

SZAKDOLGOZAT

Bozó Ákos

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Növénytermesztési tudományok Intézet
Mezőgazdasági mérnök alapképzési szak

Drónok helyzete és szerepe a mai modern növényvédelemben

Belső konzulens: Dr. Kovács Gergő Péter
általános és oktatási igazgató-helyettes

Belső konzulens
intézete/tanszéke: Növénytermesztési-tudományok

Külső konzulens: Gyovai Szabolcs
Planta Drone Kft. Ügyvezető

Készítette: Bozó Ákos

Gödöllő

2023

1	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	1
1.1	BEVEZETÉS	1
1.2	CÉLKITŰZÉSEK	2
2	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1	DRÓNOS ÉS A HAGYOMÁNYOS PERMETEZÉS JELENTŐSÉGE	4
2.2	PRECÍZIÓS MEGOLDÁSOK A NÖVÉNYVÉDELEMBEN	6
2.3	NÖVÉNYVÉDELMI GÉPEK MŰKÖDÉSE	8
2.4	DRÓNOS NÖVÉNYVÉDELEM HELYZETE	9
2.5	FELVÉTELEZŐ DRÓNOK, NDVI	12
2.6	PERMETEZŐ DRÓN FELÉPÍTÉSE	14
2.7	PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS NEMZETKÖZI HELYZETE	16
3	ANYAG ÉS MÓDSZER	20
3.1	KÍSÉRLETEM LEÍRÁSA	20
3.2	KÍSÉRLET KIÉRTÉKELÉSÉNEK MÓDSZERE	22
3.3	MONITORINGOZÁS	22
3.4	DRÓN TECHNOLÓGIA KÍSÉRLET	25
3.5	HAGYOMÁNYOS VONTATOTT SZÁNTÓFÖLDI PERMETEZŐ TECHNOLÓGIA KÍSÉRLETBEN	29
3.6	SZÁMÍTÁS MENETE	31
4	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	35
4.1	EREDMÉNYEK KIMUTATÁSA A VIZSGÁLT KÉT TECHNOLÓGIA KÖZÖTT	35
4.2	KIÉRTÉKELÉS	38
5	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	43
5.1	KÖVETKEZTETÉSEK	43
5.2	JAVASLATOK	44
6	ÖSSZEFOGLALÁS	46
7	IRODALMI JEGYZÉK	48
7.1	TANKÖNYVEK FOLYÓIRATOK	48
7.2	HTTP-S HIVATKOZÁSOK	51
8	ÁBRA ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK	53
9	MELLÉKLETEK	55
9.1	KÉPEK	55
10	KÖSZÖNET NYILVÁNÍTÁS	57
11	NYILATKOZATOK	58
11.1	HALLGATÓI NYILATKOZAT	58
11.2	KONZULENSI NYILATKOZAT	59

1 Bevezetés és célkitűzések

1.1 Bevezetés

Mezőgazdasági mérnök szakos hallgatóként mindig is érdekelt a növényvédelem és azoknak a technológiai része. Mivel mezőgazdaságban dolgozom, és fontos számomra a fenntarthatóság a minél egészségesebb élelmiszer, így nem volt kérdés számomra, hogy a lehető legaktuálisabb témát válasszam szakdolgozatom témájaként. Ez nem más, mint a drónnal történő növényvédelem és az ebben rejlő lehetőségek. Azért erre a témára esett a választásom, mert ez a technológia tart most ott jelenleg, hogy megfizethető áron maximális hatékonysággal el tudjuk végezni a növényvédelmi munkákat. Az 1980-as évek körül voltak már kísérleti pilóta nélküli légi járművek, amelyeket különböző mezőgazdasági problémák megoldására készítettek. Ilyen



*1. ábra A Yamaha Rmax munka közben belsőégésű motorral és helikopter formával. 2016, Fotó: Yamaha
(forrás: <http2>)*

például, amikor egy adott területet nehezen lehet megközelíteni időjárási vagy domborzati okokból, vagy egyszerűen nem lehet rá menni a talajra belsőégésű motorral hajtott géppel. A növényvédelmi munkát azonban el kell végezni. Ezek a drónok, amik az 1980-as években épültek még belsőégésű motorral hajtottak voltak. Az akkumulátorok fejlettségi szintje nem járt

még ott, hogy elektromos drónok repülhessenek, ezért belsőégésű motorral hajtották őket. Az első olyan permetező drón, ami már a pilótánélküli légitársaságok közé tartozott az R50 volt. Az R50-es 15 kg-os teherbírással rendelkezett. **http1**. A 2000-es évek elején viszont a drónoknál az üzemanyagtartályt felváltották a nagy teljesítményű akkumulátorok. A helikopter formát pedig négy és hat rotoros gép váltotta fel. A drónok fejlődése már az 1990-es (1.ábra) évekre visszamenőleg elindult. Ázsiában van a hazája - szinte az összes drón onnan származik - és úgy próbálják meghódítani Európát. Régebben azért nem volt olyan nagy jelentősége a drónoknak, mert egy részt nem voltak jelen Európában, másrészt nem rendelkeztek autonóm technológiával. Mióta teljesen autonóm technológiával rendelkeznek, azóta nagy teret



2. ábra DJI-T30 akkumulátorral felszerelt permetező drón. 2022: Fotó: Bozó Ákos, saját kép

hódítottak nem csak a növényvédelemben hanem az egész agráriumban is. (2.ábra). **http3**

A drónokat tudjuk alkalmazni növényfelvételezésre és állomány felvételezésre. Tudunk velük készíteni NDVI felvételeket és ezekből kijuttatási térképet szerkeszteni. A kijuttatási térkép alapján egy modern precíziós műtrágyaszóró kitudja adagolni a tápanyagot.

1.2 Célkitűzések

Bevezetésem elején már említettem, hogy fontos számomra az egészséges élelmiszer és a fenntarthatóság. Ezért szeretnék megbizonyosodni, hogy a drónnal történő növényvédelem mennyire hatékony és alkalmazható. Szakdolgozatomban össze fogom hasonlítani a

hagyományos permetezési technológiát a drónos technológiával. Érdekes az a megfigyelés, hogy míg a drón 8 l/ha mennyiséggel dolgozott, addig a hagyományos permetező 250 l/ha lé mennyiséggel, így kevesebb vizet használt el a természetből. A másik nagy különbséget jelentheti a taposási kár. A dolgozatomban megvizsgálom és összehasonlítom, hogy az előző szempontok alapján melyik a hatékonyabb. A szempontok sorában fontos, hogy sürgősen ne terheljük a környezetünket, például a hatékonyság érdekében csak oda permetezzünk, ahová szükséges. Célom tehát a szakdolgozatomban, hogy minden olyan lehetőséget, ami a hatékonyságot tudja növelni - egy hagyományos szántóföldi permetezőgéphez képest - azt bemutassam, és adatokkal alátámasszam. A drónoknak nem csak a permetezésben, de a monitorozásban is hatalmas szerepük van. Az idei évtől (2023) életbe léptek az aktuális törvényi és jogi szabályozások a drónok használatában. Jelenleg van lehetőség drónos növényvédelmi engedély megszerzésére. Magyarország a képzésben élen jár, szabályozása az uniós jognak megfelelő. Mivel ezek a lehetőségek az idei évtől adóttak, így valószínű, hogy emelkedni fognak a drónos permetezések és felhasználók száma. A növényvédőszer gyártó cégek már több éve elkezdték vizsgálni szereiket arra, hogy hogyan lehet drónnal is kijuttatni. A kérdést a gazdatársadalom is nagy figyelemmel kíséri és várja a pozitív eredményeket. Jelenleg ez a technika az egyik legaktuálisabb a mai modern növényvédelemben így ezért is választottam ezt a témát. **http4** Ahhoz, hogy a mért adatokat ki tudjam egészíteni a gazdatársadalom véleményével, készítettem egy 14 kérdésből álló kérdőívet, amit az anyag és módszer, illetve az eredmények és értékelések részben fogok részletezni. Így feltudtam mérni azt, hogy mennyire vannak tisztában az emberek ezzel a technológiával és hogy látják-e ennek a technológiának a jövőképét.

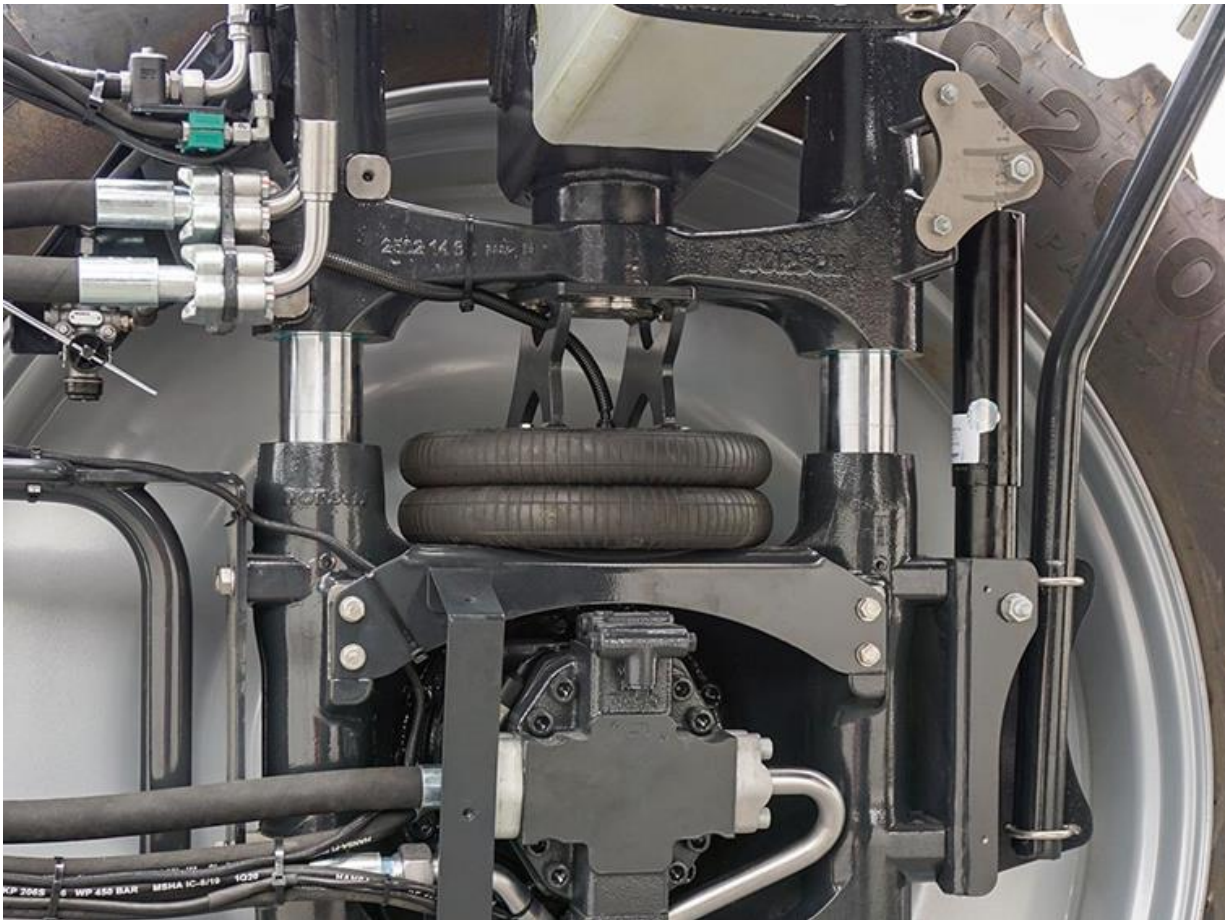
2 SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Drónos és a hagyományos permetezés jelentősége

A szakirodalmi áttekintésben szeretném bemutatni a két technológia közti különbséget, azoknak az eredményeit, illetve azt, hogy most jelenleg hol tart ez a két technológia. A növényvédelem mindig is jelen lesz az intenzív növénytermesztésben. Ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű élelmiszerral tudjuk ellátni a világot, folyamatosan növekvő termés mennyiségre van szükség. Az ENSZ adatai szerint 2022-ben a föld elérte a 8 milliárd főt. **http5** Ez azt vetíti előre, hogy nagy léptékben növekszik a népesség, és ehhez kell megfelelő mennyiségű élelmiszer alapanyagot előállítani. 2050-re akár 9 milliárdra is emelkedhet a népesség és az egy főre jutó kalória bevitel akár 20%-kal is növekedhet és ebből adódóan az élelmiszer mennyiség szükséglet is 50%-al növekedni fog. **http6** Ebből adódóan meg kell céloznunk azt, hogy a lehető legjobban tudjunk termelni a lehető legjobb minőségben és mennyiségben, hogy el tudjuk látni a növekvő népességet. Itt jelennek meg az új technológiák. Kiemelt szerepet játszik a növénytermesztésben a növényvédelem, ugyan is, anélkül nem tudunk megfelelő termés mennyiséget elérni. Ahhoz, hogy minél kisebb termés kiesést tudjunk elérni a területünkön, meg kell próbálni új alternatív technológiákat találni a növényvédelemben, és itt következik be egy új technológiai elem, a Drónok szerepe.

Szakedolgozatomban, azt fogom megvizsgálni, hogy egy hagyományos növényvédelmi géppel és egy drónnal mennyire tudjuk lecsökkenteni a veszteséget a növényvédelemben, és mennyi plusz termést tudunk megtartani magunknak és a világnak. Nem a növényvédőszer hatékonyságát fogom nézni, - mivel sajnos amikor a kísérletet szerettem volna csinálni, még nem lehetett drónnal növényvédőszer kijuttatni - hanem elsősorban a taposási kárt, a lé mennyiséget, a területteljesítményt, és annak közgazdasági nézetét. A korszerű, modern növényvédő gépgyártók rengetek új megoldást kínálnak a hagyományos szántóföldi növényvédő gépekhez, melyek segítségével a kultúrnövények kártevői és kórokozói elleni védekezés is főszerepet kap. De alkalmas akár talajbaktériumok, lombtrágyák kijuttatására is, legyen akár drón vagy hagyományos permetezőgép. Fontos mindkét technológiánál, hogy környezetkímélő és fenntartható legyen. Végezze hatékonyan a feladatát mind két technológia. A fejlesztések egy része a területteljesítmény fokozása érdekében történik. A nagyobb tartálytérfogat csökkenti a feltöltések és az állások számát. Nagy hangsúlyt tesznek az

elsodródás elleni védelemre és az automatizálásra. Fontos kiemelni a futóművek és rugózások szerepét is. Ugyanis minél jobb egy permetezőgép rugózása, annál jobb a keret stabilitása, következésképpen tökéletesebb a szóráskép, ezért hatékonyabb. Általában pneumatikus és



3.ábra Az önjáró hidas permetezőgépeknél ilyen egyedülálló légrúgót használnak. 2021, Horsch, forrás: <http7>

hidropneumatikus rugózást használnak (3. ábra). **(Pepó et.al, 2019)** Manapság már a permetezés technológia olyan fejlettségi szinten van, hogy már kamera alapon is tudunk növényvédelmet folytatni. A kamera a munkagép elejére van felhelyezve, ami adott méretű területről felvételt készít. Ezt az erőgépben található terminál elemzi, gyomtérképet készít, megjeleníti, és ez alapján végzi a növényvédelmet. **(Lehoczky,2010)** Tápanyagutánpótlás szinten is nagy előre lépés van, ma már egy pertemezőgépre fel lehet szerelni nitrogénindex érzékelő szenzort, amely a növény fejlettségi és tápanyag ellátottságát figyeli. NDVI értékűek ezek az adatok, ezt a szoftver folyamatosan figyeli, dolgozza fel, és ezek az információk alapján vezérli a permetezőgépünket vagy a műtrágyaszóró gépünket. Ha zöld az érték azt jelenti fejlett a növény, ha sárga akkor pedig fejletlen, tehát több tápanyagot igényel. **(Tamás,2020)**. Távérzékelés hiányában ezeket a rendszereket, nem fogjuk tudni használni. A távérzékelés egy olyan adatnyerési forma, amely elektromágneses energia közvetítésével történik a földfelszíni

objektumokról. Ezek a távérzékelési rendszerek a növényeink teljes fejlődési állapotáról, vitalitásáról, illetve a növényekben keletkezett tápanyag és víz ellátásáról is képes nekünk jelentést készíteni. (*Verőné és Végső, 2010*) A mai modern növényvédelemben már a drónoknak nagy szerepük van. Úgy tervezték meg ezeket a drónos növényvédelmi permetezőgépeket, hogy pontosak és precízek, amik nagy mértékben hozzájárulnak a fenntarthatósághoz. Kis méretük ellenére pontos adagolásra képesek, és még vegyszercsökkenést is el tudunk velük érni. (*Daniel L., J. Agnishwar, R. Vijayakumar, 2023*) Ma már a mai modern mezőgazdaságban a növények betegségeit teljes nyomon követéstől a növekedésen át tudjuk drón technológiával végezni. A multispektrális kamerákkal felszerelt drónok, nagy felbontású képeket tudnak készíteni, amely segítségével figyelemmel tudjuk kísérni az adott területet akár öntözés akár tápanyagutánpótlás oldalról. Ezeket a képeket GIS alapú szoftverek dolgozzák fel, hogy a lehető legpontosabb térképeket kapjuk meg. (*Muzakkir et.al, 2023*) Ma már a technológia ott tart, hogy a peszticidek drónnal történő kijuttatása minden körülmények között lehetséges, főleg, ahol a terület nagyon dombos. Ökológiai lábnyomunkat pedig tudjuk csökkenteni ezzel a technológiával úgy, hogy alacsonyabb magasságból permetezünk. Ázsiában tudósok már tanulmányozták, hogy különböző permetezési munkamagasságokban és különböző növényvédőszer koncentrációi milyen hatékonyságúak. Végső soron arra jutottak, hogy tudják csökkenteni a talajban lévő vízszennyezést, illetve a ráfordítási költségeket. (*Gopal és Purba 2020*) Szántóföldi permetezőgépeknél, bele értve az önjáró permetezőgépeket is, a szórófejek jellemzően egy mágnes szelepes csepegésgátlóval vannak felszerelve. Ez azért szükséges, hogy amikor nem permetezünk vagy fordulunk a tábla végén akkor ne szennyezzük még pluszba a környezetet. Ne menjen el felesleges permetszer, így a környezetet is védjük. Ma már előírás is a csepegésgátló. Egy modern precíziós permetezőgépbe már mindegyik fűvókát egy szenzor figyel, hogy megfelelően tudjuk menetközben ellenőrizni a terminálról, hogy dolgozik-e rendesen vagy ne talán el van dugulva. A fűvóka osztás általában 50 cm szokott lenni, de vannak már olyan szántóföldi permetezőgépek, amelyeken 25 centiméterenként vannak a fűvókák, így sokkal nagyobb átfedést tudunk elérni, és közelebb tudjuk engedni a célfelülethez a keretet. (*Pepó et.al, 2019*)

2.2 Precíziós megoldások a növényvédelemben

Ma már a szórókeret, a szakaszolás és a szórófejek kapcsolása alapvető a mai modern növényvédelemben. Ezek DGPS vagy RTK GPS kapcsolattal működnek a permetezők termináljáról vagy az erőgéptermináljáról ISOBUS-terminálokról vezérelhető. Mi is az az ISOBUS? Olyan vezérlési mód, amely megfelel az ISO 11783 szabványnak és az erőgép és a

munkagép közti kommunikációt végzi, így nem kell plusz monitor, hanem ha kompatibilis az erőgépünk monitorja akkor arról tudjuk kezelni a munkagépünket. Ma már szinte egy permetező drón meg egy szántóföldi permetezőgép ugyan azt a precíziós vezérlést tudja.



