatias előadásán részt venni. A megjelent környékbeli érdeklődő gazdák is ráéreztek a precíziós technológiák ízére. Többen közülük a későbbiekben részt vettek a projektünk bemutató üzemi foglalkozásain is.

Az a szerencsés helyzet állt elő, hogy a szakdolgozatom készítésével párhuzamosan valósulnak meg a bemutató üzemi foglalkozások, így valós időben ki tudom fejteni a megelőző tervező munkámat, a megvalósítást és az elért eredményeket is.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Az 1. bemutató „Precíziós gazdálkodás, digitalizálás a mezőgazdaságban” 2024.07.10.

4.1.1. Előadók

Filkor Lajos, precíziós mezőgazdasági szakmérnök hallgató, drónpilóta,
Filkor Ádám, informatikus

4.1.2. Célcsoport

A vidéki térségekben mezőgazdasági kkv-ként működő gazdasági szereplők vagy mezőgazdasági termelői tevékenységet végzők, vagy ezek vezető tisztségviselője vagy az általuk kijelölt alkalmazottja, tagja.

4.1.3. A program céljának bemutatása

Fő cél a gazdálkodók szemléletformálása, a precíziós gazdálkodás felé történő elmozdulás ösztönzése, segítése, a digitalizáció előnyeinek megismertetése.

Fő téma és irányelv az input anyagok csökkentésének lehetőségei a precíziós eszközök használatával, térinformatikai szolgáltatások használata, erőgépek informatikai rendszerei.

Bemutatók, gyakorlati foglalkozás:

Precíziós erőgép érintőképernyőjének menürendszere,

GPS robotkormányzási rendszer használata RTK pontossággal,

ISOBUS munkagépes kapcsolat menürendszere,

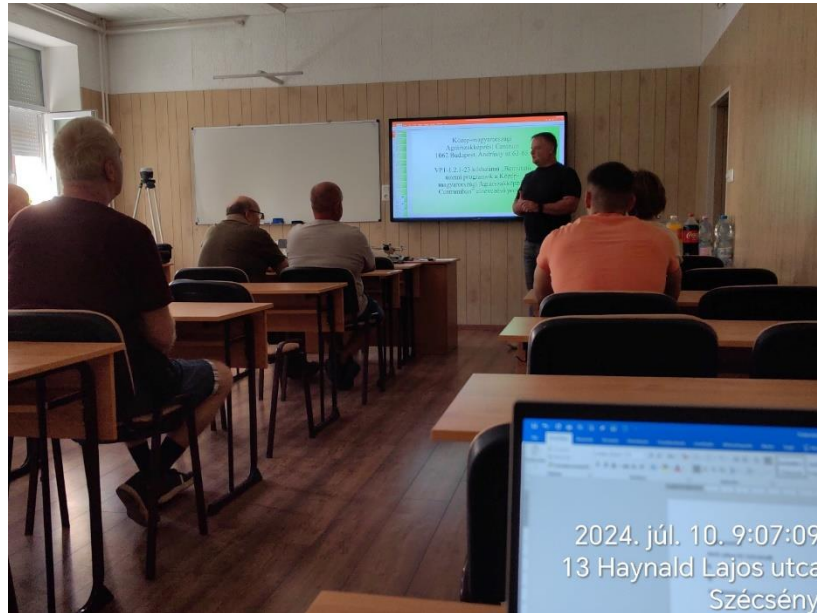
Térinformatikai szoftver használata, egy adott táblában menedzsment zónák lehatárolása.

4.1.4. A program eredményének bemutatása

A program bemutatása (1. ábra) A VP1-1.2.1-23 kódszámú, Bemutató üzemek támogatása című pályázati felhívás, „Bemutató üzemi programok a Közép-magyarországi Agrárszakképzési Centrumban” című projekt (projekt azonosítója: 3485214717) bemutatásával kezdődött.

1. ábra Az első bemutatóüzemi foglalkozás megnyitása

(Forrás: Saját fénykép 2024)



Ismertetésre kerültek a tervezett 12 db bemutatóüzemi program témái, ami alapján mindenki kiszűrhetette a számára fontos programokat.

A precíziós növénytermesztés fogalmának meghatározása következett, ami elég sarkalatos pontja a bemutató sorozatnak, hiszen ezen téma köré épül mindegyik.

Prezentálásra kerültek a projekt mezőgazdasági szegmensében beszerzésre tervezett precíziós eszközpark legfontosabb lehetséges elemei (2. ábra), egyelőre felsorolás jelleggel, a legfontosabb paraméterekre kitérve, illetve taglalva a precíziós technológiához kapcsolódásukat.

2. ábra A beszerzésre tervezett precíziós eszközpark legfontosabb elemei

(Forrás: Saját szerkesztésű prezentáció diája 2024)

A beszerzésre tervezett precíziós eszközpark legfontosabb elemei

❖ Mezőgazdasági vontatók:

- New Holland T7.245 AC PLM intelligence traktor
- New Holland T5.100 AC traktor + frontfüggesztés és hajtás + RTK + művelőkerék garnitúra

❖ Arató- cséplőgép:

- New Holland TC5.90 FS kombájn + 4,9 méter gabonaasztal + hozammérő + GPS

❖ Munkagépek:

- Mulcskultivátor - Pöttinger Synkro 3030 szántóföldi kultivátor
- Sekélykultivátor - Noran Simple 5.0 sekélykultivátor APV vetőegységgel
- Talajszkenner - (Topsoil Mapper) frontfüggesztett szkenner, talajnedvesség térképezéshez
- Szemenkénti vetőgép - Amazon Precea 4500 2 CC- Super precíziós szemenkénti vetőgép
- Sorközművelő kultivátor - Omikron ORS – 6/3 FM sorközművelő kultivátor folyékony műtrágya adapterrel
- Függesztett permetezőgép - Kertitox FSZ-M 1200
- Permetezőgép fronttartály - KERTITOX VEKU 800
- Permetező drón opciókkal - DJI T30 Permetező drón
- Körbálázó - New Holland RB 150 RF intelligens bálázó, ISOBUS-os traktorvezérléssel + nedvességmérő
- Robotkormány - Robotkormány régebbi gépekbe Trimble GFX350 Pilot Pro elektromos kormányzás

)

A kukorica termesztés lett bemutatva konkrét példának, a precíziós termesztéstechnológia legfontosabb elemeinek részletezésére:

- Talajvizsgálat, talajszkennelés, elemzés, amivel megállapítható az adott tábla termőképesség szerinti inhomogenitása, ami alapján elektronikus táblatérkép készíthető. Fő irányelv, hogy mindenhová annyi input anyagot (vetőmag, műtrágya, növényvédő szer) juttassunk ki, amennyi szükséges a hozam optimalizálásához. Se többet, se kevesebbet.
- A vetés érzékelteti leginkább a precizitás lényegét. Hagyományos technológiánál a vetőgépet fix sortávra és tőtávra állítjuk be. Emiatt viszont a tábla „gyengébb” termőképességű részein ez relatíve túl sűrű állományt jelent, ahol lesznek növények, amelyek egy csövet sem teremnek. A tábla jobb részein ugyanez a tőtávolság viszont túl ritka állományt jelent, vagyis nem használjuk ki a talaj által biztosított lehetőségeket. Precíziós vetés során feltöltjük a traktor monitorára az elektronikus táblatérképet, vagy akár a traktor front függesztésére szerelve a talajszkennert, valós időben is tudjuk automatikusan szabályozni a vetési tőtávolságot, a termőképesebb részekben sűrűbben vetünk, a gyengébb részekben pedig ritkábban. Általánosan jellemző a precíziós gazdálkodásra, hogy a terméshozamot is növeli, de igazán a költségeket csökkenti.

