



SZAKDOLGOZAT/ DIPLOMAMUNKA

PRECÍZIÓS NÖVÉNYVÉDELEM DRÓNOK HASZNÁLATÁVAL



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Althöfner István

Szaktervezési száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T000678/FI12904/A-G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: precíziós gazdálkodási szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: Precíziós növényvédelem drónok használatával

A dolgozat címe angolul: Precision plant protection with drones

A feladat részletezése:

1. Szakirodalom alapján foglalja össze a precíziós növényvédelmi megoldásokat!
2. Mutassa be a precíziós növényvédelemben használt eszközöket, különös tekintettel a drónokra!
3. Ismertesse a táblán belüli térképezést és a helyspecifikus kijuttatást a gazdálkodásban!
4. Kérdőíves felmérés alapján elemezze a gazdák hozzáállását a permetező drónokhoz!
5. Értékelje az eredményeket, és tegyen javaslatot a bemutatott módszer gyakorlati alkalmazására!
6. Végezzen el egy kritikus elemzést arra vonatkozóan, hogy a jelenleg elérhető permetező drónok közül melyik típussal lehet a leginkább hatékony a védelem!

Intézményi konzulens neve: Balázsik Valéria

Külső konzulens neve: Szabó József

Munkahelye: XAG HUNGARY

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 15.

Beadási határidő: 2022. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2022. 10. 17. P.H



[Handwritten signature]

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2022. 12. 15.

[Handwritten signature]

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar
Mérnöki/Geoinformatikai/
Természettudományi és Szoftvertchnológiai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Mány, 2022.12.15.


hallgató aláírása

Tartalom

1. Bevezetés	5
2. Precíziós növényvédelem	7
Adatok feldolgozása és elemzése	9
Helymeghatározás	9
Sebességarányos kijuttatás	12
A permetező drón jogszabályi háttere	12
Legális permetező drón használat	13
Drónnal történő növényvédelem alapjainak szereplői:	14
Növényvédelmi kezelések	14
A növényvédő szerek drónos kijuttatása és az ULV technika előnyei	15
SZABÁLYOZOTT CSEPPKÉPZÉS	18
Vannak olyan esetek amikor nem ajánlott a drónos permetezés!	20
Drónok engedélyezése	20
Drón monitoring	21
Drónnal végezhető vizsgálatok, felmérések:	22
3. Anyag és módszer	24
Drónnal történő térkép készítés	24
Permetező drón használata	25
4. Eredmények	29
Gazdák által művelt területek	29
Növényvédelmi munkával kapcsolatos tevékenység.	32
Permetező drón jogszabályi háttere.	33
Gazdák ismerete a drónok világában.	35
5. Következtetések	40
6. Javaslat a technológia megismerésére és a megfelelő permetező drón kiválasztására	41
7. Összefoglalás	43
8. Summary	45
9. Irodalomjegyzék	47

1. Bevezetés

Az összes mezőgazdasági folyamatba való beavatkozás elképzelhetetlen a termőtalaj megfelelő ismerete nélkül. Ezzel minden kis és nagy gazdálkodó tisztában van. Igyekeznek a művelt területeket közel azonos méretű táblára felosztani, hogy művelni tudják a kiválasztott agrotechnikával. Az iparszerű mezőgazdaság a 80as években további blokkokra osztotta, de a termőterület heterogenitását nem, vagy csak részben vették figyelembe. Nem csak óriási energiaforrás (üzemanyag) ráfordításával, hanem a környezet veszélyeztetésével (fel nem használt anyagok) értek el magasabb termésátlagot. A hanyatló mezőgazdasági hatékonyság, a környezeti és energia válság, a támogatások csökkenése, a lakosság egyre növekvő éhezés, szegényedés rámutatott, hogy a mezőgazdaság nem csak helyi szinten, hanem globális szinten is válságban van. Amíg Nyugat-Európában a föld britok nemzedékről nemzedékre száll és művelik a saját területet, addig Magyarországon szokatlan módon a nemzeti föld vagyon túlságosan gyakran cserél gazdát. Az elmúlt 10 évben a hazai birtokviszony rendeződni látszik, nagyságrendileg 1,5 millió tulajdonos kapta vissza földbirtokát. A mezőgazdaság globális szinten nem hagyhatja figyelmen kívül az új termelési rendszert, mely manapság egyre jobban kezd terjedni és a jövőt is ez az újítás határozza meg. Számos olyan megoldással próbálták kezelni a válságot, mint például bio gazdálkodás, alacsony költségvetésű termelés. Azonban probléma, hogy a termőterületi adottságok, a gazdasági okok vagy a termesztéstechnológia miatt korlátozottak a lehetőségek. A nagy áttörés az Információ Technológia tömeges elterjedésével érték el. A mezőgazdaságban az Információ Társadalomnak a továbbfejlesztéséből jött létre a precíziós mezőgazdaság. (Tamás, 2019)