4. ábra Légzsákos permetezőgép működés közben. 2021, Hardi, Forrás: <http8>

Mindegyik ki jelzi a tartálytelítettséget, mennyi ideig elég még a bekevert oldat, szakaszolásokat, mosási programokat, szórókeret vezérlést, de akár térkép alapú kijuttatásra is képesek, vagy akár spot spraying az az gyomfelismerő rendszert is képesek vezérelni. Szántóföldi permetezőgépnél, hogy csökkentsék az elsodródást és nagyobb szélesség mellett is lehessen növényvédelmet végezni lehet alkalmazni légzsákos (4.ábra) szántóföldi permetezőgépet így a másik előnye, hogy a levelek fonákja is megfelelő mennyiségű vegyszerborítást tud kapni. Fúvókák használatánál a drón és a szántóföldi permetező mind felfogatásban, mint méretben meg egyezik. Legjobban elterjedt a légbeszívásos fúvóka, aminek a jellemzője, hogy egy buborékcseppeket képez, és így kisebb lesz az elsodródás, amikor a permetlé oda ér a növényre a permetlé nagyon jól szétterül az egész levélzeten így nagyobb a hatékonyság. (*Pepó et.al 2019*) Napjainkban már beszélhetünk precíziós vegyszeradagolásról is, ami azt jelenti, hogy nincs előre vegyszerbekeverés, csak is a kijuttatás pillanatában keveri a permetezőgép a növényvédőszer a vízhez. Ez már ma is alkalmazható, mint változtatható dózisú kijuttatás. Az előnye pedig abból származik, hogy egyrészt vegyszert takarítunk meg,

nincs vegyszer maradék, és a növényvédőszer kezelése zárt, ezért kisebb az egészségügyi kockázata, ami nem utolsó szempont. Ma már automata kormányzási rendszereket, használnak, így nincs szükség művelő nyomra se. a kezelő jobban tud figyelni az egész permetezőgépre, és ezenkívül a szórókeret szakaszolást is ezek a rendszerek végzik. Ugye ez azt jelenti, hogy a permetezőgép a le permetezett szakasz felé ér akkor automatikusan kapcsolja le a szakaszokat, hogy oda már ne juttasson ki. Így 5-10%-os megtakarítás is elérhető. Ez a technológia már a drónoknál is elérhető. Manapság már alkalmazható, mint drónra, mind hagyományos szántóföldi permetezőgépre, hogy térkép alapján juttassuk ki a növényvédőszer. Előnye az, hogy táblán csak a fertőzött tábla foltokat kezeljük. Ez GPS-el vagy drónnal előzőleg felmért területeken valósítható meg, és használatkor csak az automata szakaszolást használja a rendszer. Ide tartozik még a differenciált növényvédőszer kijuttatás, amit azt teszi lehetővé, hogy figyelembe veszi a talajadottságot és az alapján fújja ki a szert, például talajkötöttség esetén, ahol alacsonyabb ott kevesebb dózis kerül a területre. (*Pepó et.al, 2019*) A precíziós növényvédelem, mint többi más precíziós folyamatokhoz képest három fő pontot foglal magában.

Első a növényi károsítókkal lévő adatok.

Második a térinformatikai adatfeldolgozás és elemzés

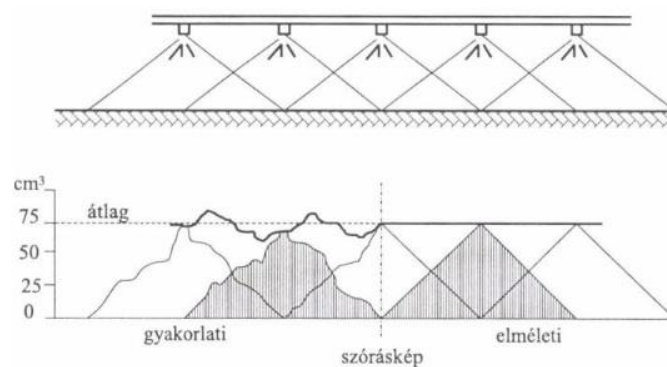
Harmadik az automatizált helyspecifikus és terepi munkavégzés.

Precíziós növényvédelem úgy is értelmezhető, hogy döntéstámogatási rendszer térinformatikára alapozva, ami figyelembe veszi a termőhelyen előforduló károsítók térbeli heterogenitását. Így különbözik, a régebbi homogén kezelést alkalmazó gazdálkodástól. (*Reisenger et.al, 2007*)

2.3 Növényvédelmi gépek működése

A növényvédelmi eljárásokat a legnagyobb gyakorisággal szántóföldi permetezőgéppel juttatjuk ki a földterületre. A növényvédőszeret leggyakrabban felhígítva mint oldat vagy emulzió, szuszpenzió, illetve por vagy granulátum készítmény formájában használjuk fel. Növényvédelmi technikai módszerek között a leggyakrabban használt a permetezés, ahol a cseppeknek több mint nyolcvan százalékának 150-750 µm közöttinek kell lennie a megfelelő hatékonyság miatt.

A cseppképzés kis bar nyomásig, ami maximum 5 bar, közepes nyomás 5-15 bar közötti, és e felett pedig nagy nyomásnak számít. A cseppképzés módja lehet hidraulikus, pneumatikus, mechanikus. (Szendrő et. al 2000) A növényvédőgépeknek ma már olyannak kell lenni, hogy a gépkezelő az ülésből és a fülkéből rá tudjon látni mindenre. Folyamatosan tudja ellenőrizni munkaközben a gépet, azért, hogy minden biztonságosan üzemeljen. A gépek feltöltése, illetve a tartályból az oldat leengedésére a permetezőgép legyen egyszerű és ami a legfontosabb biztonságos, ami azt foglalja magába, hogy a töltésszint jelző legyen jól látható, oldat leengedéskor ne fröcskölje le az embert és a névleges és a teljes feltöltési mennyiség között kielégítően nagy különbség legyen. (Szendrő et.al, 2000) Minden növényvédelmi gépnek a tartályának olyan kialakításúnak kell lenni, hogy a permetlé egyenletes eloszlása mindig biztosítva legyen és a lerakódást elkerüljük a tartályban. Ezek előírások is egyben, azért, hogy az egyenletes keresztirányú eloszlás meg legyen, illetve, az egyenletes hosszirányú eloszlás is. A növényvédelmi gépet rozsdamentes fém vagy műanyag tartállyal kell szerelni. (Szendrő et.al, 2000)



136. ábra. Síkpermetezők szórásképe

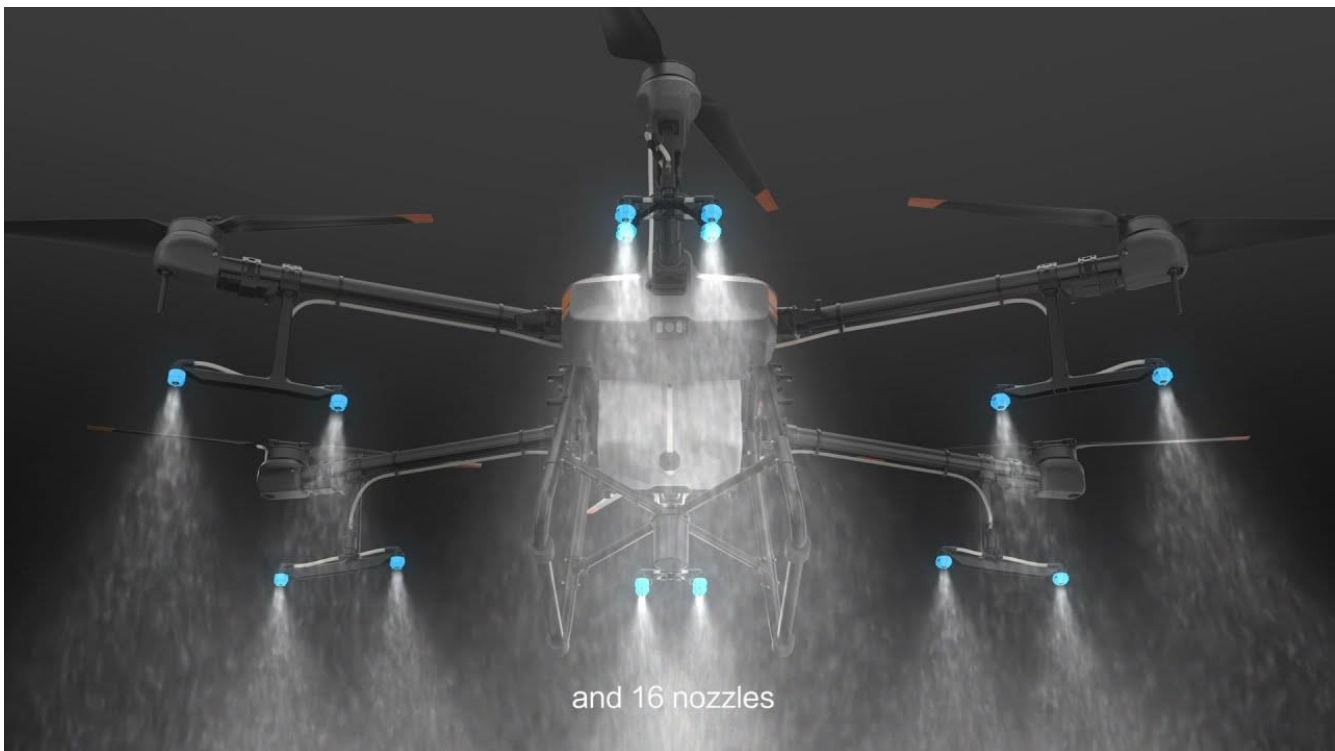
5. ábra A hagyományos szántóföldi permetezőgép szórásképe 2000, Szendrő et.al

2.4 Drónos növényvédelem helyzete

Szakmai szóval élve ezeket az eszközöket pilóta nélküli légitáncműnek nevezzük. Ezek egyre nagyobb fontosságúak az egész világon, ugyan is az új Európai Zöld megállapodás egyik alappillére a Termelőtől a Fogyasztóig Stratégia. Ugyan is, ezekkel pilóta nélküli légitáncművekkel, sokkal kevesebb növényvédőszer szükséges így tudjuk csökkenteni a környezetterhelésünket, illetve inputanyagot is meg tudunk spórolni. A pilóta nélküli légitáncműveknek még számos előnye van. Biztonsági előnyként nem szabad elmenni az mellett, hogy mivel ezek a légi járművek kisebb súlyúak, mint egy hagyományos permetezőgép, így a másokat fenyegető kockázatot mindenképp csökkenteni tudjuk, hiába, hogy felettünk repülnek.

Környezetvédelmi szempontból a hatékony növényvédőszer használat, így kevesebb vegyi anyagot kell kijuttatnunk a területre ez által még költséget is tudunk csökkenteni. Ha azt nézzük, hogy talajállapottól függetlenül tud repülni, akkor konkrétan legyen az bármilyen kedvezőtlen időjárás megfelelő helyen és időben el tudjuk végezni a munkaműveletet a területen, anélkül, hogy várnunk kellene míg meg szikkadjon a talaj felső rétege, hogy rá tudjunk menni a hagyományos permetezőgéppel. (Kelly et.al, 2015)

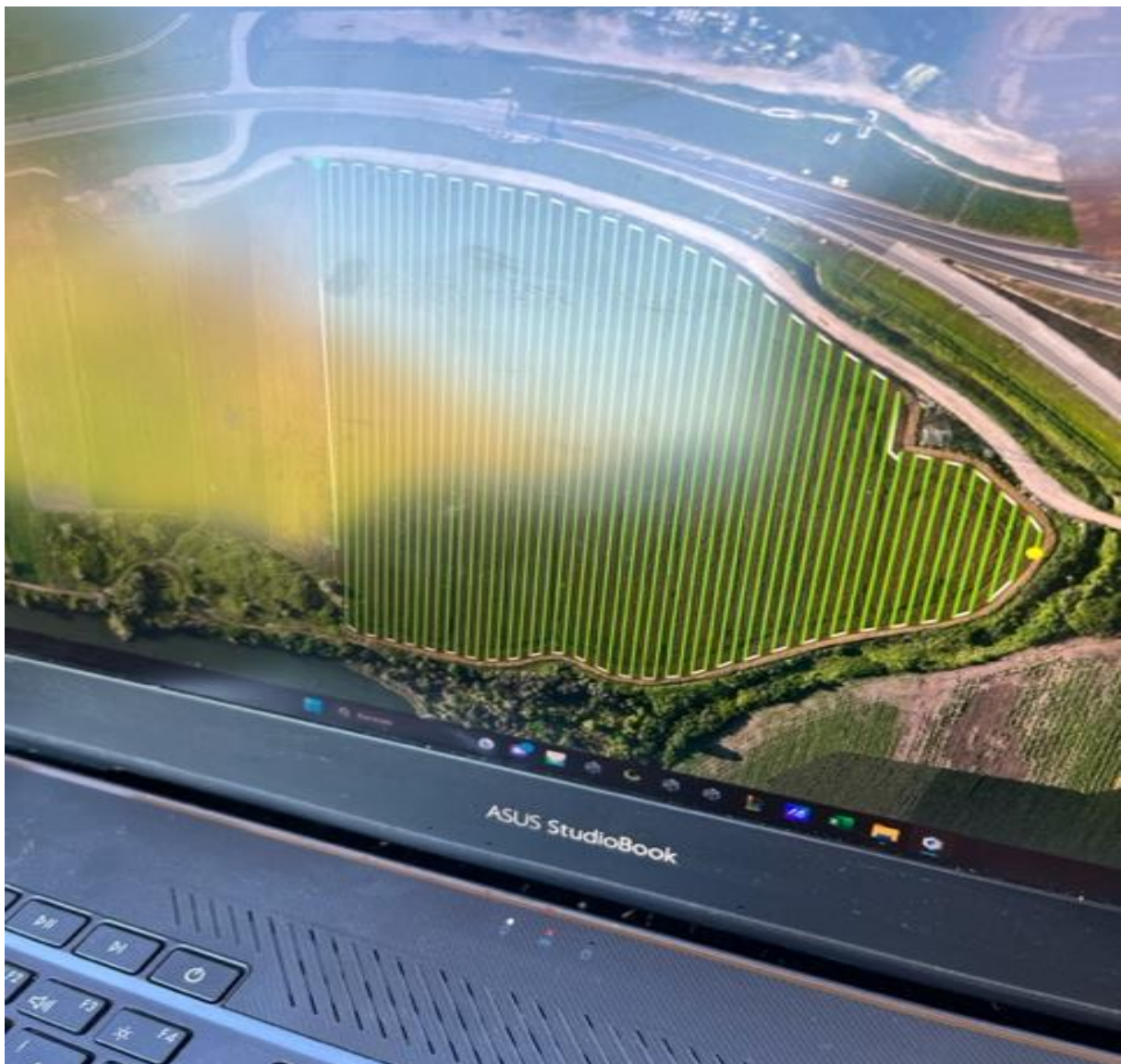
Ezért kezd egyre jobban előtérbe kerülni a drónos növényvédelem. Egyelőre Magyarországon árutermelési és szolgáltatási célú drónos növényvédelmi tevékenység még nem használható. A szabályozás folyamatosan változik és lesz előrelépés. Ahhoz, hogy egyáltalán hozzá lehessen nyúlni a pilóta nélküli légi járműhöz, típusminősítést kell végeztetni, amit a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem végez. Folyamatosan zajlanak a típusminősítések, konkrétan ez egy olyan minősítés, mint egy személyautónál a forgalmi engedély.