- További lépésként térképező drónnal felmérve az állományt, a térkép adatai szerint szervezzük a tápanyag-visszapótlást és a növényvédelmet, vagyis a gépek kommunikálva az erőgéppel a kijuttatott szerek mennyiségét folyamatosan változtatják, amivel sok input anyag megtakarítható, hiszen ahol nincs gyomkultúra, oda gyomirtószer sem kell.
- Záró elemként a rendszer fontos része egy olyan kombájn, ami nedvességmérést és hozammérést végez, így az adatok alapján hozamtérkép készíthető, visszacsatolásként az alkalmazott precíziós technológiák hatékonyságára.
- A traktorok automata kormányzásúak RTK vezérléssel, ami biztosítja a 2,5 cm pontos pozicionálást. Például a vetés során rögzített sorok GPS koordinátái alapján a sorközművelő kultivátorral rá tud állni a sorokra, így a kapák nem vágják ki a kultúrnövényt.

Természetesen a „slágertémák” a térképező drónok (3. ábra) és a permetező drónok (4. ábra) is rövid bemutatásra kerültek. A későbbiekben mindkét eszközcsoportról részletes bemutatásáról egy-egy külön program készül.

3. ábra Térképező drónok bemutatása

(Forrás: Saját fénykép 2024)



4. ábra DJI Agras T30 drón bemutatása

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A továbbiakban az agrár digitalizáció vette át a főszerepet.

Ingyenesen használható térinformatikai szoftverek kerültek bemutatásra:

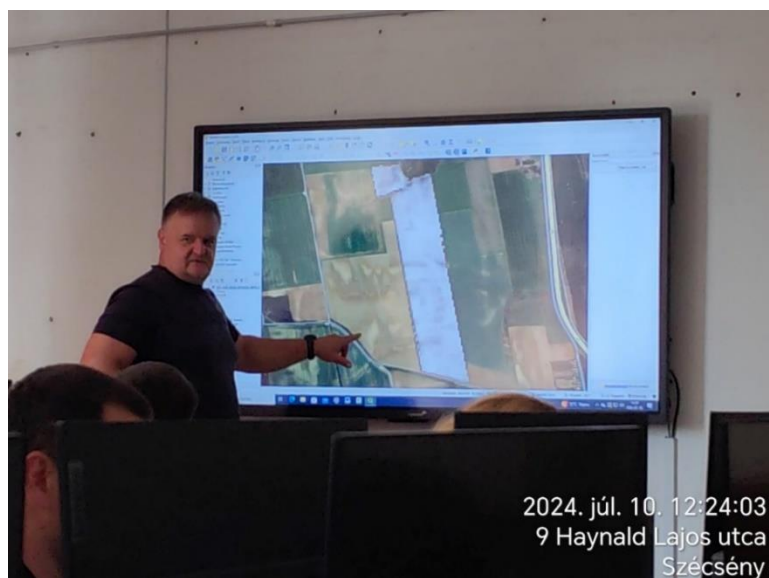
- QGIS 3.32.3 Lima verzió
- Pix4d Fields demo verzió

A programon résztvevők egy-egy gyakorlati példa bemutatása után maguk is elkészíthették a feladatokat:

- Tetszőlegesen választott mezőgazdasági tábla táblahatárának elkészítése, területének meghatározása (5. ábra).
- Egy adott táblában menedzsment zónák lehatárolása.
- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) letöltése műholdas adatbázisból (6. ábra).

5. ábra Táblahatár készítés QGIS szoftverrel

(Forrás: Saját fénykép 2024)



6. ábra NDVI készítés QGIS szoftverrel

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A foglalkozás elérte a célját, sikerült a résztvevők érdeklődését felkelteni a precíziós gazdálkodás irányába.

4.2. A 2. bemutató „Térképező drón használata a gyakorlatban” 2024.07.17.

4.2.1. Előadók

Filkor Lajos, pilóta nélküli légi jármű irányító

Kürtösi Gyula UAS megfigyelő

4.2.2. A program céljának bemutatása

Fő cél a gazdálkodók szemléletformálása, a mezőgazdasági dróntechnológiában, mint a precíziós gazdálkodás legdinamikusabban fejlődő ágazatában rejlő lehetőségek kihasználásának ösztönzése, segítése.

Fő téma és irányelv a mezőgazdasági drónok használatának szabályai, képzési lehetőségek, a növényállapotok feltérképezése.

Bemutatók, gyakorlati foglalkozás:

térképező drón reptetése, távirányító működése, gyomteltettségi térkép készítése és kiértékelése, repülési terv készítése a permetező drónnak.

4.2.3. A program eredményének bemutatása

A drónos műveleti kategóriák kerültek először ismertetésre:

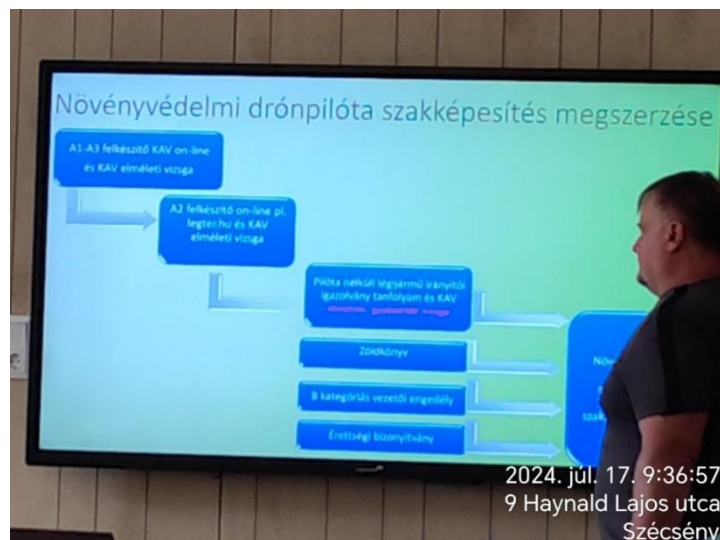
- Nyílt kategória
- Speciális kategória
- Engedélyköteles kategória

Ezek után a növényvédelmi drónpilóta szakképesítés megszerzésének folyamata (7. ábra) került ismertetésre:

- A1-A3 felkészítő KAV on-line és KAV elméleti vizsga
- A2 felkészítő on-line pl. legter.hu és KAV elméleti vizsga
- Pilóta nélküli légi jármű irányítói igazolvány tanfolyam és KAV elméleti, gyakorlati vizsga
- Zöldkönyv
- Növényvédelmi drónpilót szakképesítés tanfolyam és szakképesítő vizsga

7. ábra Növényvédelmi drónpilóta szakképesítés megszerzésének lépései

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A gyakorlat során bemutatásra kerülő drónok legfontosabb tulajdonságai:

DJI Mini 3 Pro: 249 g-nál kisebb tömegű, 48MP-es kamerával, valamint számtalan filmzési funkciókkal ellátva, 4K felvételeket biztosít. Az akkumulátor maximum 34 perces repülési időt tesz lehetővé.

DJI Phantom 4 RTK: A KML-fájlok a felmérés optimalizálásához felhasználhatók és beilleszthetők az alkalmazásba. Kétféle tervezési módot kínál: a fotogrammetriát és a kijelölt útvonalon való repülést. Ezek a módok teszik lehetővé, hogy pontosan megtervezhessük a drón repülésének útvonalát, beállítva egyes paramétereket, az átfedések arányait, annak magasságát.

DJI Mavic 3 Multispectral: egy RGB-kamera és egy multispektrális kamera is elhelyezésre került hasznos tömegként a drónon. Képesek vagyunk nagy felbontású RGB-kamerával felmérni a területet, a felbontáshoz igazítva a kívánt repülési magasságot miközben a közeli infravörös tartományban készült felvételekkel analizálhatjuk a növényzetet. A precíziós gazdálkodás nélkülözhetetlen eszköze egy ilyen térképező drón, hiszen a térinformatikai szoftverekben elérhető műholdas felvételek sok esetben nem biztosítják a megfelelő felbontású felvételt.