A világ népessége évente 75 millió fővel növekedik és 2025 a Föld lakosságának száma elérheti a 8 milliárdot. A népesség növekedés miatt fogynak az egy főre jutó erőforrások, ezért a következő években-évtizedekben kb. 70 %-kal kell növelni az élelmiszer termelést. (Tamás, 2019)

Precíziós gazdálkodás az Amerikai Egyesült Államokból indult a 80-as években, amikor a kutatók talajmintavételezéssel állapították meg a különböző összetételű műtrágya kijuttatást. Ez a fajta gazdálkodás mód az elmúlt 5 évben vált igazán elterjedté köszönhetően a technológiai fejlődésnek és a műholdak által szolgáltatott pontos adatoknak.

A pilóta nélküli növényvédőszer kijuttatására alkalmas légi járművek leginkább Dél-Kelet Ázsiában terjedtek el. Dél-Koreai mezőgazdasági területek 30 %-án már drónokat használnak. Ennek a dombos területek és a nagy sár az oka, így lehetséges a megfelelő vegyszeres növényvédelem. Más, hagyományos gépekkel ellentétben jobban megtérül a drónos növényvédelem. Folyamatos fejlődésen megy keresztül az elmúlt években ez a technológia, intelligensé, gyorsá, költséghatékonyá, automatizálttá vált. Képesek a megfelelő dózisú műtrágyát, fungicideket, herbicideket rovarölő szereket kijuttatni a területre. (Hatházi, 2022)

Sokan ismerik már a technológiát, de nem tudták legálisan használni. 2022-ben a szabályozások lassan lehetővé teszik a drónok használatát. Egyre többen látják be, hogy költséghatékonyabban és a 6-10% taposási kárt nullára csökkenteni. Nemcsak a környezetet lehet óvni, hanem az emberi egészséget is. Növényvédelmi drónokat egy vagy két ember tökéletes biztonságban tudja működtetni, mivel automatikusan képes permetezni előre beállított útvonalon. ([http2](#))