6. ábra DJI T 30-as drón szórásképe látható Hrp Europe KFT, 2021 Forrás: <http9>

Ezek mellett csak olyan ember végezhet mezőgazdasági repülést, aki szerepel a mezőgazdasági pilóta nélküli légi jármű irányítói nyilvántartásban. Ehhez az szükséges, hogy el kell végezni a mezőgazdasági növényvédelmi drón pilóta képzést és kérvényezni kell a nyilvántartásba vételt. **http10** Láthatjuk, hogy elég nagy szabályozása van a mezőgazdasági növényvédelmi drónozásnak, de kell is, mert sokkal összetettebb, mint egy szántóföldi növényvédelmi gép kezelése. Elsősorban tisztábban kell lenni a repülés szabályaival, légtérhasználattal kapcsolatos

információkkal. Sokkal nagyobb az elsodródás veszélye, ezért tisztában kell lennünk, hogy milyen szél mellett engedjük felszállni a drónt és növényvédelmi tevékenységet végezni. Jelenleg drónnal csak olyan növényvédőszer juttathatók ki, amelyek engedélyezettek légikijuttatásra. 2023 augusztusában lett az első növényvédőszer engedélyezve drónra még pedig a Mospilan 20 SG rovarölőszer de csak meggyben és dióban alkalmazható, melyben elsősorban a cseresznyelégység és nyugati dióburok fűrólégység ellen lehet védekezni. Szigorú előírások mellett lehet a tevékenységet folytatni. [http11](#), [http10](#) Ahhoz, hogy ténylegesen tudjunk végezni növényvédelmet pilóta nélküli légi járművel, kell teljesíteni egy művelési



7. ábra A drón repülési útvonala látható a képen.2023 Bozó Ákos

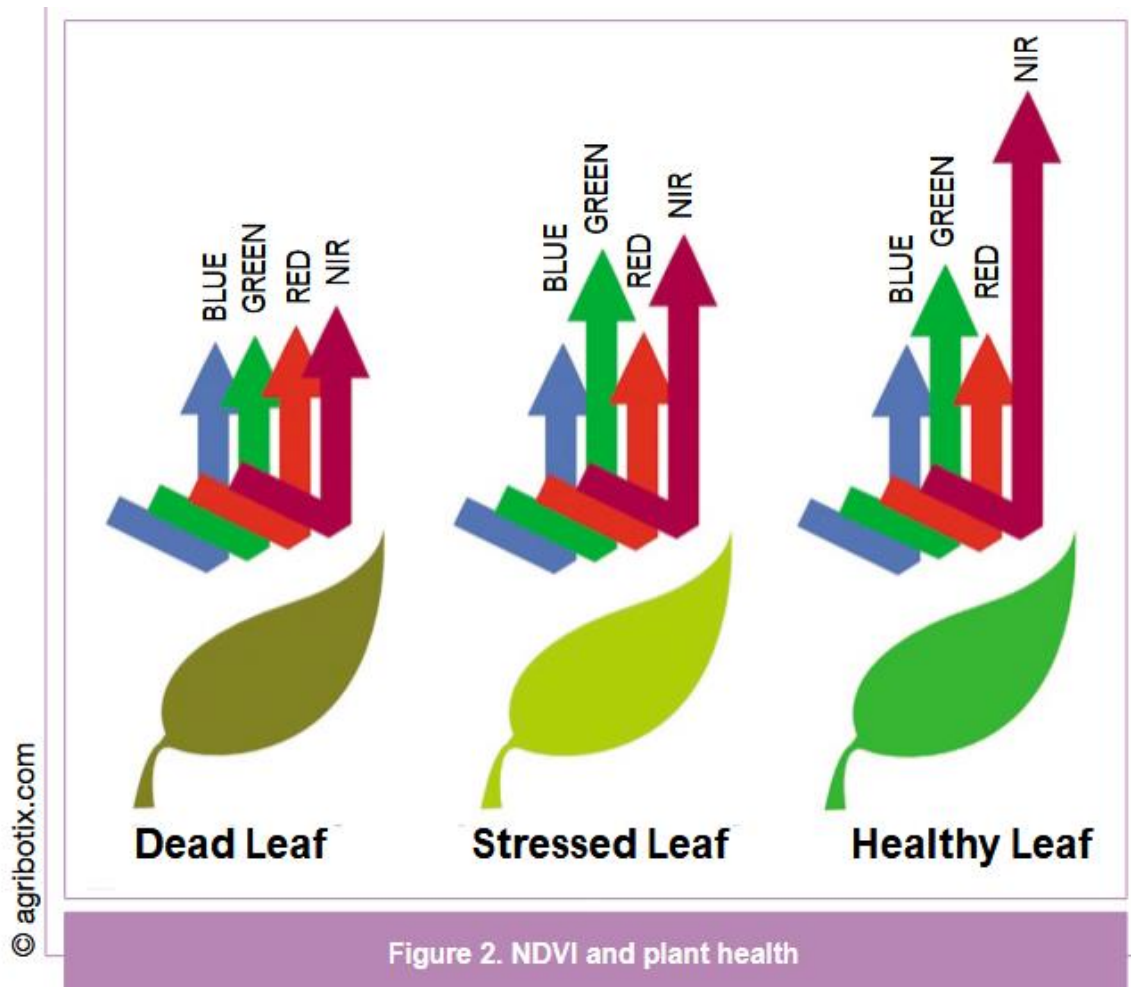
engedélyt vagy LUC-tanúsítványt. Mivel a drónos növényvédelem egy speciális növényvédelem, így ezért szükséges hozzá ezeknek az engedélyeknek a megléte. Röviden annyiban különbözik a kettő, hogy a művelési engedély az 2 évig érvényes, míg a LUC az

visszavonásig. A műveleti engedéllyel az országhatárt nem lehet átlépni a Luc-al igen, és az egyik fontos kitétel, hogy a LUC engedély megszerzése sokkal időigényesebb és nehezebb. A LUC vagy másnéven „Light UAS Operator Certificate” magyarra fordítva könnyű pilótanélküli légitársaság üzemeltető tanúsítvány. **http12** A drónokat nagyon sok területen használják manapság, hadsereg, humanitárius segítségnyújtás és katasztrófák ellen is. A FAO 2016-os felmérése alapján a mezőgazdasági drónok a piacon 32,4 milliárd USA dollár értékben vannak jelen. A leglényegesebb talán az, hogy egy kamera képes milliányi adatot és képeket elemezni, és ezeket később információ kincsé alakítani. (*Gerard et.al, 2018*) A drónokat nem csak a növényvédelemben alkalmazzák, ha nem a felvételezésben is nagyon fontos szerepet játszik. Például ahhoz, hogy egy növényvédelmi drón a legpontosabban tudjon haladni, ahhoz előtte egy felvételező drónnal fel kell venni a területet, ami meg adja, hol van a föld széle, akadályok a drónnak, hogy teljesen automatán tudjon repülni, amit az én kísérletemben is alkalmaztunk (11.ábra). Növénytermesztésben a precíziós gazdálkodásban van nagyon fontos szerepe, ahol a szenzor adatokat és a képalkotást egy valós idejű adatokkal kombinálja, hogy a szántóföldi térbeli változékonyság feltérképezését javítsa. A drónok által gyűjtött adatok biztosítják az adatokat a gazdaságoknak. A precíziós gazdálkodás támogatása során a drónok képesek akár a talaj teljes egészségi állapotát felmérni, de figyelemmel tudjuk kísérni akár a növény egészségügyi állapotát, de akár öntözési tervekben tervezésében, vagy akár műtrágya-tápanyag kijuttatásban és becslések készítésében is. Ami a legfontosabb, hogy ezek az adatok más adatforrásokkal és elemzési megoldásokkal együtt teljes mértékben használható információkat adnak. (*Gerard et.al, 2018*)

2.5 Felvételező drónok, NDVI

A felvételező drónok, mint például a Dji Agras MG-1 a multispektrális és hiperspektrális kamerájával segít a normál differenciált vegetációs index NDVI kialakításában, térképek előállításában, amelynek a segítségével meg tudjuk különböztetni az adott talajfelszínen felismerhető stressz alatt álló növényeket. A termesztési szakaszok megkülönböztetésére szolgál. Ezekből az összefüggésekből vannak a terméshozam és a termés bizonyos szakaszaiban mért NDVI adatok. A növény növekedésének nyomon követése kulcsfontosságú ugyan is nagyon pontos becslést tud adni a terméshozam növekedése céljából, illetve, ha valamilyen betegség üti fel a fejét akkor a korai problémákat időben tudjuk kezelni.

De ezek az NDVI adatok más indexekkel akár termés-vízstressz mutatókkal kombinálva a lombkorona klorofilltartalom indexet is tudja elemezni. Az NDVI alapelve, hogy a levelek a közeli infravörös tartományban (ennek a másik neve a NIR) nagyon sok fényt vernek vissza. Amikor a növény levelei kevesebb NIR-fényt vernek vissza, de ugyanannyi fényt is ver vissza a látható tartományban. Ennek a matematikai kombinációja tud segíteni abban, hogy a növényt a nem növénytől megkülönböztetjük, illetve a beteg növényt az egészséges növénytől. Ezt egy ábrával is szeretném szemléltetni (8. ábra.) (Gerard et.al, 2018)



8. ábra NDVI működése 2017 agribotix. Forrás: [http12](http://12)

Ezen kívül a drónoknak még számos előnye van, mint növényvédelemben mint az egész agráriumban.

- a) Optimalizálni tudjuk a vetőmagot, műtrágyák és növényvédőszerk használatát így nagy mértékben csökkenteni tudjuk a környezeti lábnyomunkat azáltal, hogy visszaesne a termelés.

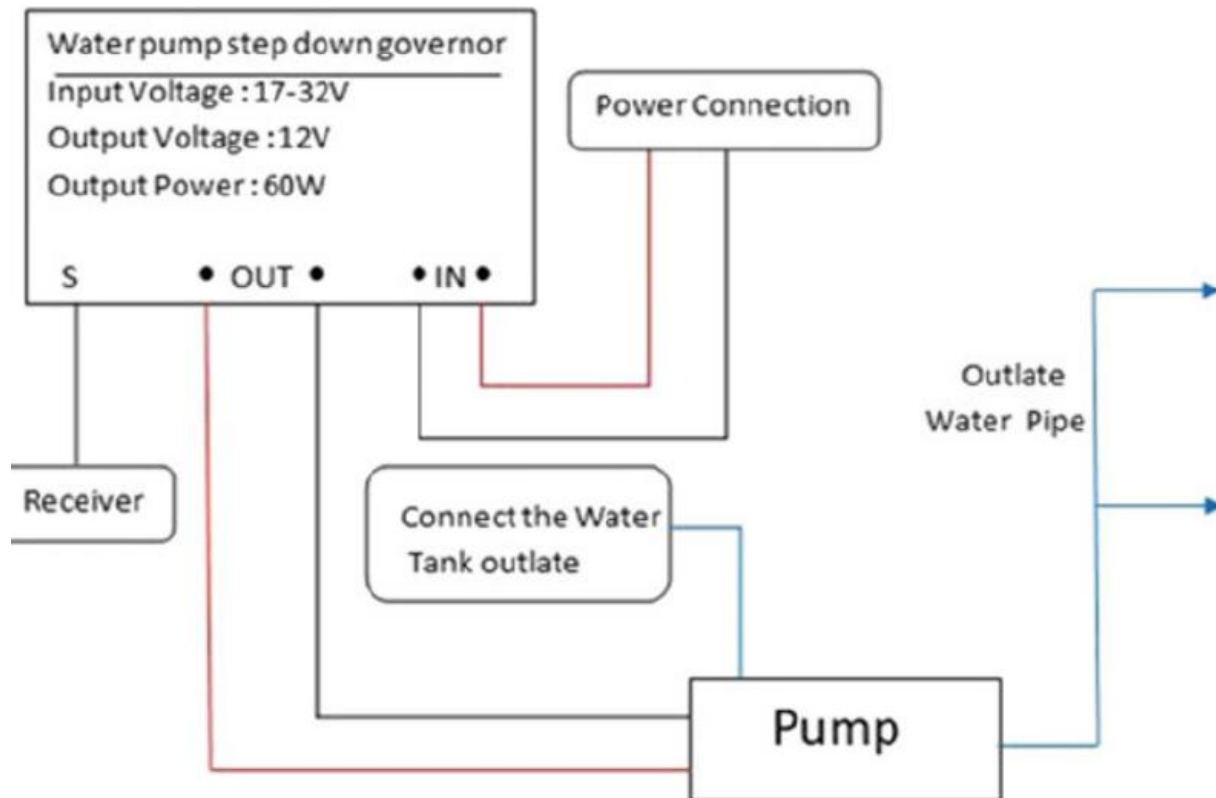
- b) Gyors, azonnali beavatkozást tudunk végezni például a növényvédelemben, hiszen egy nagy eső után vagy vizes területen akár több napot várnunk kell, hogy a talajfelszín száradjon, hogy rá tudjunk menni a talajra, drónnál ez nem lényeg, a növény száradása után akár azonnal be tudunk avatkozni.
- c) Időt tudunk megtakarítani a növények feltérképezésében. Megkönnyíti számunkra a döntéshozatalt. A monitoringozás követően gyors döntést tudunk hozni a beavatkozás szükségességéről.
- d) Nagymértékű javulást tudunk elérni hozamban, változó arányú kijuttatás mellett, ugyan is a mai drónok erre is képesek.

Összeségében elmondható, hogy a drónok segítségével az integrált mezőgazdaság egy nagyot ugrott előre. A drónok által gyűjtött adatok meghatározóak lesznek. Egy modern monitoring drón, adataiból képesek leszünk megállapítani a növényeink magasságát és sűrűséget adott táblán belül. A vegetációs index alapján rendellenességet tudunk észlelni és meg tudjuk határozni a fejlődési zavarokat táblán belül. Ez segítség tábla részleges kezelésének meghatározásához. Ez által input anyagot és időt tudunk megspórolni. A növények vízigényében vagy öntöző rendszer működésében is tudnak segíteni a mai monitoring drónok. Minden tábláról egy teljes terület statisztikát is tudunk nyerni, amit akár a következő években feltudunk használni a hatékony termelés érdekében. (*Subhranil et.al, 2021*)

2.6 Permetező drón felépítése

Szakedolgozatom egyik fő témája a növényvédelem, és azon belül két technológia összehasonlítása, a hagyományos szántóföldi géppel és a drónnal végzett növényvédelem. A növényvédelmi drón használatával olyan előnyökhöz juthatunk, amelyet szántóföldi növényvédelmi gép esetén nem tudunk megvalósítani.

A növényvédőszeret a különböző kultúrákra permetezéssel juttatjuk ki. A drónos növényvédelmi gép is hasonló elven működik, mint a hagyományos szántóföldi növényvédelmi gép. A drón közepén található tartályba töltjük a bekevert növényvédőszeret. Napjainkban a drónok 30-40 literes tartállyal rendelkeznek várhatóan a közeljövőben nagyobb kapacitással fognak rendelkezni. A drónok ugyan olyan fűvókákkal vannak szerelve, mint egy hagyományos



9. ábra Permetező drón működése egy folyamat ábrán. 2021, Subrahnil Mustafi Forrás: [http13](http://13)

növényvédelmi gép. A nyomó és szívó szűrő, illetve a szivattyú a kisebb lé mennyiséghez van tervezve. A vezérlő egységen vagy kontrolleren tudjuk működésbe hozni a szivattyút, melynek következtében a tartályban lévő növényvédőszeret kijuttatja a kívánt helyre és a megfelelő mennyiségben. Ezt a folyamatot szeretném egy képpel is ábrázolni, amit a 9.ábra szemléltet. A permetező drón szivattyújának működéséhez szükséges energiát ugyan az az akkumulátor adja, mint amelyik a repüléshez szükséges energiát biztosítja. Ezáltal káros gázok kibocsájtása nélkül tudjuk végezni a növényvédelmi tevékenységet. A növényvédőszer mindig egyenletes módon kerül kijuttatásra. **http13** Ma már a drónok autonóm módon végzik a dolgukat, előre beprogramozott útvonal mentén. Ezáltal a növényvédelem sokkal biztonságosabb és költséghatékonyabb. A drónokat úgy is be tudják programozni, hogy saját maguk szabályozzák a magasságukat és sebességüket. Ezt ultra hangos visszaverődés alapján végzik TOF lézerek és GNSS-jelek segítségével. Ez azért szükséges, hogy minden körülmény között - domborzati

viszonyoktól függetlenül - egyenletes legyen a növényvédőszer kijuttatása. A kezelő személyzet növényvédőszer terhelése minimálisan csökkenthető. (*H.Pathak et.al, 2015*) Mai drónok mint például a Dj-i T20-as, amivel többek között nekem is a kísérlet készült, automata akadály elkerülő rendszerrel van felszerelve. 5,5 hüvelykes ultrahangos kamerája segíti az akadályok elkerülését és lehetővé teszi a teljesen autonóm üzemmódot. A T20 egyik fontos jellemzője egy új négycsatornás elektromágneses áramlásmérő, amely képes felügyelni a kijuttatandó vegyszer mennyiségét így hozzá járul a hatékony és fenntartható növényvédelemhez. (*Rana és Jaloliddin 2023*)

2.7 Precíziós gazdálkodás nemzetközi helyzete

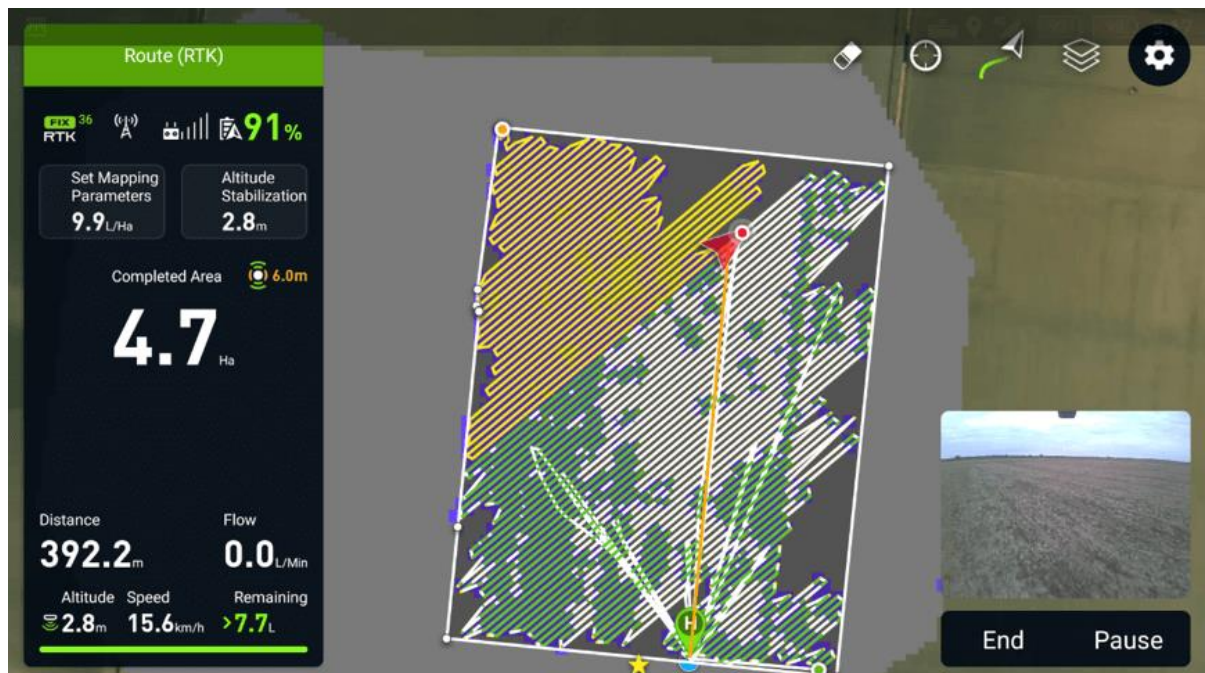
Manapság már a drónnal végzett technológia is precíziós gazdálkodásnak számít, de hogy pontosan mit is jelent nehéz definiálni. Szakirodalomban az ISPA ami a Nemzetközi Precíziós Gazdálkodási Egyesület, így fogalmazza meg: *„A precíziós mezőgazdaság olyan irányítási stratégia, ami összegyűjti, feldolgozza és elemzi az időbeli, térbeli és egyedi adatokat, és más információkkal kombinálja, hogy a becsült változékonyság alapján támogassa a gazdálkodói döntéseket a mezőgazdasági termelés hatékonyabb erőforrás-felhasználása, termelékenység, minősége, jövedelmezősége és fenntarthatósága érdekében.”* (*Gaál et.al, 2020, 21.p*) A precíziós mezőgazdaságban nagyon fontos szerepe van a számítástechnikának. Ezek az alkalmazott technológiák hozzá tudnak járulni, ahhoz, hogy a fiatal generációt is érdekelje a mezőgazdaság. A versenyképességhez szükséges a precíziós gazdálkodás nyújtotta előnyök kihasználása. A területi adottságainkat így tudjuk maximálisan kihasználni és ebből adódóan némi előnyhöz jutni. A precíziós gazdálkodás világszinten jelen van, de nagyon eltérő módon. 2018-as Sulecki adatai alapján az USA és KANADA jár az élen, utána jön Európa és Dél-Amerika a harmadik helyen. Kína folyamatosan tör felfelé a drónos és szenzoros fejlesztéseik hatására, hozzá járulva a környezetvédelemhez. (*Gaál et.al, 2020*)