Az oktatói bemutatás után három önként jelentkező készített repülési tervet a drón távirányítóján (8. ábra), ami kivetítésre került az érintőképernyős aktív táblán, így minden résztvevő figyelemmel kísérhette a folyamatot. A tangazdaság kukorica földjén került kijelölésre 1-1 ha terület.

8. ábra Repülési tervek készítése

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A **DJI Mavic 3 Multispectral** drónra készültek repülési tervek.

Az oktatói bemutatás után három önként jelentkező készített repülési tervet a drón távirányítóján, ami kivetítésre került az érintőképernyős aktív táblán, így minden résztvevő figyelemmel kísérhette a folyamatot. A tangazdaság kukorica földjén került kijelölésre 1-1 ha terület.

Az első esetben a maximális repülési magasságot 118 méterre állították és RGB fotósorozat készült 80%-os átfedési rátával.

A második esetben a repülési magasság 30 méter, a maximális 0,3 cm/pixeles felbontással, szintén RGB fotósorozat készült 80%-os átfedési rátával.

A harmadik esetben 50 méteres repülési magassággal multispektrális felvétel készült.

A tervek elkészítése után a földterületen folytatódott a foglalkozás.

A Mydronespace mobilapplikáció segítségével megtörtént a műveletekhez szükséges légtér lefoglalása (9. ábra). Ezután a MISELF protokoll szerint megtörtént a biztonsági ellenőrzés. Egy játék drónnal volt lehetősége a résztvevőknek kipróbálni a drón kezelését.

Ezek után a **DJI Mavic 3 Multispectral** drónnal automata módban megtörtént a három küldetés lerepülése (10. ábra), aminek során elkészültek a fotók.

9. ábra Művelet előtti légtérfoglalás

(Forrás: Saját fénykép 2024)



10. ábra Térképező repülési művelet

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A felvételek elkészítése után újra tantermi körülmények között az ortofotók elkészítése következett, amire a Pix4dFields alkalmazás demó verziója került használatra.

Szemléletes volt a repülési magasságoktól függő képfelbontási különbségek (11. ábra). A második repülési mód alkalmas a kultúrák levelein lévő kértevők detektálására is.

11. ábra Ortofotók készítése

(Forrás: Saját fénykép 2024)



Szemléletes volt a repülési magasságoktól függő képfelbontási különbségek. A második repülési mód alkalmas a kultúrák levelein lévő kértevők detektálására is.

A multispektrális ortofotó alapján szintén a fenti alkalmazás segítségével készült NDVI térkép és hozzá lombtrágya kijuttatási terv a permetező drónhoz.

A foglalkozás elérte a célját, sikerült a résztvevők érdeklődését felkelteni a precíziós gazdálkodás és a térképező drónok használatának irányába.

4.3. A 3. bemutató „Régebbi típusú erőgépek „felokosítása”, utólagos robotkormányzás alkalmazása” 2024.08.07.

4.3.1. Előadók

Filkor Lajos, mezőgazdasági gépészmérnök-tanár

Kürtösi Gyula mezőgazdasági gépészmérnök-tanár

4.3.2. A program céljának bemutatása

Fő cél a gazdálkodók szemléletformálása, a meglévő erőgépek robotkormányzással történő korszerűsítésének, „felokosításának” ösztönzése, segítése.

Fő téma és irányelv: minimális fejlesztési kiadással korszerűsíteni a meglévő erőgépeket, lehetővé téve a GPS robotkormányzási rendszer használatát, aminek segítségével közvetlen, azonnali költségmegtakarítás érhető el.

Bemutatók, gyakorlati foglalkozás:

GPS helymeghatározás a gyakorlatban, automata robotkormányval utólagosan felszerelt erőgép használata, az elért pontosság értékelése.

4.3.3. A program eredményének bemutatása

A navigációs műholdas rendszerek kerültek először bemutatásra:

- GPS
- GLONASS
- Galileo

GPS: Global Positioning System (GPS, Globális Helymeghatározó Rendszer) a nap 24 órájában működő globális műholdas navigációs rendszer(GNSS), amit az USA katonai szervezete üzemeltet. A GPS-t 24 műholdból álló flotta alkotja, amelyek közepes magasságú Föld körüli pályán 20.200 km magasságban keringenek. Naponta kétszer kerüli meg minden műhold a Földet.

GLONASS: Globális navigációs műholdrendszer amit Oroszország katonai szervezete üzemeltet és alternatívát kínál a GPS mellett, amihez hasonlóan szintén globális lefedettséggel és hasonló pontossággal működik.

GALILEO: A Galileo műholdas navigációs és helyzetmeghatározó rendszert az Európai Unió és az Európai Űrügynökség működteti.

Ezek után bemutatásra kerültek a műholdas helymeghatározás lépései:

1. A GPS-vevő folyamatosan rendelkezzen a műholdakon lévő atomórák pontos idejével.

2. Legalább 4 műhold láthatósága esetén „háromszögeléssel” meghatározható a földfelszíni pozíció.
3. Ehhez ismerni kell a vevő és a műholdak pontos távolságát, amihez a műholdak aktuális pályájának és a kisugárzott jel megérkezési idejének ismerete szükséges.
4. Hibák és korrekciók.

Ezek után a precíziós mezőgazdaság műszaki-, informatikai megoldásai kerültek bemutatásra.

Az informatika a mezőgazdaságban is rohamos léptekben fejlődött az elmúlt évtizedben. Ma a precíziós mezőgazdaság kifejezés gyűjti össze az agráriumban alkalmazható modern technológiákat.

A precíziós gazdálkodás két fontos műszaki alappillére:

- nagy pontosságú helymeghatározás (GNSS, RTK),
- ISOBUS-rendszer, amin keresztül a traktor és a munkagép informatikai rendszere szabványos felületen tud egymással kommunikálni.

Az ISOBUS rendszer csak említésre került, hiszen a következő bemutató témája: „Erő- és munkagép közötti ISOBUS-os informatikai csatolófelület alkalmazása” lesz.

Az RTK pontosítás jelentősége: A valós idejű kinematikai helymeghatározás (RTK) a jelenlegi rendszerek hibáinak kijavítására szolgál. A jel információtartalma mellett a jel vivőhullámának fázisát is méri, így egyetlen referenciaállomásra támaszkodik, hogy valós idejű korrekciókat biztosítson, centiméteres pontossággal. A pilóta nélküli légi járművek és a robotkormányzású erőgépek navigációjában rendkívüli jelentőséggel bír.

A bemutató gyakorlati része előtt bemutatásra került egy univerzális robotkormány rendszer:

Kormányrásegítés egy beépített elektromotoros hajtással. A kijelző sorvezetését felhasználó villanymotoros hajtással forgatja el a kormánykereket automatikusan.

GNSS vevő antenna, ami felszerelhető a legtöbb mezőgazdasági erőgépre, hogy helymeghatározást és sorvezetést végezzen automatikus robotkormányzással. Több műholdat követ, ami nagyobb pontosságot biztosít.

Sorvezető kijelző rendszer nagy felbontású érintőképernyővel. A leggyakrabban használatos vonalvezetési mód az „A-B egyenes”. Az „A+ irányszög” talajmunkák esetén lehet hasznos. Az „Azonos görbe” vagy az „A-B egyenes, körbeszegve” módokat is gyakran használjuk. Területmérésre is használható a készülék, ilyenkor körbeszegéssel tudja meghatározni a terület pontos méretét, de hektárszámlálás is megvalósítható a készülékkel. Ilyenkor a megtett útból és a beállított munkaszélességből számítja ki a készülék a hektárszámát.

Egy teljeskörű, működőképes bemutató maketten lehetett megismerni a rendszerelemeket és kapcsoló felületeket (12. ábra).