2. Precíziós növényvédelem

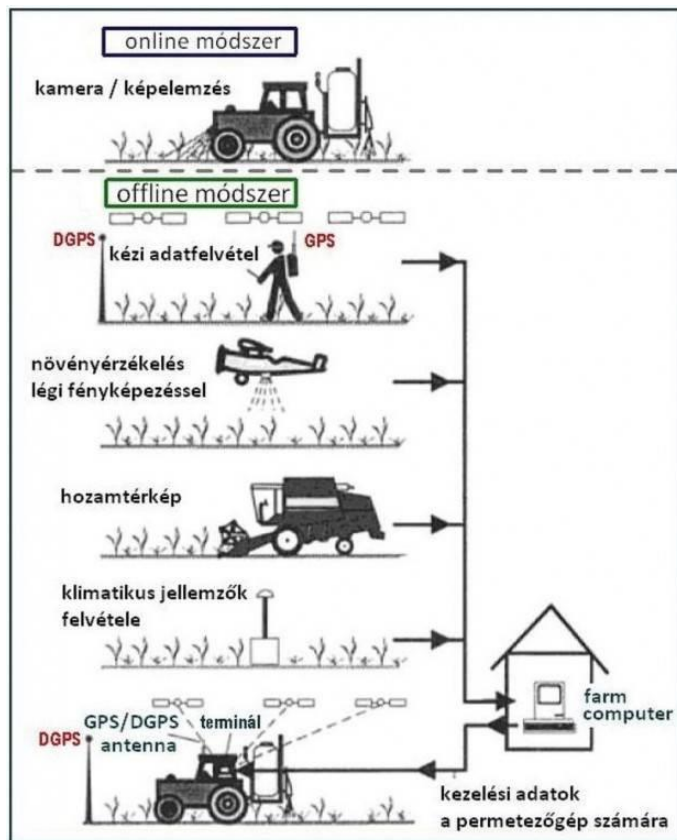
A termőterületen megjelenő növényi károsítók leginkább heterogén megjelenésűek. A precíziós növényvédelemnek a célja, hogy ezeknek a megjelenését nyomon kövesse, a termőhelyen a károsító szervezetek előfordulási helyének a meghatározása és a megfelelő védekezési technológia kiválasztása és alkalmazása. (Pályi, 2019)

Vannak olyan esetek, amikor egy művelés alatt álló területen nem túl jelentős, vagy a kártételi küszöb alatt van a károsító mennyisége. Ebben az esetben a védekezés elhagyható lokálisan, így költséget lehet megtakarítani és a környezetre jótékony hatással van, mivel kevesebb peszticid kerül kiszórásra. A térinformatika által használt hely azonosítókkal pontosan meg lehet jelölni, hogy a károsítók merre helyezkednek el és időazonosító segítségével pontosan be lehet határolni, hogy térben és időben merre mozognak. Egy adott területen lehetőség van más tulajdonságokkal összefüggésben lévő tényezők megfigyelésére is. A gyomnövények a táblákon belül stabil helyet foglalnak el, ezzel szemben a növényi kártevők, károsítók, kórokozók megjelenése térben és időben jelentős változást mutatnak. (Pályi, 2019)

Magyarországon egyre többen foglalkoznak a növényi betegségek és azoknak környezeti összefüggéseinek vizsgálatával. Ennek eredményeként térinformatikai eszközöket használva kidolgoztak egy olyan felvételezési módszert, mellyel rögzíteni lehet a növények betegségeinek helyspecifikus megjelenését. Nem csak a károsítókkal, hanem a rovarokkal szemben folynak kutatások. Több éves térinformatikai kutatás munkájaként keresik a talajban élő kártevők, a pajorok-drótférgek közötti meghatározó összefüggéseket. A precíziós növényvédelem 3 fő alkalmazási területet határoz meg:

- Térinformatikai adatoknak a feldolgozását és elemzését.
- Emelt szinten automatizáltan és helyspecifikusan történő területi munkavégzést.
- A megfigyelt növényeket károsító és a növényvédelem során rögzített adatok és jelenségeik precíz és folytonos idő- és hely meghatározását.

Ez a 3 alkalmazási terület online és offline eljárással valósulhat meg.



1.ábra Online és offline helyspecifikus vegyszerkijuttatás. (Forrás: Agro Naplo, 2019)

Online módszer esetében adatfelvételezés megtörténte után azonnal megkezdődik az adatok elemzése. A feldolgozás után egyből a védekezést végző eszközre továbbítja a parancsot. Ennek az eljárásnak az alapja az egész területre történő felvételezés adatok archiválása. Így nem csak pontos információ lehet kapni a termőhelyen lévő károsítók előfordulásáról, hanem megvalósítható egyidejűleg a védekezés is. Az adatok gyűjtése és tárolása, azért fontos, mert bizonyos esetekben nem kivitelezhető egy időben a felvételezés. Ekkor az adatbázisra építve kell meghatározni a növényvédelmet. (Pályi, 2019)