De nézzük meg mi a helyzet a drónok területén, mert a szakdolgozatomban, fontos szerepet játszik. Jelenleg ez az a piac, ahol óriási növekedés várható. A DroneDeploy a kereskedelmi drónok első számú felhőalapú szoftvere, ami 180 országban és 16,2 millió hektár területen rendelkezik ügyfelekkel. Állításuk szerint már a 2016-2017 közötti időszakban 58%-kal nőtt a drónok szerepe a mezőgazdaságban. Ez a tendencia folytatódott az elmúlt években is, és még nagyobb növekedést várnak a következő évekre. A jogi szabályozás még nem teljesen egyértelmű a növényvédelmi drónok esetében. Ez a fő ok, ami még hátráltatja a pilóta nélküli légi járművek használatát, egyébként a technológia már készen áll. (*Gaál et.al, 2020*) Egy

mondattal úgy is lehetne megfogalmazni, hogy a drónhasználat új szintre emeli a mezőgazdaságot. Költséghatékonyan tudunk hozamoptimalizálást elérni. Egy drón nem lesz egyből precíziós eszköz, ugyan is ehhez adatokra, információkra van szükség. A drón ezen információk alapján képes precízen kijuttatni a növényvédőszert. A drónnal hektáronként 5-10 liter, de legfeljebb 20 liter szerrel tudjuk kezelni a kultúrnövényeinket. A nagyobb koncentráció miatt bizonyos esetekben kisebb növényvédőszer dózis felhasználása is elegendő. (Ez olyan növényvédőszer alkalmazásakor lehetséges, amelyeknél az engedélyokiratban minimum és maximum dózis van meghatározva.) Ennek következtében a hagyományos szántóföldi permetezőhöz képest növényvédőszert lehet megspórolni. Ezáltal költségcsökkenést érünk el és a környezetterhelés is kedvezőbb lesz. Másik nagy előnye, hogy a drónt a meglévő növényvédelmi technológiák mellett speciális esetekben is tudjuk alkalmazni. (Nem optimális terepviszonyok esetén.) **http14**

A másik megfigyelt előny, hogy ha drónnal van végig kezelve a tábla akkor nincsenek művelőutak. Manapság megfigyelhető, hogy egyre erősebb kiszámíthatatlan viharok lépnek fel, ahol főleg a szántóföldi növényvédelmi gép kerék nyomaiba vagy művelőutakba kapnak bele, megdöntve az egész kultúrnövény állományát. Ez a kár elkerülhető, ha például az utolsó kezelést drónnal végzik, ezzel pedig le tudjuk csökkenteni a búza vagy árpa megdőlésének esélyét, hiszen így a táblának lesz tartása a nagy szelek ellenében is. **http14** Gyomkezelés mára egy nagyon fontos növényvédelmi beavatkozás, ugyan is, ha erős a gyomhatás a területen az csökkenti a terméshozamot és ez ellen védekezni szükséges. Ha túlzott gyomirtó szer használat nem csak növeli egy adott gazdaság költségét, de az ökoszisztémára is kedvezőtlen hatással van. Az Európai Green Deal célja, hogy 2030-ra 50 százalékkal csökkentse a mezőgazdasági növényvédőszer használatát. Ebben tud nagy segítségre lenni a dróntechnológia és a precíziós mezőgazdaság. Egy rövid, de nagyon fontos és érdekes kísérletet szeretnék bemutatni a szakirodalmi rész végén. Ősszel vagy tavasszal, vetés előtt vagy után a gazdák, szántóföldi növényvédelmi géppel tudnak rá menni a területre és a teljes táblát 300l/ha víz mennyiségben 5 liter glifozátot tartalmazó gyomirtó növényvédelmi szerrel juttatják ki. Mivel a mezei aszat gyakran csak a tábla bizonyos pontján jelenik meg, nem az egész területen így a Dji Magyarországi partnere a PlantaDrone KFT. vegyszerhasználat csökkentése céljából úgy nevezet spot permetezési megoldást alkalmazott, ami annyit jelent, hogy folt kezelési megoldás. Ahogy már korábban említettem a szakirodalomban, a kezelés előtt a területet végig repülték egy felvételező drónnal, ami egy multispektrális kamerával van felszerelve. A mai drónok már ilyeneket is tudnak. A Dji Terra program segítségével feldolgozták a képeket, amikből NDVI

térkép készült. Fontos kiemelni, hogy különböző mennyiségű glifozát oldatot jutattak ki. A gyengén fertőzött területen 8 l/ha oldatban ment ki a közepesen fertőzött területen 10 l/ha-t oldatott juttattak ki. 10 liter oldatban 3,5 liter glifozát hatóanyag volt, ami 35%-os koncentrációnak felel meg. Az eredmény pedig magáért beszélt, ugyan is a Drón 83 liter oldatot használt fel, amely 29 liter glifozátot tartalmazott. (Szalma, 2021) Összehasonlításként a szántóföldi növényvédelmi géppel, ami 90 litert használt fel, a vegyszerek 67,78%-át sikerült megtakarítani, ami 14,57 Eurós megtakarítást jelent hektáronként a gazdálkodók számára.



10. ábra Ezen a képen már a növényvédelmi beavatkozás látható DJI Agras Drónnal 2021, Planta Drone Kft. Forrás:

[http15](http://15)

Összességében kijelenthető, hogy a mai modern növényvédelem a modern mezőgazdaságot nézve teljes mértékben az automatizálás felé halad, ami egyrészt tovább fogja erősíteni azt, hogy a mezőgazdasági ágazat az egyik legkorszerűbb ipar az egész világon, és mivel a munkaerő csökken a mezőgazdaságban így az intelligens berendezések még nagyobb teret

Alkalmazási mód	Teljes glifozát felhasználás	Összköltsége	Teljes megtakarítás	Teljes megtakarítás hektáronként
Takaró alkalmazás traktorral	90L	387 EUR	0	0
Spot permetezés drónnal	29L	124,7 EUR	262,3 EUR	14,57 EUR

11. ábra Az eredmény A Planta Drone kísérletében, 2021, Planta Drone Kft. Forrás: [http15](http://15)

fognak hódítani. (*Limin et.al, 2022*) Szakirodalmi részem lezárásaként szerettem volna ezt a kísérletet bemutatni, mivel az én kísérletemet is a Planta Drone Kft-vel a Dji Magyarországi partnerével készítettem, de mivel ekkor még a szabályok nem engedték meg, hogy drónnal növényvédelmi beavatkozást végezzünk így csak sima vízzel permeteztünk, amivel szintén lehet kalkulálni növényvédőszer használatot.

3 Anyag és módszer

3.1 Kísérletem leírása

Szakkolgozatomban szerettem volna bemutatni azt, hogy milyen előnyökkel jár a drón által végzett növényvédelem technológiai oldalról. Kérdőívet is készítettem abból a szempontból, hogy felmérjem, hogy mit gondol erről a technológiáról az ország gazda társadalma. Mennyien



12. ábra, DJ-i T20--as drónt látunk a képen. Forrás: saját kép

hallottak a drón technológiáról. Kísérletemben repce táblában hasonlítottam össze a drónos technológiát a hagyományos szántóföldi technológiával. Méghozzá egy repce desszikalást animáltunk. Mindkét eszközzel csak vizet permeteztünk. Itt első sorban a taposási kár, területteljesítmény és költség szempontjából végeztem a kísérletet. Növényvédőszer hatékonyság szempontjából nem tudtam kísérletet végezni. Kísérletemben egy 17 hektáros táblából jelöltünk ki 1 hektárt. Első körben hagyományos szántóföldi permetezővel végeztük a kísérletet a kijelölt területen. Következő lépésként a kijelölt területen drónnal folytattuk a kísérletet. A repülést a Planta drone kft végezte, aki a Dj-i dróngyártó magyarországi egyik

legnagyobb fejlesztő és partnercége. A Dj-i T20-as gép, 20 literes tartállyal rendelkezik és 7 méteres munkaszélességgel dolgozik. A kísérlet másik eszköze egy szántóföldi vontatott növényvédelmi gépkapcsolat volt (13.ábra). FENDT 514 VARIO SCR PROFI, Topcon



13. ábra A DJ-i T20-as drónja és a FENDT és Berthoud kapcsolat Forrás: Saját kép

automata kormányzással felszerelt 2 cm pontos RTK jellel. A munkagép Berthoud Tracker 3200 DP Tronic vontatott szántóföldi permetezőgép. 3200 literes tartállyal és 24 méteres keretszélességgel rendelkezik. A gépkapcsolat növényvédelemre alkalmas művelő kerékkel volt szerelve. (A taposási kár csökkentése érdekében.) A repce állomány 75 cm-es sortávolságra volt vetve. Így külön művelő útra nem volt szükség. Más vetéstechnológiák (dupla gabona sortáv, 37,5cm – 45 cm-es sortávok) esetén művelő út szükséges. A gépkapcsolat tartálya is vízzel volt töltve mivel a szakdolgozatban két növényvédelmi technológiát hasonlítottam össze.

3.2 Kísérlet kiértékelésének módszere

Az előző fejezetben is említettem, hogy nem növényvédelmi szempontból fogom kiértékelni a kísérletet. Technikai, költség, valamint teljesítmény szempontokat vettem figyelembe. Az adatokat táblázatok és grafikonok segítségével értékelem ki. Taposásikárral (14. ábra) csak a szántóföldi gépkapcsolat estében tudunk számolni. A drón estében ezzel az értékkel nem kell



14. ábra A képen a taposási kár látszik. Forrás: Saját kép.

számolni. A szántóföldi vontatott permetezőgépnél a gép hasmagasságát, szélességét, kerék méretet, illetve a repce magasságát is rögzítettem. A taposási kár és a szemveszteség meghatározásánál használtam ezeket az értékeket. Ezeket az eredményeket táblázatban és grafikonon szeretném meg mutatni továbbá hozzá tenni a kérdőívem eredményét. Az innovatív technológiát szükséges terjeszteni, hogy meglássák benne a lehetőségeket. A repce tőszámát is felhasználtam a taposási kár kiszámításához, így pontosabban tudtam számolni a kiértékeléskor. Drónos technológiánál nem kell számolni taposási kárral, viszont ahhoz, hogy a drón pontos munkát tudjon végezni előfelvételezni kell a táblát.

3.3 Monitoringozás

Ahogy már említettem a Dj-i T20-as drónjával készítettük a kísérletet. A szakirodalmi részben említettem, hogy manuális módszerrel is lehet a drónnal munkát végezni. A pontosabb munkavégzés érdekében célszerű az automata funkció adta lehetőségeket kihasználni. A hatékonyabb munkavégzés érdekében célszerű és kifejezetten ajánlott monitoring drónnal az adott tábla pontos felvételezése. Esetünkben egy Dj-i Mavic 3 Enterprise rögzítette a kísérlethez



15. ábra A laptopon a tábla és a repülési útvonal látszódik. 2023, Bozó Ákos Forrás: Saját kép

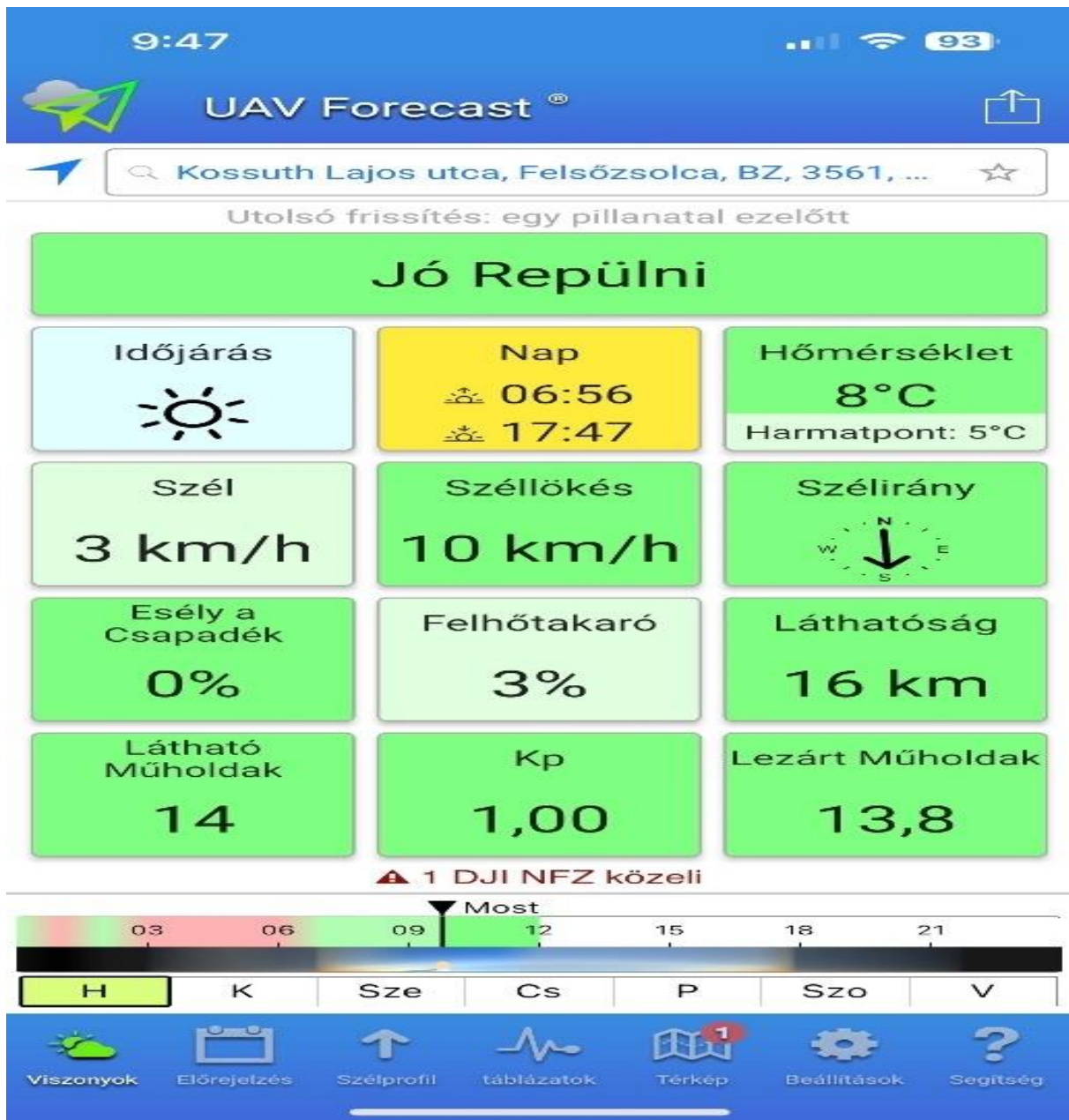
szükséges felvételeket. A kamerájának köszönhetően, multispektrális képeket készített és ez után a DJ-i programjával a DJ-i terrával feldolgoztuk ezeket a képeket és ezekből a képekből NDVI (Normalized Difference Vegetation index térképet generáltunk. Következő lépésben laptopon meg szerkesztettük a táblát. Ez a drónos technológiának egyik logisztikai eszköze a pontos és biztonságos munkavégzés érdekében. Meghatározza a munkavégzés irányát az (A-B egyenest) melyet bizonyos esetekben tudunk változtatni szerkeszteni (15.ábra). A pontos szerkesztés eredményeképpen biztonságos és eredményes lesz a munkavégzés. A drónunk nem

fog akadályokba ütközni és a szomszédos kultúrákat is meg tudjuk védeni. A felvételen is jól láthatóak a különböző terepakadályok (belógó fa, távvezeték oszlopok stb...) melyet a drón



16. ábra A laptopon épp a tábla feldolgozása zajlik, 2023, Bozó Á.

biztonságosan kifog kerülni. Olyan táblák esetében amikor a felszállási pontról szabadszemmel nem látjuk be a teljes területet, szerkesztett táblarajz nélkül nem célszerű munkát végezni. (16.ábra). A pontos munkavégzéshez fontos a széljárást figyelembe venni, amit egy applikáción keresztül tudunk folyamatosan ellenőrizni. Az applikáció (17.ábra) minden fontos repülési



17. ábra Időjárást mutató app. Forrás: Saját kép

információt jelez számunkra. Nagy segítségünkre van a munkavégzés ideális idejének meghatározásában és tervezésében. Összeségében elmondható, hogy a monitoringozás a drón technológia alappillére.