12. ábra Robotkormányzás működő makett

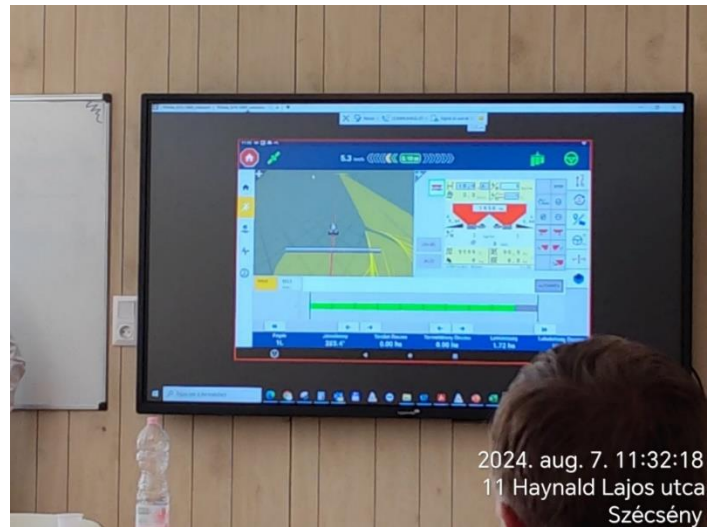
(Forrás: Saját fénykép 2024)



A kijelző funkciói, menürendszere részletesen ismertetésre került. Egy ISOBUS szimulátor dongle segítségével röptőtárcsás műtrágyaszóró szimulálásán keresztül kerültek bemutatásra az üzem közbeni funkciók (13. ábra).

13. ábra ISOBUS szimulálás dongle eszközzel

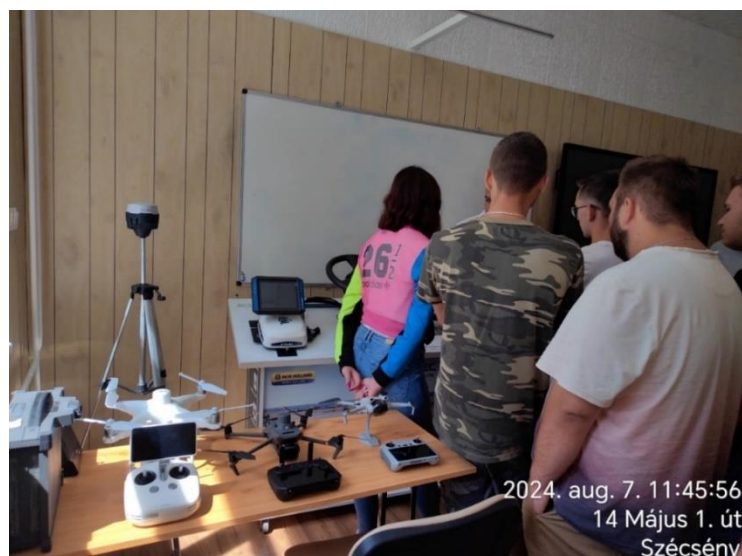
(Forrás: Saját fénykép 2024)



A résztvevőknek lehetőségük volt gyakorlatban is kipróbálni a robotkormány rendszert egy betöltött táblahatár shape fájl megnyitása után A foglalkozás elérte a célját, sikerült a résztvevők érdeklődését felkelteni a precíziós gazdálkodás és robotkormányzás alkalmazásának irányába (14. ábra).

14. ábra Robotkormány makett kipróbálása

(Forrás: Saját fénykép 2024)



4.4. A 4. bemutató „Erő- és munkagép közötti ISOBUS-os informatikai csatolófelület alkalmazása” 2024.09.04.

4.4.1. Előadók

Filkor Lajos, mezőgazdasági gépészmérnök-tanár

Sótér Vilmos Zsolt agrármérnök-tanár

4.4.2. A program céljának bemutatása

Fő cél a gazdálkodók szemléletformálása, a precíziós munkagépek alkalmazásának ösztönzése, segítése.

Fő téma és irányelv a precíziós eszközök, munkagépek és erőgépek informatikai csatoló felületei.

Bemutatók, gyakorlati foglalkozás:

Az elméleti háttér megismerése, precíziós eszközök a gyakorlatban, ISOBUS I.-III. rendszer elemeinek használata.

Bemutatók, gyakorlati foglalkozás: precíziós erőgép érintőképernyőjének ISOBUS menüpontjának használata, különböző precíziós munkagépekkel.

4.4.3. A program eredményének bemutatása

A precíziós mezőgazdaság műszaki-, informatikai megoldásai kerültek bemutatásra.

Az informatika a mezőgazdaságban is rohamos léptekben fejlődött az elmúlt évtizedben. Ma a precíziós mezőgazdaság kifejezés gyűjti össze az agráriumban alkalmazható modern technológiákat.

A precíziós gazdálkodás két fontos műszaki alappillére:

- nagy pontosságú helymeghatározás (GNSS, RTK),
- ISOBUS-rendszer, amin keresztül a traktor és a munkagép informatikai rendszere szabványos felületen tud egymással kommunikálni.

A navigációs műholdas rendszerek kerültek először ismétlésként bemutatásra:

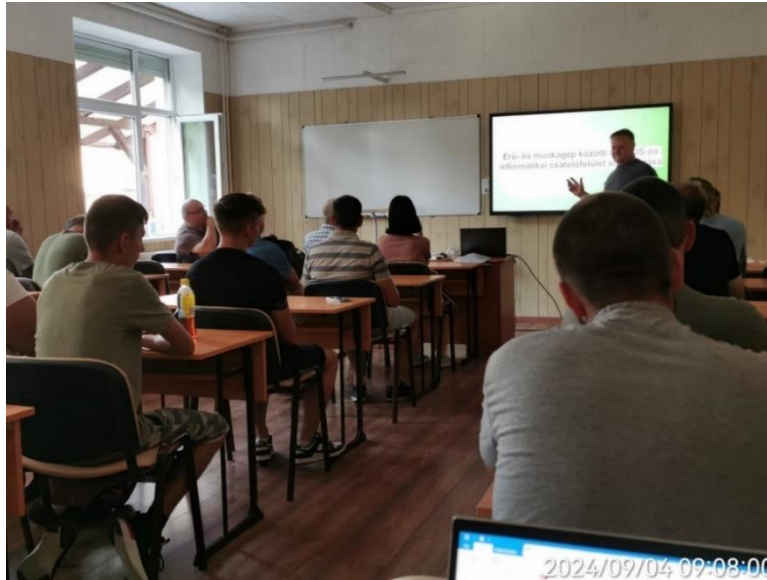
- GPS
- GLONASS
- Galileo

Ezek után röviden bemutatásra kerültek a műholdas helymeghatározás lépései:

Az előadás fő témája az ISOBUS rendszer bemutatása volt a következő lépés.

15. ábra ISOBUS elméleti előadás

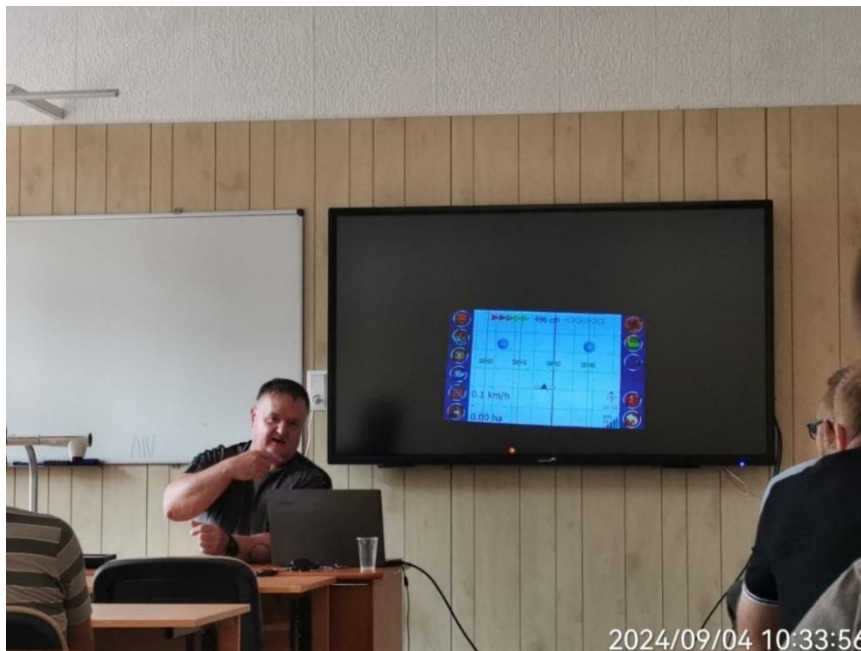
(Forrás: Saját fénykép 2024)



A bemutató gyakorlati része előtt az **RTK** (Real-time kinematic positioning) rendszer működési elve és egy konkrét bázisállomás paraméterezése volt a téma. Ezek után egy sorvezető kijelző rendszer lett bemutatva (16. ábra).