3.4 Drón technológia kísérlet

Miután megtörtént a monitoringozás, egy microSD kártya segítségével a laptopról az adatokat át vittük a permetező drónba és betöltöttük a drón irányító konzuljába. Így megjelent a tábla, az egyenes és minden olyan objektum, amit mi bejelöltünk neki. A képen látni a tábla határait, és kijelöltük a kísérleti parcellát. A másik nagyon fontos, hogy ha több drón dolgozik egy táblában, akkor feltudjuk osztani az adott táblát és meghatározzuk, hogy melyik drón



18. ábra Képen látható a drón irányítója, egy RTK antennával.2023, Bozó Á. Forrás: Saját kép

melyik szektorban fog munkát végezni. A drónok számára fontos kijelölni a felszállási pontokat, úgy célszerű meghatározni, hogy fel és leszállás közben ne zavarják egymást, viszont a kiszolgálásuk jól megoldott legyen. A home pointot megfelelő képpen be kell kalibrálni (19.ábra). Ez azért lényeges, mivel a drón erről a pontról fog felszállni és leszállni. Olyan helyet kell keresni, ahol nincs körülötte akadály, de lehetőség szerint figyelemmel tudjuk kísérni a drón működését. Ezek a mai modern drónok, már olyanok, hogy ha kritikus érték alá merül az akkumulátor, akkor automatikusan visszatér a felszállási pontra, ami egyben a leszállási pont. Nem a kultúrában fog leszállni és nem kell visszavinni a kiindulási pontra. A Dj-i terra

rendszerben ki lehet jelölni a felszállási pontot az az a home point-ot, hogy mire megérkezünk a permetező drónnal addigra csak ki kelljen pakolni, betölteni a táblát és kezdődhet is a munkavégzés. Ami még szintén nagyon fontos nekünk ezen az irányítón, és talán a legfontosabb, az a liter/hektár mennyiség beállítása. A kijelzőn láthatjuk a teljes tábla területét, illetve, hogy milyen sebességgel halad a drónunk, mennyi területet csináltunk meg, és mennyi van még hátra. Még egy kamera is megtalálható a drónon, aminek a képét az irányító konzol jobb alsó sarkában figyelemmel tudunk kísérni. Következő lépésben a drónt szállítási helyzetből munka helyzetbe állítjuk. Az akkumulátort a helyére tesszük, végezzünk egy tisztításos fűjatást majd a tartályt feltöltjük a kívánt munkafolyadékkal. Ezek után a kijelölt területen elkezdhető a munkavégzés. Az automatizált rendszer ellenére az emberi felügyelet



19. ábra A képen a kísérletben szereplő drón látható már munkahelyzetben. 2023, Bozó Ákos Forrás:

Saját Kép

mindig szükséges és szerintem a továbbiakban is elmaradhatatlan. Ahogy már az irányítón is látni lehetett, ebből a táblából vettünk ki 1 hektár területet, amelyen először a szántóföldi vontatott permetezővel végeztük a kísérletet (vízzel, 21.ábra), majd utána pedig drónnal repültük meg aminek a tartályában szintén víz volt. Én elsősorban technológiai oldalról végeztem a kísérletet, az az taposási kár, terület teljesítmény, logisztika és költség oldalról, mivel még drónnal nem lehet növényvédőszer fűjni így a növényvédőszer hatékonyságot nem lehetett vizsgálni. A repülés során szélségsend, volt látni lehetett szépen, ahogy terít a drón, és egyből észre lehetett venni a különbséget, hogy hol ment el a szántóföldi permetező és hol a

drón. Nyilván a drónnal nem lehetett látni, hogy hol ment el, ugyan is itt 0%-os taposás volt (20.ábra) az az nem okozott kárt a termésben. A drónos technológiánál fontos még azt ki



20 ábra Itt pedig a drónnal való repülés látható a szántóföldi permetező után 2023, Bozó Ákps Forrás: Saját kép

emelni, hogy az akkumulátorok töltése, tehát meg legyen az a forgó idő, amire az első akkumulátor feltöltődik, az az ne legyen állási idő, ehhez kell egy jó aggregátor és legalább hat darab akkumulátor. Ha egy teli tartályt kijuttattunk(21.ábra), akkor az 1 db akkumulátort jelent,



21. ábra Látható ahogy a kísérletben a drón végzi a munkaműveletet 2023, Bozó Ákos Forrás: Saját kép

és a másik fontos tényező, az a töltési idő, hogy minél kevesebb időt kelljen állni a drónnak a földön, minél hamarabb mehessen vissza a területre dolgozni, ugyan is ekkor tudja produkálni a legjobb területteljesítményt.

3.5 Hagyományos vontatott szántóföldi permetező technológia kísérletben

A kísérletem másik cél gépe a szántóföldi vontatott permetezőgép volt. A gépkapcsolat egy Fendt 514 Vario SCR Topcon X25-ös RTK robotkormányzással felszerelve és egy vontatott Berthoud Tracker 3200 Dp Tronic-os permetezőgép. A permetezőgép 24 méteres keretszélességgel és 3200 literes tartállyal rendelkezik, mellette 200 literes tiszta vizes tartály van a gépen, egy 30 literes vegyszerbekeverő tartály és egy 50 literes kézmosó tartály található a gépen. A gép Activ Flex híd rugózással ellátott paralelogramma alakú felfüggesztésű keret van, 4 fajta különböző fűvókát lehet találni rajta, amivel épp szeretnénk fűjni arra tekerjük a fűvókát. A permetezőgépen négy darab szakasz található, amit mechanikusan a fülkéből lehet kapcsolni, de a topcon robotkormányzási rendszer mutatja nekünk, hogy mikor és hol kell lekapcsolni, illetve felkapcsolni a permetezést. A fűvókák ötven centiméterenként helyezkednek el. Amikor fűjtünk vele akkor 6-os légbeszívásos fűvóka volt a gépen. A keretszabályzást alapvetően magától végzi a gép, de van úgy, hogy hidraulikusan be le kell segíteni a gépből vezérelve. Amit fontos még ennél a gépnél ki emelni, az az, hogy permetezés közben nem a teljesítmény leadó tengelyről hajt, ha nem egy úgynevezett jár kerék hajtás van a gépen, az az a permetező kerekénél hátul be tudjuk állítani mechanikusan a liter/hektár



22. ábra A képen látható a gép hasmagassága 2023, Bozó Ákos Forrás: Saját kép

mennyiséget, jelen esetben kétszázötven liter/hektárra volt állítva, és ha elindulunk a permetezőgéppel és bekapcsoljuk a terminálon a permetezést akkor elkezdődik a munkafolyadék kijuttatása, ha meg állunk akkor azonnal megszűnik a kijuttatás. A terület és a tábla ugyan az volt, mint a drón esetében, tehát ugyan úgy egy hektárt kezeltünk vele vízzel,

viszont itt nem szükséges a monitoringozás, elég, ha csak az automata kormányzási rendszerben fel van véve a tábla, viszont ott nekünk kell az egyenest felvenni be állítani. A gép kétszázötven literre volt tankolva vízzel, ami egy oda vissza fűjást jelentett a mi esetünkben. Így a repcében két permetező nyom keletkezett, az az négy sort taposott le és ennek az eredményét képen is lehet látni. Hiába művelő kerék és magasabb hasmagasság (22.ábra) volt a gépen, ami hatvanöt centiméteres hasmagasság volt, így is teljesen ledöntötte az százötven centiméteres magas repcét.

3.6 Számítás menete

Több szempontból vizsgáltam a két technikát. Az első és ami már egyből feltűnt az a taposási kár. Ezt kilogramm per hektárra számoltam ki. A számítás menete a következő volt. Egy hektáros területen készítettük a kísérletet. A repce nem dupla gabona sortávra volt vetve, hanem 76 cm-es kapás sortávolságra így művelő út nem volt benne, hanem a sorközben ment a hagyományos vontatott szántóföldi permetezőgép. A terület 100 méter x 100 méter alakú négyzet volt a számítás egyszerűbbé tételéhez. A permetezőnek így kellett mennie egy forgót két darab teljes egyeneset és egy negyed szárnyi egyenest és így fogta be az 1 hektárt. Mivel 76 cm-es sortávra volt vetve a repce a nyomtávolságból adódóan két sor fért a traktort alá. Mivel a forgó 4 részből tevődik össze így 4×76 m a forgó, ami összesen 304 m. Az egyenes pedig 3 egyenes van a forgóhoz képest az pedig 3×76 m az az 228m hosszú az egyenes. Így, ha a kettőt összeadjuk akkor megkapjuk mennyit taposott ki a gép, ami azt jelenti, hogy $304 + 228$ az 532 m a kitaposott rész. Mivel a gép alatt 2 sor van, ami 1,5 méter így a kitaposott rész m^2 -ben 798 m^2 . Vetéskor a tábla 300.000 mag/hektár mennyiséggel lett vetve, de sajnos csak 280.000 körül kelt ki így ezzel számoltam tovább.

A letaposott $798 m^2$ -en ($798 m^2 / 10.000 m^2 = 0,0798$; ez a $0,0798 \times 280.000$ tő=22 344 tő) 22 344 repce növény volt. De mivel aratáskor a betakarítógép vágóasztala a letaposott két sorból meg tudott menteni körülbelül 30%-ot így $22\ 344 \times 0,7 = 15\ 640$ tő termés kiesésével számolok. A 280.000-ból kivontam a 15.640-et és megkaptam azt a számot, hogy mennyi termőtő lett le aratva vagy is 264.360. Ez adta a 3500 kg-ot hektáronként mivel a tábla átlag termése ennyi lett. Ha viszont drónnal kezeltük volna az egészet akkor több termést tudtunk volna betakarítani. Mivel a 280.000 tőszámot elosztottam a 264.360 tőszámmal, ami a betakarított mennyiség volt így kaptam egy arányszámot, ami 1,05916 és ha ezt felszorzom 3500kg-al akkor 3707,06 kg terméseredményt kapok. Vagy is ennyi lett volna a termés, ha nem tapos a szántóföldi vontatott permetező gép. Így, ha a két termésátlagot kivonom egymásból, megkapom azt a mennyiséget, amit kitaposott a szántóföldi permetezőgép vagy is ($3707,06\ kg - 3500\ kg = 207\ kg$) **207 kg**-ot veszítettünk 1 hektáron a vontatott permetező miatt. Mivel a repce tonnánként ára aratás utáni értékesítéskor 153.000 forint volt tonnánként. Következésképpen ($153.000\ Ft/tonna \times 0,207\ tonna = 31.671\ Ft$) **31.671** forint kiesés lett hektáronként. A drónnál egyszerű volt a számítás, mivel nem volt taposási kár, mert a repce állomány felett repült. A másik szempont a termés kiesés volt, amit vizsgáltam, ami jelen esetünkben a szántóföldi vontatott permetezőnél 31.671 Forint. Érdekes volt megfigyelni a víz használatot is, mert a drón 8 liter/hektáros dózissal dolgozott, míg a szántóföldi permetezőgép pedig 250 liter vizet juttatott ki hektáronként. A víz

érték és kincs számunkra így nagyon fontos az, hogy ne használjunk el annyi vizet, ha nem szükséges. 500 hektárra vetítve a drónnak 4000 liter víz kellene. A vontatott szántóföldi permetezőnek pedig 125.000 liter vizet kellene felhasználni. Évente több alkalommal használjuk a permetezőgépet így a vízfelhasználás is többszöröse lehet. Érdekes azt megnézni, hogy egy drónhoz legalább három kezelő személyzet kell, míg egy szántóföldi permetzőnél elég csak kettő. Viszont terület teljesítményben egy drón és egy szántóföldi permetező gép között van különbség. Ugyan is egy drón 4 perc alatt fúj le egy hektárt, míg a szántóföldi permetező 3 perc alatt, ami ebből adódik, hogy a napi terület teljesítmény egy drónnál 85 hektár míg egy szántóföldi permetzőnél 100 hektár körül mozog. A költségeket figyelembe véve viszont sokkal barátságosabb egy permetező drón ára, ami egy komplett szett monitoring drónnal, aggregátorral, szállítójárművel, laptoppal 21.650.000 forint, míg egy vontatott szántóföldi gépkapcsolat, amivel végeztük a kísérletet 100.000.000 forint a mai ára. Mostani permetezési árral számolva, ami 9000 forint per hektár egy drónnak elég lefűjni 2406 hektár földet míg egy szántóföldi gépkapcsolatnak pedig 11 111 hektárt kell megcsinálnia, hogy vissza térüljön. Fontosnak tartottam azt is, hogy ne csak gyakorlati oldalról nézzük meg a két géptípust, ha nem, hogy mit gondolnak róla azok az emberek, akik a mezőgazdaságban dolgoznak és érinti őket ez a téma, így egy kérdőívet hoztam létre, aminek a kérdései az alábbiak voltak. Tizennégy kérdést tettem fel.

Az első kérdésem az volt, hogy a kitöltők életkorára voltam kíváncsi. Négy lehetőséget adtam meg, ami 18-25, 26-35, 36-45, és 45 feletti. Fontosnak gondoltam, azt, hogy tisztában legyek azzal, hogy milyen a megoszlási arány.

A második kérdésem az volt, hogy hallott-e már ön arról, hogy a drón technológiában a taposási kár 0.-ra redukálódik? Itt három lehetőséget adtam választásul, amik a következők voltak: Hallottam és tisztában vagyok vele, Hallottam róla, de nem vagyok tisztában milyen előnyökkel járhat, Nem hallottam róla. Itt arra voltam legjobban kíváncsi, hogy ki mennyire hallott már a drónos technikáról.

A következő kérdésnél szintén arra voltam kíváncsi, hogy mennyire vannak tisztában a drón technológia előnyeivel. A kérdésem a következő volt: Tudta-e, hogy a talajállapottól függetlenül tud munkát végezni? Itt is három választási lehetőséget adtam meg, ami az előző kérdés válasz lehetőségeivel egyezik meg.

A következő kérdésem költség és üzemeltetési oldalra irányult. Mégpedig az volt, hogy Tudta-e, hogy költség oldalról jóval olcsóbb egy üzemeltetése, mint egy hagyományos

szántóföldi gépnek? itt szintén ugyan azokat a válasz lehetőségeket adtam meg, mint az előző két kérdésnél.

A következő kérdésem a beszerzési árhoz kapcsolódott, ami a következő volt: Tudta-e, hogy költség oldalról a beszerzés szempontjából is jóval költség hatékonyabb a drón egy hagyományos szántóföldi gépnél? válaszként szintén ugyan azokat a válaszokat adtam meg lehetőségül.

A hatodik kérdésem már a szántóföldi vontatott permetezőgépre irányult, mégpedig arra, hogy: Taposási kár mellett is használna hagyományos szántóföldi növényvédelmi gépet? Válasz lehetőségként meg adtam azt, hogy Igen, Nem, Csak magas növényállománynál változtatnék, hogy drónnal végezzük a növényvédelmet.

A hetedik kérdésem a terület teljesítményre irányult és itt elsősorban arra, hogy nem egy drón dolgozik, hanem kettő három együtt. Tudta-e, hogy drón technológiával is ugyan olyan terület teljesítmény elérhető, mint egy szántóföldi géppel? Szintén három válasz lehetőséget adtam meg. Igen, ismerem a technológiát, Hallottam róla, de nem vagyok tisztában vele, Nem hallottam róla.

Nyolcadik kérdésem konkrétan a permetező drónra irányult: Ha lenne egy permetező drónja, ön mire használná? Itt négy lehetőséget adtam meg válaszul: Foltkezelés, Desszikálás, Magas kultúrában (Repce, napraforgó, kukorica) rovarölözés, vagy a Felsoroltak közül az összes.

Kilencedik kérdésem a lé mennyiségre irányult: Ön gondolná, hogy a kis lé mennyiség is ugyan olyan hatékony, mint ha hagyományos szántóföldi géppel permeteztünk volna 250 liter/ha-al? válaszádként három lehetőséget adtam meg: Nem hiszek benne, Ez lesz a jövő technológiája. Hiszem, ha látom.

A tizedik kérdésem a drón méretére irányult: Ön mit gondol mekkorák lesznek a jövőben a pilóta nélküli járművek? Négy lehetőséget adtam meg válaszlehetőségként, 70 literes tartállyal felszereltek, 100 literes, 250 literes, Nem lesz határ se tartályban se keret szélességben.

A tizenegyedik kérdésem a jogszabályra helyezte a hangsúlyt: Ön mit gondol, ha tisztázódnak a jogszabályok a drón technológia körül akkor egálban vagy akár fel is fogja váltani a hagyományos permetezőgépeket? Három egyszerű válaszlehetőséget adtam meg: Igen, Nem, Nagy mértékben előtérbe fognak kerülni.

Tizenkettedik kérdésem a green dealhez kapcsolódott: Jövőre nézve, ide tekintve az Európai Green Dealt, hogy 2030-ra 50%-al kell csökkenteni a növényvédőszer használatát, ön szerint elérhető lesz hagyományos szántóföldigéppel és precíziós technológiával? válasz lehetőségként szintén három lehetőséget adtam meg: Meglehet lesz oldani szántóföldi növényvédelmi géppel, Drón és szántóföldi növényvédelmi géppel kombinálva, Csak Drón technológiával.

Tizenharmadik kérdésem a pilóta képzésre fókuszálódott: Jövőre nézve, ön szerint lesz elég olyan pilóta, akik akár az egész országot lefedjék drón technológiában? szintén három válaszlehetőséget adtam meg: Igen, azzal nem lesz baj, Kérdéses, Ez lesz az egyik gond ezzel a technológiával.

Utolsó kérdésként pedig arra voltam kíváncsi, hogy mennyire fogja felváltani a hagyományos szántóföldi növényvédelmet a drón technológia: Jövőre tekintettel, ön szerint felfogja váltani a teljes szántóföldi növényvédelmet a pilóta nélküli növényvédelem? három lehetőséget adtam meg itt is: Igen, mert máshogy nem lehet megszórni olyan mértékű növényvédőszert, amit elő írnak, Igen de kombinálva fog csak működni, Nem fogja.

Kérdőívembe arra voltam kíváncsi, hogy a mérések ellenére, mennyire vannak tisztában az emberek ezzel a drónos technikával és mennyire ismerik. A válaszok eredményeit az eredmény és értékelés részben fogom elemezni.

4 Eredmények és értékelésük

4.1 Eredmények kimutatása a vizsgált két technológia között

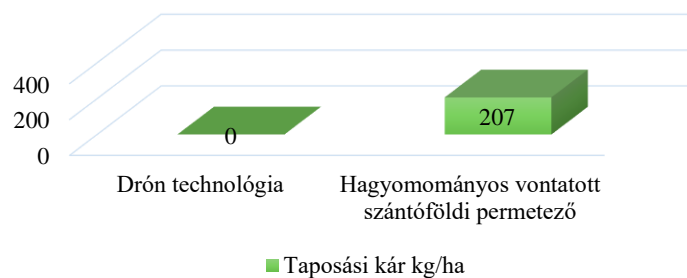
Mivel én egy összehasonlító elemzést csináltam így első sorban a taposási kár, költség és logisztika oldalról fogom összehasonlítani a két technológiát. Első és ami egyből feltűnt az az, hogy ilyen magas növényállomány mellett nullára

23. ábra A Táblázat A Drón Technológia És A Vontatott Szántóföldi Technológia mérési eredményeit mutatja 2023

Drón Technológia És A Vontatott Szántóföldi Technológia		
Mérések	Drón	Vontatott Szántóföldi Technológia
Taposási kár kg/ha	0	207
Termés kiesés FT/ha	0	31 671
Környezet terhelés liter/ha	8	250
Egyhektár időbeni teljesítménye perc	4	3
Beruházási költség, egy teljes szett FT	21 650 000	90 000 000
Emberi szükséglet	3	2

forrás: Saját munka

Taposási veszteség összehasonlítása kg/ha



24. ábra Taposási kár szemléltetése. Forrás: Saját adatok

Drón Technológia És A Vontatott Szántóföldi Technológia		
Mérések	Drón	Vontatott Szántóföldi Technológia
Taposási kár kg/ha	0	207
Termés kiesés FT/ha	0	31 671

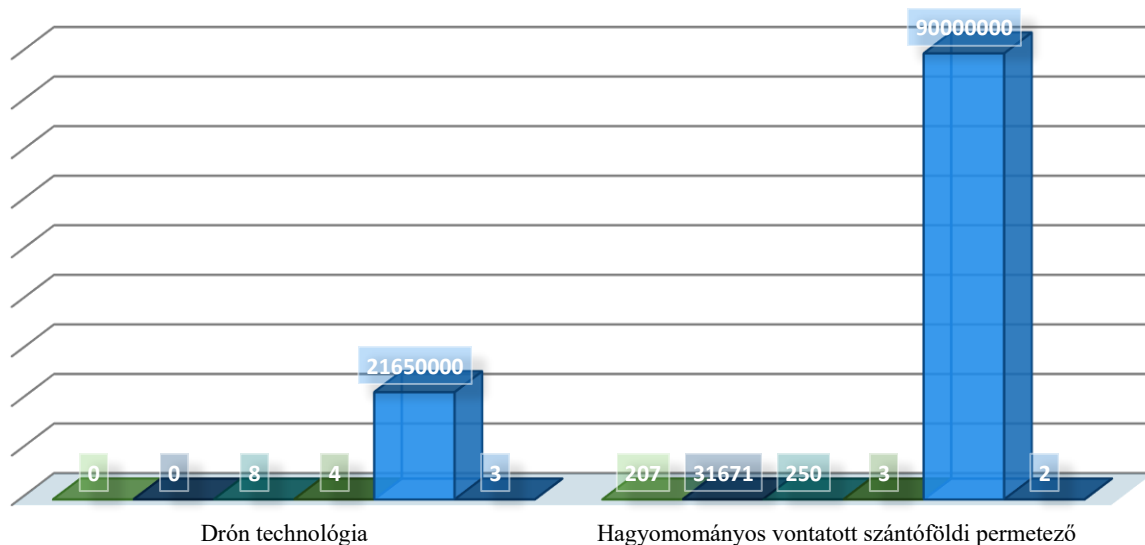
Környezet terhelés liter/ha	8	250
Egyhektár időbeni teljesítménye perc	4	3
Beruházási költség, egy teljes szett FT	21 650 000	90 000 000
Emberi szükséglet	3	2

redukálódik a taposási kár a drón technológiával míg a szántóföldi gépnél ugye jóval nagyobb. Tehát konkrétan nincs veszteségünk, ha drónnal fújunk, és még kevesebb vizet kell felhasználni. A drón technológia, ahogy már említettem, sokkal komolyabb összetételt igényel, maga monitoringozástól indulva az akkumulátorok töltéséig és az össze hangolt logisztikához képest. Első lépésben készítettem egy táblázatot, ahol összehasonlítottam a kapott

eredményeket és levontam a következtetést, amit a 23. ábra mutat is. Ami egyből feltűnt már a kísérlet során az a taposási kár. Szemmel lehetett látni, hogy míg a drón 0 kg/ha-t taposott ki, addig a hagyományos vontatott szántóföldi permetező 207 kg-ot egy hektáron. Ezt egy diagrammon is ábrázoltam, amit a 24. ábra mutat is. Ez nem egy kis mennyiség, elég nagy veszteség, ha vontatott szántóföldi technológiával végeztük volna a repcében az állomány szárítást.

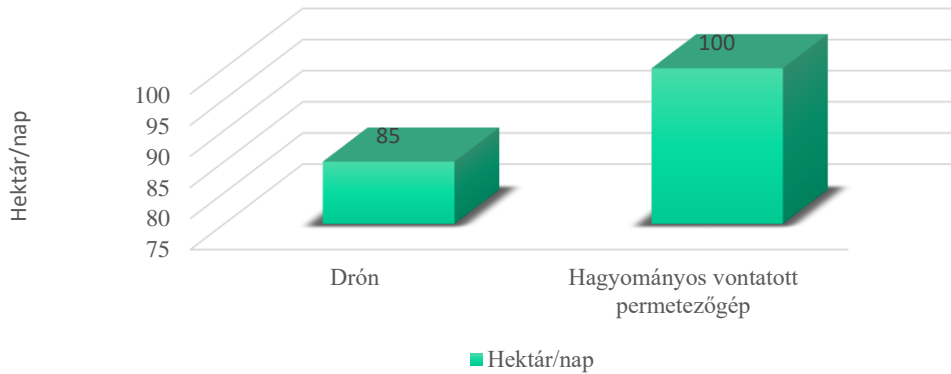
A Permetező Drón És A Vontatott Szántóföldi Permetezőgép Összehasonlítása

- Taposási kár kg/ha
- Környezet terhelés liter/ha
- Beruházási költség egy komplett szett FT
- Termés kiesés FT/ha
- Egy hektár időbeni teljesítménye perc
- Emberi szükséglet



A 207 kg-os termés veszteség 2023. júliusi repce árral számolva 31 671 FT-os költség

A Permetező Drón És A Vontatott Szántóföldi Permetezőgép Hatékonyságának Összehasonlítása



26. ábra Napi területteljesítmény látható az ábrán. Forrás: Saját adatok

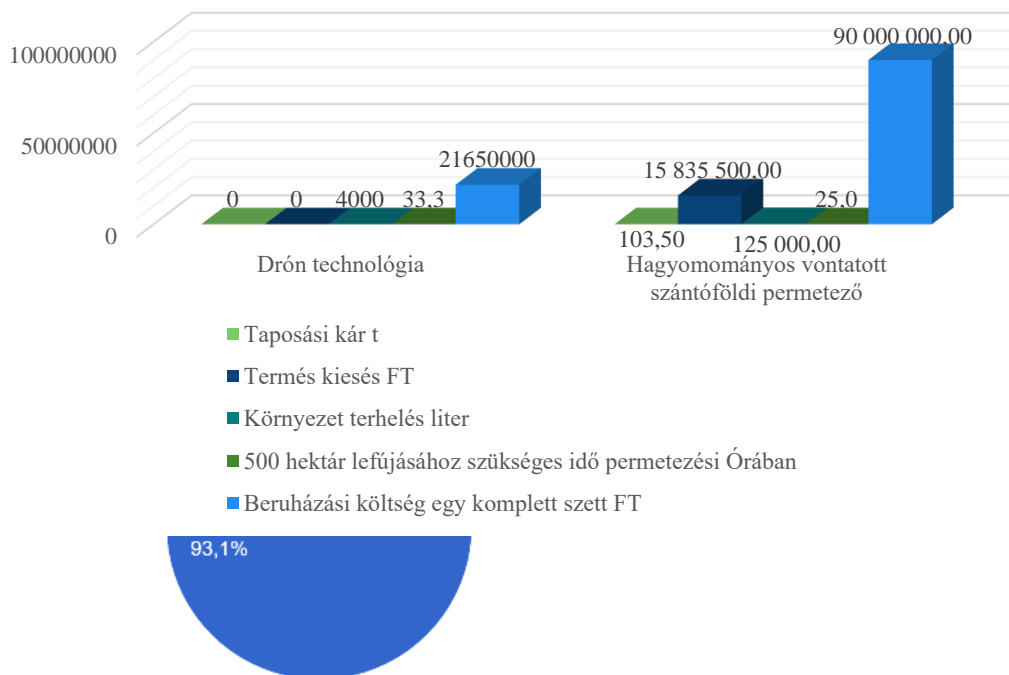
vesztéséget okozott. A mérési eredményeimet egy teljes grafikonon mutattam ki, amit a 38. ábrán lehet is látni. A 25. ábrán az összes mért adatot lehet látni 1 hektárra vetítve. Amit ki emelnék és a jövőben is nagyon fontos az a környezet terhelés. Nem mindegy mennyi vizet használunk fel egy hektár permetezésére. A víz a legfontosabb életető erő, és nem végtelen mennyiségben áll rendelkezésre. Egy hektár kezelése 8 liter egy drónnál addig egy vontatott hagyományos szántóföldi permetezőnél ez 250 liter, ami azt jelenti, hogy 80 százalékkal több vizet használunk egy szántóföldi permetezőnél. Viszont 1 hektárt a drón 4 perc alatt teljesít, míg egy szántóföldi vontatott permetező 3 perc alatt, amivel nagyobb terület teljesítményt tudunk elérni. Ami a legfontosabb és szinte minden embernél döntő az a beruházási költség. Egy teljes drón szett, amiben már benne van, aggregátortól kezdve a monitoring drónig, minden logisztikai egység 21 650 000 Ft. Míg egy hagyományos vontatott szántóföldi permetező erőgéppel együtt 90.000.000 Ft. Ami már nagyon nagy különbség, hiába a terület teljesítmény sokkal nagyobb beruházási költsége van a hagyományos vontatott szántóföldi permetezőnek, mint egy teljes drón csomagnak. Viszont emberi szükségletben a drónos technológia nagyobb humán kapacitást igényel, mint a hagyományos technológia. Ez első sorban a logisztikai dolgokból adódik. A mért adatokból sikerült számolni napi területteljesítményt. A 26. ábra szemlélteti. Egy hagyományos szántóföldi permetező nagyobb napi területteljesítményre képes 15 százalékkal. Ez fontos, amikor sietni kell, mert jön az eső, vagy már későn tudunk rá menni a talajra és erőteljessé váltak a gyomok. A kérdőívemben erre is kitértem, és sok embernél

területteljesítmény fő szempont, ami szerintem se egy elhanyagolható mutató, mert fontos a gyors munkavégzés. 500 hektárra vetítve is végeztem egy számítást, amit a 27. ábra mutat. Itt a területteljesítmény jelentősége és az időben az 500 hektár lefújása permetezési időben. az, ami nagy különbséget mutat az adatok között. De nem elhanyagolható a többi adat se. Ha 500 hektárt szeretnénk lefűjni akkor a drónnal másfél nap, míg a hagyományos vontatott permetezővel egy kicsit több mint egy nap permetezési órában, amit nyilván napban az határoz meg, hogy hol milyen hosszú a műszak és hogy egy nap mennyit fűjnek. Viszont 500 hektáron a termés kiesésnél forintban már nagy összegről beszélünk és ilyen felvásárlási árak mellett minél jobb, ha több kerül tárolóba, mint a földre.

4.2 Kiértékelés

Készítettem egy kérdőívet is, aminek a kérdéseit és a lehetséges válaszokat már az anyag és módszerbe leírtam és most ennek szeretném az eredményeit bemutatni. Azért is készítettem ezt a kérdőívet mert szerettem volna azt is megfigyelni, hogy a jövőben, illetve, most a jelenben is már mekkora jelentősége van a drón technológiának a növényvédelemben. Szerettem volna azt

A Permetező Drón És A Vontatott Szántóföldi Permetezőgép Összehasonlítása 500 Hektáros Területre Kalkulálva

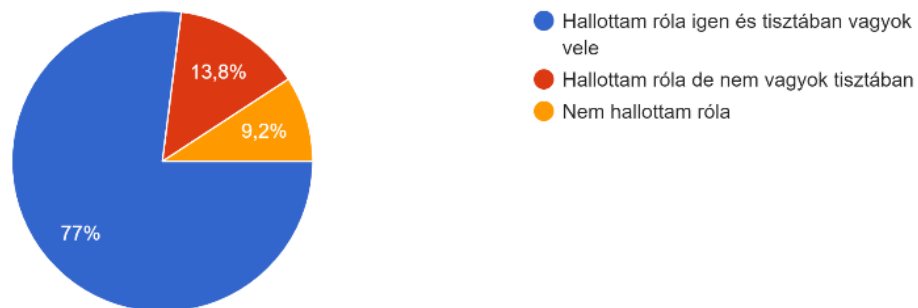


29. ábra Taposási kár kérdőív. Forrás: Saját adatok

látni, hogy mit gondolnak a termelők, illetve azok, akik kitöltik ezt a kérdőívet, milyen szerepe lesz a drón technológiának, és hogy felfogja-e esetleg váltani majd a későbbiekben a hagyományos szántóföldi növényvédelmet. Összesen 87-en töltötték ki a kérdőívet. Első körben arra voltam kíváncsi, hogy a kitöltők milyen kor szerint oszlanak el. A (mellékletek28. ábrán) látható, hogy a kitöltők 62% ami 54 ember a 18-25 év közötti korosztályba való. Ebből is látszik, hogy ők azok, akik a legtöbbet használják a közösségi médiát és nyitottak egy olyan technológia iránt, ami új, innovatív lehetőséget hoz az agráriumba. Ők teljes mértékben

Tudta-e, hogy költség oldalról a beszerzés szempontjából is jóval költség hatékonyabb egy hagyományos szántóföldi gépnél?

87 válasz



nyitottak a változásra. Ahogy a 29. ábra mutatja, szinte mindenki tisztában van a taposási kárral, hogy a drónnál nullára jön ki. Kíváncsi voltam arra, hogy a kitöltő mennyire van tisztában a drón technológia előnyével, de a kitöltők több mint 93 százaléka tisztában van vele. A (mellékletek30. ábrán) látható, hogy arra voltam kíváncsi, hogy mennyire van tisztában a kitöltő azzal, hogy a drón mondjuk egy komoly eső után is tud a területen munkát végezni. Megfigyelhető, hogy a kitöltők 87 százaléka tisztában van a drón technológia másik nagy előnyével a szántóföldi permetezővel szemben. Tehát a kitöltő nem csak hallott róla, ha nem tapasztalta is. A következő kérdésnél, arra voltam kíváncsi, hogy üzemeltetési költség oldalról mennyire van tisztában a kitöltő a drón technológiához képest. A kitöltők 79%-a tisztában vele, hogy ez a technológia jóval olcsóbb, üzemeltetési szempontból is, mint a megszokott. Tehát tudják, hogy ez üzemeltetés szempontjából is olcsóbb. A következő kérdésnél, amit a 31. ábra

is mutat arra voltam kíváncsi, hogy beruházási szempontból mennyire vannak tisztában a kitöltők a drón technológiával kapcsolatba. 77 százalékuk tisztában vele, hogy jóval olcsóbb a

Tudta-e hogy drón technológiával is ugyan olyan terület teljesítmény elérhető, mint egy szántóföldi géppel?

87 válasz

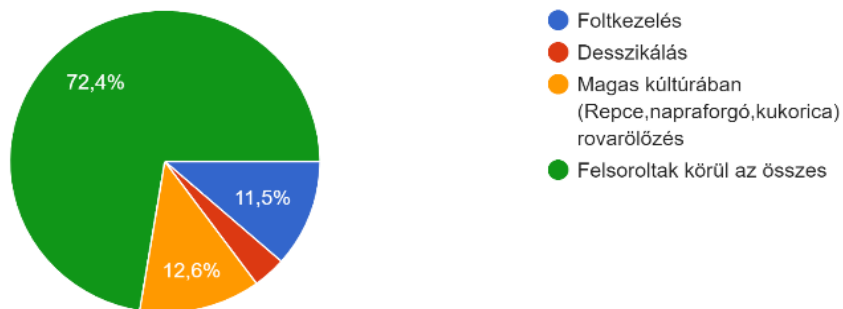


33. ábra Terület teljesítmény. Forrás: Saját adatok

drón technológia a növényvédelemben mint egy hagyományos permetezőgép. Ami a mai árak mellett nagyon fontos tényező, ugyan is egy hagyományos technológia 3,5 szer drágább a drónhoz képest. 32. ábra már ami azt mutatja nekünk, hogy taposási kár mellett is használna-e a kitöltő hagyományos növényvédelmi gépet az eredmény sokkal megosztóbb volt. Ugyan is a többség használna magas állományban hagyományos növényvédelmi gépet. A következő

Ha lenne egy permetező drónja, ön mire használná?