16. ábra Sorvezető kijelző menü bemutatása

(Forrás: Saját fénykép 2024)



Könnyen használható nagy felbontású érintőképernyővel rendelkezik az eszköz

A gyakorlati bemutatón szereplő konkrét ISOBUS gépkapcsolat felépítése is ismertette lett.

ISO = International Organization Standardization (Nemzetközi Szabványosítási Szervezet);

BUS = Binary Unit System (elektronikus csatlakozás adatátviteli célra).

Az ISOBUS adatok továbbítás és kezelése elsődleges célja, hogy általánosítsa a traktorok és mezőgazdasági eszközök közötti kommunikációt, miközben teljes kompatibilitást biztosít a különböző mobil rendszerek és irodai szoftverek adatkezeléséhez is. Használatával lehetővé válik az egyes munkagépek vezérlése, illetve az azoktól érkező adatok központi kezelése, feldolgozása.

Ezáltal egyetlen univerzális terminállal (ISOBUS UT) megoldható bármelyik gyártó ISOBUS-t támogató eszközének kezelése, beállítása.

ISOBUS adatátviteli rendszer:

Három fő egységből áll.

- 1. A traktoroldali TECU (Tractor Electronic Control Unit) modul, ez a traktor motorjának-, a sebességváltónak- és a hidraulika rendszernek a vezérlését és ellenőrzését végzi, egyben fogadja a munkagép oldali jeleket is.
- 2. A munkagép oldali ECU (Electronic Control Unit) modem, amely a munkagépen elhelyezett érzékelőket, szabályzókat foglalja magába, és jeleket továbbít a TECU számára.
- 3. A két modult köti össze az ISOBUS kábel, amely kilencpólusú dugaszokkal rendelkezik.

A technológia előnyei:

- Az univerzális terminál, ami a gyártótól függetlenül vezérli a munkagépet.
- Rövidebb átszerelési idő, könnyen kezelhető, nincsenek csatlakoztatási problémák.
- A különféle gépek és berendezések összekötése egyetlen szabványos, kilencpólusú csatlakozón keresztül megvalósítható.
- Költséghímélő, hiszen egy terminál is elegendő, ebből adódóan több hely marad a vezetőfülkében, javulhat a kilátás és a közlekedésbiztonság.
- Az ISOBUS rendszer alkalmazása előfeltétele a precíziós gazdálkodás kifogástalan dokumentálásának.

A bemutató gyakorlati része következett, amin egy mérleges műtrágyaszóró ISOBUS vezérlését ismerhették meg a résztvevők (17. ábra).

17. ábra ISOBUS-os mérleges műtrágyaszóró

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A résztvevőknek lehetőségük volt gyakorlatban is kipróbálni az ISOBUS kapcsolat kezelőjét egy betöltött táblahatár shape fájl megnyitása után. A foglalkozás elérte a célját, sikerült a résztvevők érdeklődését felkelteni a precíziós gazdálkodás és az ISOBUS technológia alkalmazásának irányába.

4.5. Az 5. bemutató „Permetező drón használata a gyakorlatban” 2024.09.11.

4.5.1. Előadók

Filkor Lajos, növényvédelmi drónpilóta

Filkor Ádám UAS megfigyelő

4.5.2. A program céljának bemutatása

Fő cél a gazdálkodók szemléletformálása, a mezőgazdasági dróntechnológiában, mint a precíziós gazdálkodás legdinamikusabban fejlődő ágazatában rejlő lehetőségek kihasználásának ösztönzése, segítése.

Fő téma és irányelv a mezőgazdasági drónok használatának szabályai, képzési lehetőségek, a permetező drónokban rejlő lehetőségek.

Bemutatók, gyakorlati foglalkozás

Permetező drón reptetése, szóráskép vizsgálata, térképező drón felvételei alapján készített repülési terv készítése feltöltése. Permetező drónok kiegészítő és kiszolgáló berendezéseinek használata, logisztikai problémák megoldása.

4.5.3. A program eredményének bemutatása

A drónos műveleti kategóriák kerültek először ismertetésre:

- Nyílt kategória
- Speciális kategória
- Engedélyköteles kategória

Ezek után a növényvédelmi drónpilóta szakképesítés megszerzésének folyamata került ismertetésre:

- A1-A3 felkészítő KAV on-line és KAV elméleti vizsga
- A2 felkészítő on-line pl. legter.hu és KAV elméleti vizsga
- Pilóta nélküli légi jármű irányítói igazolvány tanfolyam és KAV elméleti, gyakorlati vizsga
- Zöldkönyv
- Növényvédelmi drónpilót szakképesítés tanfolyam és szakképesítő vizsga

A gyakorlat során bemutatásra kerülő drónok legfontosabb tulajdonságai:

DJI Mavic 3 Multispectral: egy RGB-kamera és egy multispektrális kamera is elhelyezésre került hasznos tömegként a drónon. Képesek vagyunk nagy felbontású RGB-kamerával felmérni a területet, a felbontáshoz igazítva a kívánt repülési magasságot miközben a közeli infravörös tartományban készült felvételekkel analizálhatjuk a növényzetet. A precíziós gazdálkodás nélkülözhetetlen eszköze egy ilyen térképező drón, hiszen a térinformatikai szoftverekben elérhető műholdas felvételek sok esetben nem biztosítják a megfelelő felbontású felvételt.

A permetező drón számára a repülési tervet és a kijuttatandó dózist a térképező drón által készített multispektrális felvételekből alkotott NDVI index alapján készítjük.

A Pix4DFields szoftvert használtuk a repülési tervek elkészítéséhez (18-19. ábra).

18. ábra PIX4DFields szoftver bemutató

(Forrás: Saját fénykép 2024)



19. ábra NDVI készítés műholdas adatokból

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A multispektrális képalkotás során az elektromágneses spektrum különböző hullámhosszú tartományokban, a látható spektrumon kívüli közeli infravörös tartományokat is rögzítik a fényt.

A multispektrális felvételből származtatható vegetációs index segít azonosítani a problémás területeket a szántóföldön. Meghatározhatók a betegségek, kártevők, vízhiány vagy tápanyaghiány miatt stressznek kitett területek. Ez segíthet javítani a termés hozamot, a minőséget és a gazdálkodás eredményét.

A drónokkal végzett növényvédelmi munkák előnyei kerültek először bemutatásra:

1. Talajállapottól függetlenül alkalmazható
2. Kevesebb növényvédőszer felhasználás
3. Magasabb kultúrában is alkalmazható
4. Nincs taposási kár
5. A vízfelhasználás akár 95%-al kevesebb
6. A jobb vegyszereloszlást a rotorok által keltett légáram biztosítja
7. Csökken a növényeket érő stresszhatás
8. Szabálytalan geometriájú táblák esetén is alkalmazható
9. Kiváló marketinget biztosít a gazdaságnak
10. Vadkárelhárító szerek kijuttatására is alkalmas
- 10 + 1 Saját egészségünket jobban tudjuk óvni

Majd a drónokkal végzett növényvédelmi munkák hátrányait is megismerhették a résztvevők:

- Engedélyezett szerek alacsony száma
- Elsodródás veszélye, ha nem optimálisak a körülmények
- Magas beruházási igény
- Hatósági engedélyek megszerzése költséges (műveleti engedély, üzemeltetési eljárás)
- Magas birságok szabhatók ki a szabálytalan használatkor

Ezek után rátértünk a bemutató során használt DJI Agras T30-as drón és a hozzá tartozó kiegészítő eszközök bemutatására:

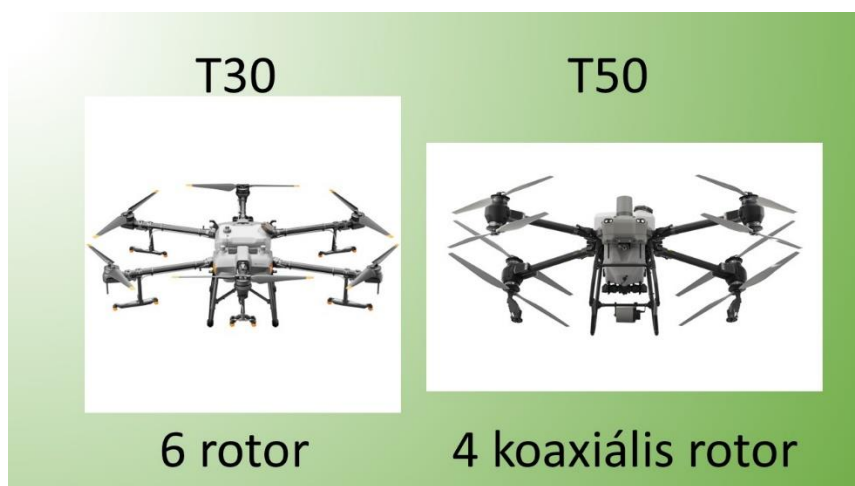
- Akkumulátorok
- Akkumulátor töltő
- Generátor
- Vegyszer keverő és adagoló
- Műtrágyaszóró adapter

Összehasonlítottuk a DJI Agras T30 és T50 mezőgazdasági permetező drónok alapvető különbségei, hogy a T30-as 6 rotoros, míg a T50-es 4 koaxiális rotorral rendelkezik (21. ábra). A technikai paraméterek (22. ábra) a felszállót tömeg (T30-as – 66,5 kg, T50-es – 100 kg) , valamint a teljesítményben van jelentős különbség (T30-as – 16 ha/h, T50-es – 21 ha/h).

A mezőgazdasági munka során lényeges az input kijuttatásához rendelkezésre álló tartály kapacitása. A permetlé tartály térfogata a T30-as esetében 30 liter, a T40-es esetében 40 liter. A műtrágya tartály térfogata estébe a T30-as 40-literes, aT40-es 75 literes tartállyal rendelkezik. Mindkét eszköz alkalmas granulátum szórására. A T30-as 1 t/h, míg a T40-es 1,5 t/h mennyiség kijuttatására alkalmas (22. ábra).

20. ábra DJI Agras T30 és T50 permetező drónok összehasonlítása

(Forrás: Saját szerkesztésű prezentáció diája 2024)



21. ábra DJI Agras T30 és T50 permetező drónok technikai paraméterei I.

(Forrás: Saját szerkesztésű prezentáció diája 2024)

Technikai paraméterek		
		
2858*2685*790	Méret [mm]	2800*3085*820
26,4	Tömeg, aksi nélkül [kg]	39,9
66,5	MTOW (max. felszálló tömeg) [kg]	100
16	Teljesítmény [ha/óra]	21
9	Munkaszélesség [m]	11
20,5	Max. repülési idő [perc]	20,5
36	Max. repülési sebesség [km/h]	36
8	Átfolyási sebesség [liter/perc]	16

22. ábra DJI Agras T30 és T50 permetező drónok technikai paraméterei II.

(Forrás: Saját szerkesztésű prezentáció diája 2024)

Technikai paraméterek		
		
30	Permetlé tartály térfogat [liter]	40
40	Műtrágya tartály térfogat [liter]	75
1	Granulátum szórás [tonna/óra]	1,5
29.000	Akkumulátor kapacitás [mAh]	30.000
1.000	Akkumulátor töltési ciklus	1.500
1280*720	Videó felbontás [pixel]	1280*720
nincs	Ortomozaik készítés	200 ha-nyi adat10 perc
hidraulikus	Cseppképzés	Mechanikus CDA

Az üzemeltetési nehézségek megbeszélése következett:

- Műveleti kategória: speciális
- Műveleti engedély szükséges (hagyományos vagy általános)

- Üzemeltetési kézikönyv szükséges
- Kockázatelemzés:
 - SORA (Specifikus működési kockázatelemzés) bonyolult
 - PDRA (Előre definiált kockázatértékelések)
 - Jellemző mérete max. **3 méter** és
 - Jellemző kinetikus (ütközési) energiája max. 34kJ
- Az exportált shape fájl fel lett töltve a permetező drón távirányítójába.

A kijuttatási tervet PIX4DFields szoftverrel állítottuk elő. Műholdas NDVI térkép alapján készített zónák segítségével határoztuk meg a változó dózismennyiségű permetezési térképet (23. ábra).

23. ábra DJI Agras T30 drónra készülő differenciált kijuttatási térkép

(Forrás: Saját szerkesztésű PIX4DFields projekt képernyőképe 2024)



A tervek elkészítése után a földterületen folytatódott a foglalkozás.

A Mydronespace mobilapplikáció segítségével megtörtént a műveletekhez szükséges légtér lefoglalása. Ezután a MYSELF protokoll szerint a biztonsági ellenőrzés.

Beállításra került a visszatérési magasság és rögzítésre került a HomePoint (RTH) (24. ábra).

24. ábra Bemutató repülés tiszta víz permetezésével

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A repülés során tiszta vizet juttatunk ki, a Pix4DFields programban elkészített terv alapján, differenciáltan.

A repülés előtt megbeszélésre került a Műveleti Engedélyünk tartalma, és az ide vonatkozó legfontosabb szabályok és előírások az LT-ME-054. azonosító számú Üzemeltetési Eljárásunkból:

4.5.4. Bemutató célú repülés

Az UAS-műveletre az UAS-üzembentartó által szervezett bemutató helyszínén kerül sor, rendszerint lakott területen kívül, ellenőrzött földi terület felett, legfeljebb 10 méter AGL magasságig. Amennyiben az UAS-műveletre lakott területen kerül sor, az kizárólag aktivált eseti légtérben történhet.

A bemutató repülések során növényvédő szer kijuttatást nem végeznek, csak vízzel szimulálják a permetezést.

Az UAS-műveletre DJI T30 típusú UA-val kerül sor.

4.6. UAS műveletekben részt vevő személyzet

Az UAS-műveletben részt vevő személyzet: 1 távpilóta és 1 fő megfigyelő személy.

4.6.1. Távpilóta neve: Filkor Lajos

Rendelkezik növényvédelmi drónpilóta képesítéssel, amelynek sorszáma: 0150006

Pilóta nélküli légi jármű irányítói igazolvány száma: HUN-TP-0248

A távpilóta szerepel a pilóta nélküli légi járművel történő légi-mezőgazdasági munkavégzésre jogosultak nyilvántartásában (a továbbiakban: mezőgazdasági pilóta nélküli légi jármű irányítói nyilvántartás).

Repülési tapasztalata: 1 év

Az UAS-üzembentartó értékelése szerint a távpilóta képzettsége és gyakorlata alapján megfelelően képzett és feladatai ellátásához (beleértve a kisebb karbantartásokat) elegendő üzemeltetési gyakorlattal rendelkezik.

4.6.2. Megfigyelő személy

Az UAS-műveletek során 1 fő megfigyelő személy kerül bevonásra, aki ellátja a 2.2.2. pontban foglalt feladatokat és aki az UAS-művelet végrehajtása előtt minden szükséges információt megkap a távpilótától.