87 válasz



34. ábra Permetező drón használat: Forrás: Saját adatok



32. ábra Taposási kár felmérése. Forrás: Saját adatok

kérdésnél arra voltam kíváncsi, hogy a kitöltő a drón területteljesítményével mennyire van tisztában. 33. ábra mutatja megoszlást, ugyan is, ha több drón dolgozik egyben ami a

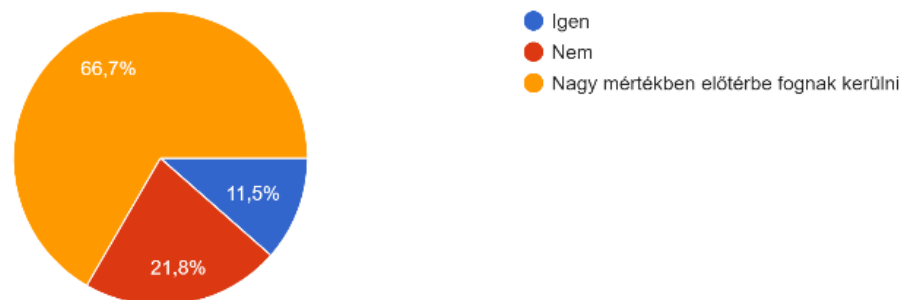
legelterjedtebb akkor ugyan olyan területteljesítményt tudunk elérni, mint egy hagyományos szántóföldi géppel vagy még akár több területet is meg tudunk fűjni.

A következő kérdésem a permetező drón használatra irányult, amit a 34.ábra mutat is. Arra voltam kíváncsi, hogy mire használná a tulajdonos, ha lenne egy permetező drónja. Ugyan is sokan használnának szántóföldi permetezőt. Itt magas számban egyértelműen látszik, hogy a nem csak állományszárításra, vagy foltkezelésre használnék a drónt hanem amit felsoroltam az összes közül mindegyik növényvédelmi beavatkozásra. Tehát ebből is adódik, hogy továbbra is használnák a hagyományos permetezőt, de már magas állományban csak a drónt.

Következő kérdésem, lé mennyiségre irányult. Mit gondol a kitöltő, hogy ilyen kis lé mennyiség mellett is hatékony lesz a növényvédelem. És a válaszadók 81 százaléka úgy gondolja, hogy ez lesz a jövő technológiája. Tehát nem gondolják problémának, hogy a drón kis lé mennyiséggel dolgozik. A következő kérdésem a drón méretére irányult, hogy mit gondolnak mekkorák lesznek a jövő drónjai, sokan úgy gondolják, hogy 100 literes tartály térfogatnál meg fog állni a drónok nagysága. Tehát nem számolnak azzal, hogy mondjuk akár 250 literes legyen egyszer egy drón, hogy mondjuk 250 liter / hektár dózissal tudjon munkát végezni.

Ön mit gondol, ha tisztázódnak a jogszabályok a drón technológia körül akkor egálban vagy akár fel is fogja váltani a hagyományos permetezőgépeket?

87 válasz



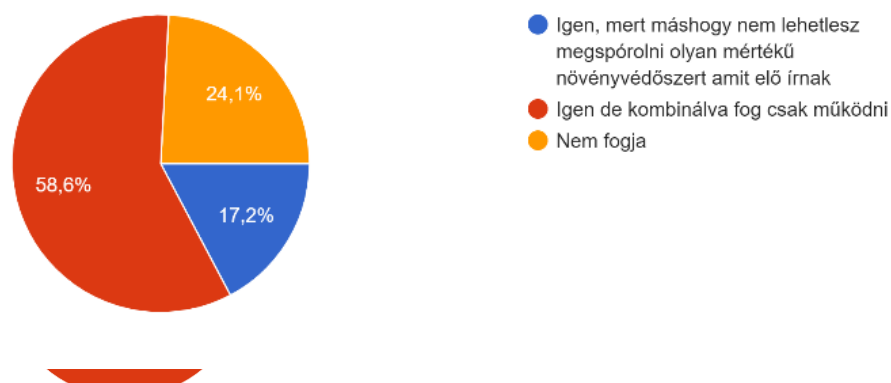
35.. ábra Szabályok tisztázódása. Forrás: Saját adatok

A következő kérdésem a jogszabályok irányába ment. (35.ábra) 66% a kitöltők közül úgy gondolja, hogy ha minden szabály rendben lesz és teljes mértékben zöld utat kap a drónos növényvédelem, akkor nagy mértékben előtérbe fog kerülni a drónos technológia.

Az Európai green deal egy fontos mérföldkő a növényvédelemben, ugyan is 2030-ra 50 százalékkal kell csökkenteni a növényvédőszeres kijuttatását. 76% úgy gondolja, hogy a kettő kombinációjával tehát a hagyományos és szántóföldi permetezőgép kombinációjával fog csak megvalósulni ennek a számnak az elérése, tehát továbbra is fontos szerepet fognak játszani a szántóföldi permetezőgépek. Az utolsó előtti kérdésem a képzésekre irányult (mellékletek 37.ábra). Kíváncsi voltam arra, hogy ha előtérbe kerül a drónos technológia akkor lesz-e elég pilóta a piacon. De a válaszadók 48 százaléka úgy gondolja, hogy ezzel nem lesz gond, bőven lesz elég képzett pilóta, aki irányítsa ezeket a drónokat. Utolsó kérdésként, ami egyértelműen a

Jövőre tekintettel, ön szerint felfogja váltani a teljes szántóföldi növényvédelmet a pilóta nélküli növényvédelemre?

87 válasz



38. ábra Jövőre néző kérdés

36. ábra Green Deal

jövőre irányult és ami fontos is számunkra, az volt, hogy fel tudja-e váltani a drónos technológia a hagyományos növényvédelmet. A kitöltők jóval több mint a fele úgy gondolja, hogy nem fogja, hanem amit már az előző kérdésekből is le lehetett szűrni, hogy kombinálva akarják a gazdák használni a permetező drónt a hagyományos permetező géppel, és le szűrhető belőle az, hogy inkább az önjáró permetező előnyeit szeretnék majd kihasználni a drónnal.

5 Következtetések és javaslatok

5.1 Következtetések

A mérések és a kérdőív alapján, azokat a következtetéseket tudom levonni, hogy a drón technológia a mezőgazdaságban nagyon fontos szerepet játszik és fog is. Főleg a növényvédelemben. Azért is készítettem el a kérdőívemet, mert hiába a technológiai összehasonlítás, ha nem tudjuk azt, hogy a termelők mennyire szeretnék használni ezt a technikát. A drónnál taposási kár és termés kiesés nincsen a növényvédelemben, és beruházás szempontjából is jóval olcsóbb, viszont terület teljesítményre, ha egy drónt veszünk és egy szántóföldi permetezőt akkor a munkafolyamat lassabb. Ez azért is lényeges, és a kérdőívemben kitértem erre, mert nagyon sok termelőnél, felhasználónál fontos a terület teljesítmény, így értelemszerűen nem akarják lecserélni a szántóföldi permetezőgépeiket, főleg, úgy, hogy a drónos technológia több emberi szükségletet igényel, mint a mai modern hagyományos permetező technológia. Ebből adódik, és a kérdőívemből is le lehet vonni, hogy továbbra is meg akarják tartani a hagyományos technikát, kivétel a magas kultúrák állomány kezelésében, napraforgó, kukorica, repce, ugyan is itt a taposási kárt, a drón technológiával. Tehát le vonható az a következtetés, hogy hiába készítenek nagy méretű drónokat a hagyományos permetezőgépet, akkor is fogják használni. Ugye a drón technológia komplikáltabb mert fel kell monitorozni a táblát előtte, meg szerkeszteni, ami nagyobb előkészületet igényel, mint egy hagyományos permetezőnél, viszont utána teljes mértékben automatán végzi a feladatát.

Környezet terhelés szempontjából, nagy különbség adódott a két technológia között. A drónnál elég volt annyi víz amennyi a vonatott szántóföldi permetezőgép tartály kapacitása. A hagyományos permetezőnél a 39 szeresére volt szükség. Talán ez az, amit jövőre nézve, ha szeretnénk tovább csökkenteni az ökológiai lábnyomunkat, és tovább használni a szántóföldi permetezőgépeket, amin változtatni kellene. A jövőre nézve, egy nagyon fontos szempont, mind az emberiség, mind a természet felé. Jövőre nézve le tudom vonni még azt a következtetést, hogy egyértelműen a fiatal generáció az, aki a legjobban nyitott a legújabb leginnovatívabb technológiára. Ők azok, akik készek a változásra, kilépni a komfort zónájukból és változtatni a meglévő hagyományos technológián. Jövőre nézve levonható, hogy egyértelműen előtérbe fog kerülni ez a drónos technológia a növényvédelemben mihelyt tisztázódnak a jogszabályok és engedélyt kapnak a növényvédőszerre. Egy repce állomány során, ha mondjuk egy vonatott szántóföldi permetezővel végezzük az állomány szárítást és az érés gyorsítást, akkor jelentős termés kiesésünk lesz, amit a mai felvarsárlási árak nem

kompenzálják jelenleg. Viszont megfigyelhető, hogy nyugat-európában elkezdtek már használni a nagyobb keretszélességű permetezőket nagyobb tartály térfogattal, amikkel akár felére is tudjuk csökkenteni a taposási kárunkat a táblán belül, ami megerősíti, azt, hogy a szántóföldi vontatott permetezőknél továbbra is szerepük lesz a növényvédelemben és a két technológia egymást fogja kiegészíteni. Talán az önjáró hidas permetezőgépek azok, amelyek háttérbe szorulhatnak a drón technológia révén, mert annak az előnyeit akarják kiváltani a termelők a növényvédelemben. Következtetésként elmondható, hogy nagy jövő előtt áll a drón technológia, folyamatosan fejlődik, egyre nagyobb drónok érkeznek a piacra, viszont egy hamar nem fogják leváltani a hagyományos permetezőgép rendszert, de a kettő technika kifogja egészíteni egymást a taposási kár és a talajállapottól való munkavégzés miatt.

5.2 Javaslatok

Összeségében elmondható, hogy a két technológiai összehasonlításból új tudásra tettem szert, főleg a drón technika oldaláról. Bele láttam, hogy működik, milyen logisztikával, elő készüllettel jár ez a technika. Ahogy már a következtetések fejezetben is említettem, a drón technológia nem fogja felváltani a hagyományos permetezőgép technológiát. A logisztikája a drónnak, ha gyorsabb és egyszerűbb lenne, akkor biztos, hogy még nagyobb mértékben előtérbe kerülne. Fontos lenne az, hogy teljes mértékben tisztázódjanak a jogszabályok a drón oldaláról és engedélyt kapjanak a növényvédőszer kijuttatásra. Úgy gondolom a méret növekedés szintén egy fontos elem lenne a drón oldaláról, hogy nagyobb terület teljesítményt és gyorsabb munkavégzést tudjunk elérni. A kérdőívem alapján ez a két szempont továbbra is fontos tényezőt játszik a felhasználók oldaláról, és hiába a taposási kár és a termés kiesés, így is használnának szántóföldi permetezőgépet. Amit tudnék javasolni, hogy mindenképp el kell indulni a növényvédelemben is a precíziós technológia irány felé, ahhoz, hogy minél több növényvédőszer meg tudjunk spórolni, mert a mai árak mellett, már ez nem megengedhető. A másik oldalról meg a környezetünket is óvni kell, ami szintén egy fontos mérőszám, és csak így tudjuk csökkenteni a növényvédőszer kijuttatást. Ahogy a szakirodalomban említettem a drón szintén tudja akár a foltkezelést, vagy a spotspraying rendszert, hogy csak oda fújunk, ahol gyomnövény van. A másik nagy előnye, hogy a drón egy nagyobb eső után már tud a területen dolgozni, mert nem számít mennyire puha a talaj, ellentétben a szántóföldi géppel, amivel egy nagyobb eső után akár 3-4 napig se tudunk rá menni a talajra.

Javaslatként mindenképp úgy látom, és a kérdőívem ilyen szempontból egészíti ki a mérési eredményt, hogy hiába jár a drón jóval kisebb beruházással (ami tudja ugyanazokat a precíziós

technológiákat, mint a hagyományos permetezőgép) a termelők még is együtt a kettőt kombinálva használnák és oldanák meg a növényvédelmi problémákat. A másik olyan probléma, amit észrevettem, és felvilágosított, hogy a kitöltők nagy százaléka 18-25 év korabeli. Ők vannak teljes mértékben tisztában a drón technológiával, tehát javaslatként, mindenképp, tudnám javasolni, hogy előtérbe kéne helyezni az idősebb generációnak is, hogy jobban meg tudják ismerni ezeket az új technológiákat, és lássák, hogy van benne potenciál. Az idősebb generáció nehezebben vált egy megszokott elemről egy másikra, így gyakorlati oldalról kell nekik meg mutatni. Úgy gondolom, ha a drón logisztikája egyszerűbbé és gyorsabbá válik, és nagyobb méretű drónok is a piacra kerülnek, amik nagyobb keretszélességgel rendelkeznek akkor nagy teret tud hódítani a drónos permetező technológia. Mellesleg sokkal költségkímélőbb, mint egy hagyományos szántóföldi növényvédőgép. Ehhez szükséges az, hogy megfelelő mennyiségű pilóta legyen a piacon, akik ezeket a pilóta nélküli légi járműveket kezelni fogják, ami szintén a jövőben meghatározó elem lesz. Utolsó meglátásként, úgy gondolom, hogy a legfontosabb a környezetünk és az emberiség, így törekednünk kell arra, hogy minél kevesebb növényvédőszeret használjunk fel, és ha fel is használjuk csak oda és arra a felületre, ahova szükség van, így tudnánk csökkenteni az ökológiai lábnyomunkat.

6 Összefoglalás

Összefoglalva a szakdolgozatom végén, próbáltam olyan témát választani, ami innovatív téma, és meghatározó lesz a jövőben. Úgy gondolom, hogy a drónok szerepe már most nagy a mai modern növényvédelemben és mezőgazdaságban. Viszont sok adat hiányzik még, arról és itt első sorban a növényvédőszeres kísérletekre gondolok, hogy milyen hatékony a növényvédőszer drónnal kijuttatva. Viszont ezekre a választ csak később fogjuk tudni megkapni. Célom az volt, hogy szerettem volna egy innovatív témát választani, ami most jelenleg meghatározó a mezőgazdaságban és a növényvédelemben. Célom a dolgozattal az volt, hogy rá mutassak arra, hogy a drón technológiában és a drón permetezőben mennyi potenciál van, mennyi a taposási kárunk, ha egy hagyományos permetezőt használunk, vagy éppen az által már mennyi termés kiesésünk van, mennyi a terület teljesítményünk, illetve fontos még az, hogy milyen költséggel kell számolni egy drónnal és egy hagyományos szántóföldi permetezővel. Kísérletemben sikerült egy látványos repce állomány szárítást animálni vízzel, amivel már a kísérlet során látszott látványosan mennyire nagy taposási kárt végez egy hagyományos szántóföldi vontatott növényvédelmi gép. Megtapasztaltam, milyen a monitoringozás és a tábla szerkesztés ahhoz, hogy a pilóta nélküli légi jármű hibátlanul tudjon végig repülni a táblán. Ezek mind a drón technológia alapjait képezik. Megtapasztaltam, azt is, hogy milyen logisztikai járművek kellene egy drónos technológiához, milyen szaktudás és hozzáértés, védőtávolságok, mennyi mindennek egyezni kell, hogy minden jól működjön. A mérési eredményemet kiegészítettem egy kérdőível, amiben nagy segítségemre volt Magyarország két Dj-i partner cége, a Planta Drone Kft, és az ABZ drone. Arra voltam kíváncsi, hogy hiába az összehasonlító elemzés, ha a termelők nincsenek teljesen tisztában ezzel a technológiával. Ezért egy 14 kérdésből álló kérdőívet állítottam össze a Planta Drone Kft. segítségével. A kérdőívem sok érdekes témára rá mutatott a két technológia között, ugyan is a termelők nagy része továbbra is megtartaná a hagyományos növényvédelmi gépet és használná taposási kár mellett, hiába a magas beruházási költség. Egyelőre a drón technológiával inkább az önjáró permetezőgépet váltanák ki. A magas növényállományba használnák első sorban, tehát amíg befér a szántóföldi vontatott permetezőgép addig az állomány nagyságig használnák a szántóföldi vontatott permetezőt.

Összeségében elmondható, hogy ez a technológia lesz a jövő technikája, ha teljesen beérik az egész technológia, és meghatározó lesz a mai modern növényvédelemben. Viszont a termelők inkább a kettő kombinációját használnák jobban és ez első sorban a terület

teljesítményből adódik. Elmondható, hogy ha drón technológiával szárítjuk az állományt, akkor jóval több bevétel marad nálunk, mint ha hagyományos növényvédelmi géppel végezzük, amit jelenleg a mai felvásárlási árak nem kompenzálnak. Ahogy fejlődik és amilyen gyorsan ez a terület, én úgy gondolom nagyon hamar elérhetünk arra a szintre, hogy a termelőknél is felváltja a permetező drón a mai hagyományos permetezőgépeket, de ehhez olyan terület teljesítményre van szükség, mint egy hagyományos permetezőnél, legalább annyi humán szükségletre, és nem utolsó sorban a logisztikának kell felgyorsulnia. A végén szeretném meg köszönni a Planta Drone Kftn-nek, az ABZ Drone-nak, és a SI-TI Kft.nek akik nélkül nem jöhetett volna létre ez a szakdolgozat.