A megfigyelő személynek az alábbi kompetenciákkal kell rendelkeznie:

- az operatív eljárások (normál, vészhelyzeti és sürgősségi eljárások, repüléstervezés, repülés előtti és repülés utáni ellenőrzések) ismerete;
- légiforgalmi kommunikáció folytatásának képessége;
- csapatmunka;
- helyzetismeret;
- adott esetben feladatkoordináció vagy -átadás.

Bármely körülmény fennállása esetén, amely nem teszi lehetővé az üzemeltetési eljárásban foglaltak betartását, az UAS-művelet nem hajtható végre.

25. ábra Bemutató repülés T30

(Forrás: Saját fénykép 2024)



A foglalkozás elérte a célját, sikerült a résztvevők érdeklődését felkelteni a precíziós gazdálkodás és a permetező drónok használatának irányába.

5. Következtetések és javaslatok

A dolgozatomban felvetett kérdéseimre a feldolgozás során megszülettek a válaszok, amik egyben javaslatok is precíziós technológiák hatékonyabb bevezetéséhez.

1. javaslat

Felvetett kérdés: A tervezett beszerzendő eszközpark mennyire alkalmas a hatékony technológiai átálláshoz?

Javaslat: Az eszközpark alkalmasnak minősíthető, de vannak hiányosságai.

Egy 25 ha-os területünket harmadik éve ketté osztva művelünk. A felét hagyományos forgatásos agrotechnológiával, a másik felét pedig MIN TILL technológiával. Ezen nem is kívánunk változtatni, hiszen kísérleti jelleggel gyűjteni akarjuk a hozam adatokat. Viszont az eke munkájának kiegészítésére egy homlokfüggesztésű szántáselmunkáló beszerzése javasolt a szántott terület azonnali lezárásához.

Fontos további eszköz egy automata talajmintavevő, valamint egy változó mélységű talajlazító, így talajszkenner segítségével valós időben megállapítható a talaj tömörödöttsége. Ezzel a módszerrel a hidraulikus mélységállítású talajlazítóval rendkívül költséghatékony lehet a művelet.

2. javaslat

Felvetett kérdés: Szükséges-e azon módosítani?

Javaslat: A módosítást tekintve az ötödik bemutatóban a DJI Agras T30-as és T50-es permetező drónok vonatkozásában egyértelmű, hogy az újabb fejlesztésű T50-est kell beszerezni. Ha a sok egyéb előnyt figyelmen kívül hagynánk a mechanikus cseppképzésű CDA szórófejek már önmagukban is eldöntenék a kérdést.

3. javaslat

Felvetett kérdés: A bemutatóüzemi foglalkozások témái mennyire felelnek meg a résztvevő gazdák igényeinek, melyek a leghatékonyabb módszerek az edukálásukra?

Javaslat: Elég egyértelmű, hogy a gazdák nyitottak az új technológiákra. A drónos előadások voltak természetesen a legnépszerűbbek. Amire figyelni kell, hogy olyan időszakokra tervezzük a későbbiekben a foglalkozásokat, amikor nincsenek mezőgazdasági idénymunkák.

4. javaslat

Felvetett kérdés: A menet közben szerzett tapasztalatok és megjelenő igények miként integrálhatók a programsorozatba?

Javaslat: A témák megfelelőek, de minden évben igazítani kell a tartalmat az újabb technológiákhoz, hiszen rendkívül gyors a fejlődés, főleg a szoftveres oldalon. A bemutatóüzemi foglalkozások során pedig növelni kell a gyakorlatorientáltságot.

5. javaslat

Felvetett kérdés: A dróntechnológia miként segítheti az intézményünk beiskolázási eredményeit?

Javaslat: Már most érzékelhető a fokozott érdeklődés intézményünk iránt a drónos marketingnek köszönhetően. Nyáron szerveztünk egy egyhetes „Szakmakóstoló” programot az általános iskolásoknak, ahol a fő tematika a drónokra épült. Hasonlóképpen az „Őszi pályaorientáció”-s programunkon is a drónok aratták a legnagyobb sikert. További teendők a drónflotta bővítése és a szoftveres háttér oktatása. Be kell vezetnünk a Növényvédelmi drónpilóta szakképesítés megszerzésére felkészítő tanfolyam szervezését. A vizsgáztatást már jelenleg is a KMASzC végzi.

6. Összefoglalás

Az oktatás és képzés kulcsfontosságú szerepet játszik az életkor és a precíziós gazdálkodás szélesebb körű elterjedésének elősegítésében. Különböző szintű képzések szükségesek a kezdőtől a haladó szintig. Az oktatási anyagokat az eltérő képességekhez és készségekhez kell igazítani, de tekintettel kell lenni a célcsoport életkorára is. A mezőgazdasági szakképzés növeli a precíziós technológia adoptáció valószínűségét. A gazdálkodók igénylik a gyakorlati képzést a precíziós technológiák gyakorlati megvalósításnak elsajátítására. Egy agrár szakképzést folytató intézmény vezetőjeként legfontosabb feladatom, hogy a magyar agrárium számára megfelelő kompetenciákkal rendelkező szakembereket biztosítsunk.

Úgy gondolom, hogy a precíziós technológiák hatékony oktatásával lehet biztosítani a megfelelő jövedelmezőséget az ágazatnak. Így tudunk hitelesek lenni a szülők és diákok felé és így nyerhetjük el a bizalmukat. A célcsoport a vidéki térségekben mezőgazdasági kkv-ként működő gazdasági szereplők vagy mezőgazdasági termelői tevékenységet végzők, vagy ezek vezető tisztségviselője vagy az általuk kijelölt alkalmazottja, tagja.

A képzés során a gazdálkodók életkorát is figyelembe véve alakítottuk ki a precíziós gazdálkodás bemutató üzemi foglalkozásokat. A tapasztalatok szerint a gyakorlati bemutatók a fiatal és az idősebb korosztály számára is megfelelő eszköz a technológia elterjesztésének elősegítéséhez. A program tervezésnél figyelmet fordítottunk az alapozó ismeretek átadására, majd a gyakorlati bemutatókkal próbáltunk megfelelni az új beruházásokkal megvalósítható elemek bemutatására, mint a drón használat a gyakorlatban, de nagy figyelmet fordítottunk azon elemekre, amelyek a már meglévő technológiába illeszthetők, mint az erőgépek felokosítása.

Egy 25 ha-os területünket harmadik éve ketté osztva művelünk. A felét hagyományos forgatásos agrotechnológiával, a másik felét pedig MIN TILL technológiával. Ezen nem is kívánunk változtatni, hiszen kísérleti jelleggel gyűjteni akarjuk a hozam adatokat. Viszont az eke munkájának kiegészítésére egy homlokfüggesztésű szántáselmunkáló beszerzése javasolt a szántott terület azonnali lezárásához.

Fontos további eszköz egy automata talajmintavevő, valamint egy változó mélységű talajlázító, így talajszkenner segítségével valós időben megállapítható a talaj tömörödöttsége. Ezzel a módszerrel a hidraulikus mélységállítású talajlázítóval rendkívül költséghatékony lehet a művelet. A módosítást tekintve az ötödik bemutatóban a DJI Agras T30-as és T50-es permetező drónok vonatkozásában egyértelmű, hogy az újabb fejlesztésű T50-est kell beszerezni. Ha a sok

egyéb előnyt figyelmen kívül hagynánk a mechanikus cseppképzésű CDA szórófejek már önmagukban is eldöntnék a kérdést.

A témák megfelelőek, de minden évben igazítani kell a tartalmat az újabb technológiákhoz, hiszen rendkívül gyors a fejlődés, főleg a szoftveres oldalon. A bemutatóüzemi foglalkozások során pedig növelni kell a gyakorlatorientáltságot.

Már most érzékelhető a fokozott érdeklődés intézményünk iránt a drónos marketingnek köszönhetően. Nyáron szerveztünk egy egyhetes „Szakmakóstoló” programot az általános iskolásoknak, ahol a fő tematika a drónokra épült. Hasonlóképpen az „Őszi pályaorientáció”-s programunkon is a drónok aratták a legnagyobb sikert. További teendők a drónflotta bővítése és a szoftveres háttér oktatása. Be kell vezetnünk a Növényvédelmi drónpilóta szakképesítés megszerzésére felkészítő tanfolyam szervezését. A vizsgáztatást már jelenleg is a KMASzC végzi.

7. Irodalomjegyzék

1. Abuova, A. B., Tulkubayeva, S. A., Tulayev, Y. V., Somova, S. V., & Kizatova, M. (2020). Sustainable development of crop production with elements of precision agriculture in Northern Kazakhstan. In A. B. Abuova, S. A. Tulkubayeva, Y. V. Tulayev, S. V. Somova, & M. Kizatova, *Journal of Entrepreneurship and Sustainability Issues* (Vol. 7, Issue 4, p. 3200). [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4\(41\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(41))
2. Birner, R., Daum, T., & Pray, C. E. (2021). Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges [Review of Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges]. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(4), 1260. Wiley. <https://doi.org/10.1002/aepp.13145>
3. Chowdhury, M. R., Sourav, M. S. U., & Sulaiman, R. B. (2023). The Role of Digital Agriculture in Transforming Rural Areas Into Smart Villages. In M. R. Chowdhury, M. S. U. Sourav, & R. B. Sulaiman, *Emerald Publishing Limited eBooks* (p. 57). <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-022-920231003>
4. Czinege E., Pásztor L., Szabó J., Csathó P., Árendás T. (2000): Térinformatikai alapokra épülő műtrágyázási szaktanácsadás. *Agrokémia és talajtan*, pp. 49:55-64
5. Györffy, B. (1999) A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. In: Nagy, J., Németh, T. (Eds.) *A talaj, növény és környezet kölcsönhatásai*, DE- ATC, 57-71.
6. Harnos Zs. (2007): In: *A precíziós mezőgazdaság módszertana*. (Szerk: Németh T., Neményi M., Harnos Zs.) JATE Press – MTA TAKI 2007. pp. 159-200.
7. J.B. Bancroft, A. Morrison, G. Lachapelle (2012): Validation of GNSS under 500,000 V Direct Current (DC) transmission lines, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 83, April 2012, pp. 58–67
8. Kumar, S., Karaliya, S. K., & Chaudhary, S. (2017). Precision Farming Technologies towards Enhancing Productivity and Sustainability of Rice-Wheat Cropping System. In S. Kumar, S. K. Karaliya, & S. Chaudhary, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* (Vol. 6, Issue 3, p. 142). Excellent Publishers. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.603.016>

9. Lénárt Cs. – Tomor T. (2007) A műholdas helymeghatározás (GPS) és a térinformatika (GIS) alkalmazása a mezőgazdaságban, In: Magyar Gazda Európában. RAABE Kiadó, Budapest.
10. Moore, I. D.; Gessler, E.; Nielsen, G. A.; Peterson, G. A. (1993): Terrain analysis for soil specific crop management. Second International Conference on Site-Specific Management for Agricultural Systems, pp. 27 – 51.
11. Munz, J., & Schuele, H. (2022). Influencing the Success of Precision Farming Technology Adoption—A Model-Based Investigation of Economic Success Factors in Small-Scale Agriculture. In J. Munz & H. Schuele, Agriculture (Vol. 12, Issue 11, p. 1773). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
<https://doi.org/10.3390/agriculture12111773>
12. Popp J. – Fazakas P. – Hollósi D. – Oláh J. (2017) A versenyképes mezőgazdaság, a földár és a föld jövedelemtermelő képesség összefüggései In: Gazdálkodás, 6/61. pp. 491-504.
13. Popp J. (2014) Hatékonyság és foglalkoztatás a magyar mezőgazdaságban In: Gazdálkodás, 58/2. pp. 173-184.
14. Shannon, D. K., Clay, D. E., & Sudduth, K. A. (2018). An Introduction to Precision Agriculture. In D. K. Shannon, D. E. Clay, & K. A. Sudduth, ASSA, CSSA and SSSA (p. 1). <https://doi.org/10.2134/precisionagbasics.2016.0084>
15. Takácsné György K. (2003) Precíziós növénytermelés növényvédőszer használatának gazdasági hatásai In: Gazdálkodás, 54./4. pp. 368-375.

Internetes hivatkozások:

Internet1 <https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/das-magyarország-digitalis-agrar-strategiaja>

Internet2 <https://www.agronaplo.hu/agrarhirek/20230426/5-europai-digitalis-innovacios-kozpont-indul-magyarorszagon-a-digitalis-atallas-tamogatasara-29290>

Internet3
<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1050&context=ageconworkpa>
p

Internet4 <https://academic.oup.com/erae/article/49/1/33/6030930>

Internet5 <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/50701000/cswq-0196-114689.pdf>

Internet6 <https://pure.sruc.ac.uk/ws/portalfiles/portal/17841209/14938.pdf>

Internet7 <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/agrarium-2023-vegleges-adatok>

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra	Az első bemutatóüzemi foglalkozás megnyitása	18
2. ábra	A beszerzésre tervezett precíziós eszközpark legfontosabb elemei	19
3. ábra	Térképező drónok bemutatása	20
4. ábra	DJI Agras T30 drón bemutatása	21
5. ábra	Táblahatár készítés QGIS szoftverrel	22
6. ábra	NDVI készítés QGIS szoftverrel	22
7. ábra	Növényvédelmi drónpilóta szakképesítés megszerzésének lépései	24
8. ábra	Repülési tervek készítése	25
9. ábra	Művelet előtti légtér foglалás	26
10. ábra	Térképező repülési művelet	26
11. ábra	Ortofotók készítése	27
12. ábra	Robotkormányzás működő makett	30
13. ábra	ISOBUS szimulálás dongle eszközzel	31
14. ábra	Robotkormány makett kipróbálása	31
15. ábra	ISOBUS elméleti előadás	33
16. ábra	Sorvezető kijelző menü bemutatása	33
17. ábra	ISOBUS-os mérleges műtrágyaszóró	35
18. ábra	PIX4DFields szoftver bemutató	37
19. ábra	NDVI készítés műholdas adatokból	37
20. ábra	<i>DJI Agras T30 és T50 permetező drónok összehasonlítása</i>	<i>39</i>
21. ábra	DJI Agras T30 és T50 permetező drónok technikai paraméterei I.	40
22. ábra	DJI Agras T30 és T50 permetező drónok technikai paraméterei II.	40
23. ábra	DJI Agras T30 drónra készülő differenciált kijuttatási térkép	41
24. ábra	Bemutató repülés tiszta víz permetezésével	42
25. ábra	Bemutató repülés T30	44
1. táblázat	Oktatott szakmák	12
2. táblázat	A tervezett bemutató üzemi foglalkozások	15

9. Nyilatkozatok

9.1. Nyilatkozat a dolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Filkor Lajos
A Hallgató Neptun kódja: H8I17V
A dolgozat címe: Precíziós gazdálkodás bevezetése a Közép-magyarországi ASzC Lipthay Béla Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Technikum, Szakképző Iskola és Kollégium tangazdaságában
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Szent István Campus
A konzulens tanszékének a neve: Precíziós Gazdálkodási és Agrárdigitalizációs Tanszék

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdonkezelési 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: Szécsény, 2024 év november hó 11. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Filkor Lajos (hallgató Neptun azonosítója: H8I17V) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre **javaslom** / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gödöllő, 2024. november 9.

Dr. Milics Gabor
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

10 Köszönetnyilvánítás

Ez úton is köszönöm az oktatóimnak és Dr Milics Gábor konzulensemnek, hogy az előremutató, rendkívül érdekes és hasznos tanácsaikkal egyengették utamat.

Azon leszek, hogy lehetőségeimhez mérten tovább adjam ezt az értékes tudást, mint oktató és folyamatosan fejlesszem intézményünk precíziós eszközparkját, mint iskolavezető.