7 Irodalmi jegyzék

7.1 Tankönyvek folyóiratok

- Daniel L., J.Agnishwar, R.Vijayakumar (2023): *Drone Technology In Agriculture For Surveillance And Inspection.Spray Treatment*, Centre for Research, Garuda Aerospace Pvt Ltd, Chennai, India. 1253(3): 1253-1263
https://www.researchgate.net/publication/372952291_DRONE_TECHNOLOGY_IN_AGRICULTURE_FOR_SURVEILLANCE_AND_INSPECTION
- Gaál M.-Illés I. (2020): *A Precíziós Szántóföldi Növénytermesztés Nemzetközi Helyzete Vizsgálata* In: Gaál M.-Illés I.(szerk.) *A Precíziós Szántóföldi Növénytermesztés Helyzete És Ökonómiai Vizsgálata*, NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest, 153p., 21.p.
- Gaál M.-Illés I. (2020): *A precíziós szántóföldi növénytermesztés nemzetközi helyzete vizsgálata* In: Gaál M.-Illés I.(szerk.) *A precíziós szántóföldi növénytermesztés helyzete és ökonómiai vizsgálata*, NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest, 153p., 26.p. 30.p.
- Geographic Information System Technology—A Review, *Precision Farming, MDPI journal Remote sensing*, 35(6): 1-35
https://www.researchgate.net/publication/374868326_Advancements_and_Applications_of_Drone-Integrated_Geographic_Information_System_Technology-A_Review
- Gerard S. (2018): *An Eye In The Sky For Agriculture The Drone Revolution*. In: Gerard S. (szerk) *E-Agriculture In Action Drones For Agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union, Bangkok, 126 p., 13p. <https://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf>
- Gerard S. (2018): *An Eye In The Sky For Agriculture The Drone Revolution*. In: Gerard S. (szerk) *E-Agriculture In Action Drones For Agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union, Bangkok, 126 p., 14p. <https://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf>
- Gerard S. (2018): *An Eye In The Sky For Agriculture The Drone Revolution*. In: Gerard S. (szerk) *E-Agriculture In Action Drones For Agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union, Bangkok, 126 p., 15p. <https://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf>

- Gopal D., Purba G. (2020.): *Application Of Drone In Agriculture: A review, Spraying*, International Journal of Chemical Studies, 184(3): 181-187
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/91187580/S-8-5-34-440-libre.pdf?1663466095=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DApplication+of+drone+in+agriculture+A+re.pdf&Expires=1699031469&Signature=g68ghVfjVizRPc9IFe6foEVp1KI8RYW1J7kWzpc97-XQ5Z1b37~iyW5bbIkmlXMDUVDYU0X7H5tHZbagRpePW5qsY3ZNvcVso7T3rWzbkHgPn8icq8bwbjxh5VxzABJYjp~Q6s54Gr05OoCV72ILMQY1BcI9f-DWAgVBoZ-1aUMajfIncMjRvPCPgSSHvU8SUxK-S9EVroWFP2JT126qJLquDaCwwAL6nJytXM7INpD49Of81T-yPiyZUCt5h45w9na-W9duOOCYjCzxBNjf4BlAD7f1G675lCqivn4qk1311zGaUhUZDKiiLdtqbJqB9WCEfolPT4CuCW~IYEWA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>
- H Pathak, Gak K., SD Mohapatra, BB Gaikwad, J Rane (2015): *Crop Spraying* In: H. Pathak (szerk.) *Use Of Drones In Agriculture: Potentials, Problems And Policy Needs*, ICAR-National Institute of Abiotic Stress Management Baramati, Maharashtra 413 115, India. 19p. 7.p <https://niasm.icar.gov.in/sites/default/files/pdfs/Use-of-Drone-in-Indian-Agriculture.pdf> Letöltés: 2023.10.03
- Hagymássy Z. (2019): *Korszerű Gépesítési Megoldások A Növényvédelemlél.* In: Pepó P. (szerk.) *Integrált Növénytermesztés I.-Általános Növénytermesztési Ismeretek*, Mezőgazda lap és könyvkiadó, Budapest, 336p.,202-203.p.
- Hagymássy Z. (2019): *Korszerű Gépesítési Megoldások A Növényvédelemlél.* In: Pepó P. (szerk.) *Integrált Növénytermesztés I.-Általános Növénytermesztési Ismeretek*, Mezőgazda lap és könyvkiadó, Budapest, 336p.,202-203.p
- Hagymássy Z. (2019): *Korszerű Gépesítési Megoldások A Növényvédelemlél.* In: Pepó P. (szerk.) *Integrált Növénytermesztés I.-Általános Növénytermesztési Ismeretek*, Mezőgazda lap és könyvkiadó, Budapest, 336p.,202-203.p
- Hagymássy Z. (2019): *Korszerű Gépesítési Megoldások A Növényvédelemlél.* In: Pepó P. (szerk.) *Integrált Növénytermesztés I.-Általános Növénytermesztési Ismeretek*, Mezőgazda lap és könyvkiadó, Budapest, 336p., 203.p

- Kelly J., Maddalon, Jeffrey M. Neogi, Natasha A. Verstynen, Harry A. Buelow, Barry McCormick, G. Frank (2015): *Mock Certification Basis For An Unmanned Rotorcraft For Precision Agricultural Spraying*, National Aeronautics and Space Administration Langley Research Center Hampton, Virginia, 8(18) 1-127
- Lehoczky É. (2010): *Precíziós Gyomszabályozás. Valós Idejű Permetezésvezérlés*, Pannon egyetem, Keszthely, 250p.,230p.
- Limin L., Yajia L., Xiongkui H., Weihong L., (2022): *Introduciton: Precision Variable-Rate Spraying Robot By Using Single 3D LIDAR In Orchards*, MDPI, Agronomy, China, 1(1): 1-23
- Md. Muzakkir Q. Baqer Al-R. Khalid K.,Md.S. Sami El F.(2023): *Advancements And Applications Of Drone-Integrated*
- Rana H., Jaloliddin Y., (2023): Literature Survey,: *The Role Of Drone Technology In Agriculture, Research Focus, Uzbekistan, 25(2) 24-28*
<https://refocus.uz/index.php/1/article/view/100/77> Letöltés 2023 10.03
- Reisinger P. (2007), *Precíziós Növényvédelem*. In:Reisenger P. (szerk) *A Precíziós Mezőgazdaság Módszertana*, MTA-TAKI kiadó, Szeged, 239 p., 77-78.p
- Subhranil M. (2021): *Introduction*. In: Subhranil M. (szerk.) *Drones For Intelligent Agricultural Management- 21p. 1p.*
- Szalma E. (2021): *Combining Uav-Based Zone Spraying And Vra Technology To Achieve A 50% Chemical Decrease For Eu's Green Deal.*, Spot Spraying With Drones: Using Technology to Cut Herbicide Use in Half, DJI, <https://ag.dji.com/case-studies/dji-ag-case-en-herbicide?fbclid=IwAR2mwP6Uce4Si3ckJDcWPY4OOVWUM9cswyBm8z0v4bBPJqdpCsBXGwqmpyE>
- Szendrő P. (2000): *Növényvédelmi Gépek, Növényvédelmi Eljárások,Anyagjellemzők.*. In: Szendrő P. (szerk) *Mezőgazdasági Gépszerkezettan*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 678 p., 187 p. 189 p.
- Szendrő P. (2000): *Növényvédelmi Gépek, Növényvédelmi Eljárások,Anyagjellemzők.*. In: Szendrő P. (szerk) *Mezőgazdasági Gépszerkezettan*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 678 p., 190 p.

Szendrő P. (2000): *Növényvédelmi Gépek, Növényvédelmi Eljárások, Anyagjellemzők.* In: Szendrő P. (szerk) *Mezőgazdasági Gépszerkezettan*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 678 p., 190 p

Tamás J. (2020) *Berendezkedés A Precíziós Mezőgazdaságra*. In: Tamás J. (szerk.) *Adatgyűjtés A Precíziós Mezőgazdaságban*, Debreceni Egyetem, Debrecen, 85p. 30.p

Verőné W., Végső F., (2010): *Földhasználati Tervezés És Monitoring, A Távérzékelés Szerepe A Precíziós Mezőgazdaságban*, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Sopron, 20p. 10p.

7.2 http-s hivatkozások

http1: Hegyi N. ABZ Drone Új fejezet a permeteződrónok történetében <https://agraragazat.hu/hir/palyazat-mezogazdasagi-dronokra-mezogazdasag/> 2021 július

http2: Hegyi N. ABZ Drone Új fejezet a permeteződrónok történetében <https://agraragazat.hu/hir/palyazat-mezogazdasagi-dronokra-mezogazdasag/> <https://yamahamotorsports.com> 2021.július

http3: Büdi K. / NAK DSZTFI A dróntechnológia múltja, jelene és jövője a magyar mezőgazdaságban: <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/mezogazdasagi-termeles/101299-a-drontechnologia-2020-02-21> 2020.Február

http4: [gepek/20230210/most-mar-biztos-teljesen-atalakul-a-permetezes-magyarorszagon-42386](https://www.agrarszektor.hu/gepek/20230210/most-mar-biztos-teljesen-atalakul-a-permetezes-magyarorszagon-42386) <https://www.agrarszektor.hu/gepek/20230210/most-mar-biztos-teljesen-atalakul-a-permetezes-magyarorszagon-42386> 2023. február

http5: [kiadvanyok/8-milliard](https://ksh.hu/s/kiadvanyok/8-milliard/) <https://ksh.hu/s/kiadvanyok/8-milliard/> 2022 2022

http6: [agrarhirek/agrarkozelet/tulnepesedes-mi-lehet-a-kulcsa-a-fenntarthato-elelmezesnek](https://agroforum.hu/agrarhirek/agrarkozelet/tulnepesedes-mi-lehet-a-kulcsa-a-fenntarthato-elelmezesnek) <https://agroforum.hu/agrarhirek/agrarkozelet/tulnepesedes-mi-lehet-a-kulcsa-a-fenntarthato-elelmezesnek/> 2019. november

http7: <https://www.horsch.com/en/products/crop-protection/leeb/leeb-v1> 2023

http8: <https://mezohir.hu/2022/01/20/agrar-hardi-singlenozzlecontrol-mezogazdasag/> 2022 01 20

5.ábra Szendrő P. (2000): *Növényvédelmi gépek, Növényvédelmi eljárások, anyagjellemzők.* In: Szendrő P. (szerk) *Mezőgazdasági gépszerkezettan*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 678 p., 219 p

http9: DJI Agras T10 és T30 mezőgazdasági permetező drón bemutató https://www.youtube.com/watch?v=fC_-6FprO2g 2021.06.08

http10: Dr. Dimitrievits György okl. mezőgazdasági gépészmérnök Jordán László okl. agrármérnök, növényvédelmi szakmérnök, ügyvezető, tanácsadó, J-Óbor Agro Kft. Dr. Gulyás Zoltán okl. környezetgazdálkodási agrármérnök, növényvédelmi mérnökszakértő, Nébih MGEI FGO, A jogszerű drónos növényvédelem jelenlegi helyzete és jövőbeni kilátásai <https://agraragazat.hu/hir/agrar-dron-permetezodron-repules-szakkepzes-mezogazdasag/>

http11: Magyarországon elsőként egy rovarölő szert juttathatnak ki drónnal <https://portal.nebih.gov.hu/-/magyarorszagon-elsokent-egy-rovarolo-szert-juttathatnak-ki-dronnal> 2023 08.15

http12: agribotix.com <https://www.fao.org/3/I8494EN/i8494en.pdf>

http13: Drones for Intelligent Agricultural Management :https://www.researchgate.net/publication/351998709_Drones_for_Intelligent_Agricultural_Management 14p

http14: Csurja Zs. óvári precíziós mezőgazdasági szakmérnök, Ezért kincs az agráradat – 5. rész: Távérzékelés, növénymonitoring, drónok <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2021/06/gepesites/ezert-kincs-az-agraradat-5-resz-taverzekeles-novenymonitoring-dronok> 2021 június

http15: Szalma E. (2021): Spot Spraying With Drones: Using Technology to Cut Herbicide Use in Half <https://ag.dji.com/case-studies/dji-ag-case-en->

8 Ábra és táblázatjegyzék

1. ábra A Yamaha Rmax munka közben belsőégésű motorral és helikopter formával. 1p.
2. ábra DJI-T30 akkumulátorral felszerelt permetező drón. 2.p
3. ábra Az önjáró hidas permetezőgépeknél ilyen egyedülálló légrúgót használnak. 5p.
4. ábra Légzsákos permetezőgép működés közben. 7.p
5. ábra A hagyományos szántóföldi permetezőgép szórásképe 9p.
6. ábra DJI T 30-as drón szórásképe látható 10p.
7. ábra A drón repülési útvonala látható a képen. 11p.
8. ábra NDVI működése 13p.
9. ábra Permetező drón működése egy folyamat ábrán 15p.
10. ábra Ezen a képen már a növényvédelmi beavatkozás látható 18p.
11. ábra Az eredmény A Planta Drone kísérletében 18p.
12. ábra DJ-i T20--as drónt látunk a képen 20p.
13. ábra A DJ-i T20-as drónja és a FENDT és Berthoud kapcsolat 21p.
14. ábra A képen a taposási kár látszik 22p.
15. ábra A laptopon a tábla és a repülési útvonal látszódik 23p.
16. ábra A laptopon épp a tábla feldolgozása zajlik 24p.
17. ábra Időjárást mutatót app 25p.
18. ábra Képen látható a drón irányítója, egy RTK antennával 26p.
19. ábra A képen a kísérletben szereplő drón látható már munkahelyzetben 27p.
20. ábra Itt pedig a drónnal való repülés látható a szántóföldi permetező után 28p.
21. ábra Látható ahogy a kísérletben a drón fújja a vizet repcére 29p.
22. ábra A képen látható a gép hasmagassága 30p.
23. ábra A Táblázat A Drón Technológia És A Vontatott Szántóföldi Technológia mérési eredményeit mutatja 2023 35p.
24. ábra Taposási kár szemléltetése 35p.

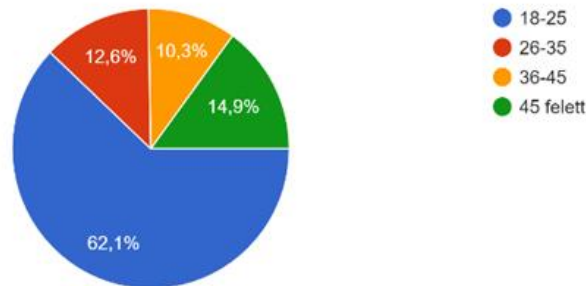
25. ábra Mérési adatok ki mutatója diagrammon.36p.
26. ábra Napi területteljesítmény látható az ábrán. 37p.
27. ábra 500 hektárra vetítve a két technológia 37p.
28. ábra Az első kérdés korszerinti megoszlás 54p.
29. ábra Taposási kár kérdőív 38p.
30. ábra Talajállapottól való munkavégzés kérdés 54p.
31. ábra Beruházási költség 39p.
32. ábra Taposási kár felmérése. 39p.
33. ábra Terület teljesítmény kérdőív40p.
34. ábra Permetező drón használat kérdőív 40p.
35. ábra Szabályok tisztázódása kérdőív.41.p
36. ábra Green Deal 41p.
37. ábra Növényvédelmi képzések 54p.
38. ábra Jövőre néző kérdés kérdőív 42p.

9 Mellékletek

9.1 Képek

Az ön kora

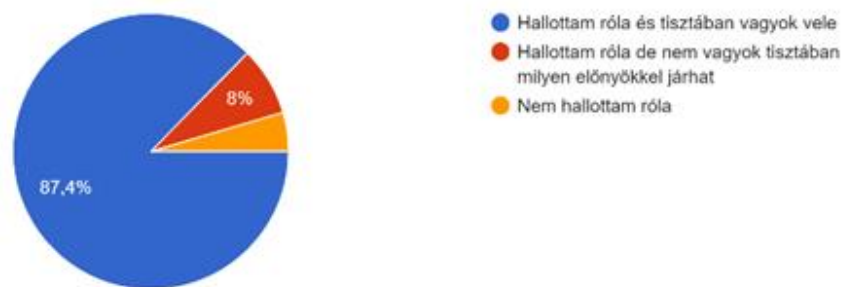
87 válasz



28. ábra A kor szerinti megoszlás látható. Forrás: Saját adatok

Tudta-e hogy a talajállapottól függetlenül tud munkát végezni?

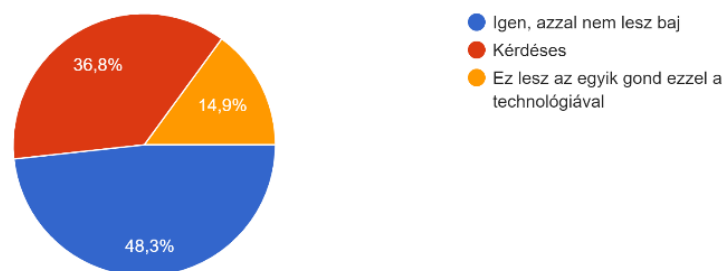
87 válasz



30.. ábra Talajállapottól való független munkavégzés. Forrás: Saját adatok.

Jövőre nézve, ön szerint lesz elég olyan pilóta akik akár az egész országot le fedjék drón technológiában?

87 válasz



37. ábra Képzésekre irányuló kérdés



39.. ábra Itt pedig a repce tábla látható ahol a kísérletet végeztük Forrás: Saját kép



40.ábra A két kísérleti technológia látszik a képen, 2023, Bozó Á.

10 Köszönet nyilvánítás

Szakedolgozatom végén, szeretnék köszönetet mondani, azoknak, akik nélkül ez a szakdolgozat nem jött volna létre. Szeretném megköszönni a belső konzulensemnek Dr. Kovács Gergő Péternek a munkáját, aki végig segített a dolgozatomban, és ha problémám adódott mindig fordulhattam hozzá. A Dji dróngyártó Magyarországi cégének a Planta Drone Kft-nek és az ügyvezetőjének Gyovai Szabolcsnak, aki nélkül a terep mérések és a drón repülés nem valósulhatott volna meg, illetve a kérdőív megalkotásában is nagyon nagy segítségemre volt. Továbbá köszönetet mondok a SI-TI KFT. ügyvezetőjének Kucsár Tibornak, hiszen ők biztosították a repce táblát a kísérlethez, illetve a szántóföldi vontatott növényvédelmi permetezőgépkapcsolatot. Az ABZ drone-nak, akik segítettek abban, hogy a kérdőívemet minél többen kitöltsék és megismerjék, és Csuvár Árpádnak az ABZ Drone értékesítőjének, aki segített a kérdőív népszerűsítésében.

11 Nyilatkozatok

11.1 Hallgatói nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: BOZÓ AKOS
A Hallgató Neptun kódja: G1FB8Z
A dolgozat címe: DRÓNOK HELYZETE ÉS SZEREPE A MAI MODERN NÖVÉNYVÉDELMEBEN
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYTERMESZTÉSI -TUDOMÁNYOK
A konzulens tanszékének a neve: AGRONÓMIA

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.

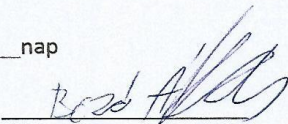
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: 2023 év NOVEMBER hó 02 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

11.2 Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

BOZÓ AKOS (név) (hallgató Neptun azonosítója: G1FB8Z)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot 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 javaslom¹.

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

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

42. ábra Konzulensi nyilatkozat