Offline módszer esetében külön történik időben az adatok gyűjtése, elemzése és a parancs végrehajtása. (Pályi, 2019)

Adatok feldolgozása és elemzése

Minden növényvédelmi műveletet a termőterületről szerzett fertőzési adat határoz meg. Ez az adott terület bejárásával, illetve GPS eszközökkel lehetséges. A gyomok feltérképezése kézi adatrögzítővel végezve igen időigényes feladat. Ezzel szemben az elektromágneses sugarakkal végzett vizsgálatoknak sokkal nagyobb a szerepe. Vannak a passzív távérzékelési eszközök, ilyenkor a Napból érkező sugarakat a föl felszínről visszaverődő sugarakat szenzorok segítségével érzékelik, míg az aktív távérzékelési eszközök esetében az érzékelők által kibocsátott sugarak verődnek vissza a felületről energia formájában. Ezek a műveletek elvégezhetőek traktorra vagy más földi munkagépre szerelt szenzorokkal, műholdakkal, légi távérzékeléssel. (Csapó, 2020)

Egyre jobban előtérbe kerül a pilóta nélküli légi járművekkel, illetve drónokkal készített felvételezés. Minden tárgynak meg van a maga sajátos színe, amely mutatja az elnyelést és visszaverődést. A látható vörös sugarakat a klorofill tartalmuk miatt a zöld növények gyengén verik vissza, míg a közeli infravörös sugarakat erősen. A normalizált differenciál vegetációs index számításánál is ezeket használják, $NNDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$. A közeli infravörös a (NIR), a látható vörös tartományban (R) visszavert sugarak. A gyomnövények ezekkel az indexekkel detektálhatóak. A növényfajok elkülönítése a közeli infravörös tartományban visszaverve a növényi szövetek felépítésével meghatározó. Infravörös kamerával a kártevők és a betegségek okozta sérüléseket lehet vizsgálni, mivel a kárt ért növények hőmérséklete pár fokkal megemelkedik. Nagy felbontású kamera segítségével lehetséges a gyomnövényekről képet készíteni, melyet a gépre szerelt számítógép feldolgoz. Ezzel a módszerrel lehetséges a kultivátorok pontosan történő soron vezetése és a folt permetezés. (Csapó, 2020)

Helymeghatározás

A precíziós mezőgazdaság meghatározó összetevői: tökéletes pontosságú helymeghatározás, a távérzékelés, valamint a térinformatikai eszközök használata magas szinten.

Európában a kis méretű gazdaságok a meghatározóak, mivel több, mint a 80%-a 20 hektár vagy ennél kisebb. A kis, illetve közepes gazdaságoknak nem áll rendelkezésre a precíziós gazdálkodáshoz szükséges tőke és műszaki ismeret, ezért minél kisebb költségvetésű és olcsóbb karbantartást igénylő szolgáltatást kell megvalósítani. Precíziós gazdálkodást leginkább a 100 hektárt meghaladó területtel rendelkező gazdák használnak, mert ők már rendelkeznek megfelelő bevétellel ehhez a technológiához. Ez azt jelenti, hogy kb. Európa 25 %-a használ precíziós technológiát. (Tamás, 2019)

A precíziós növénytermesztés sok egyéb technológiához hasonlóan a hadipari kutatásokból, fejlesztésekből alakult ki. Mindennek az alapja a specifikus helymeghatározás. Manapság több globálisan működő helymeghatározó rendszer működik: GPS, Glonass, Galileo, BeiDou.

Magyarországon a GPS és a Glonass rendszereket támogatják és használják. A mérés tervezés során is volt róla szó, hogy a GPS önmagában kevés pontosságot tud nyújtani, szükséges még a Glonass használata is.

A vevő berendezések manapság már nem egy rendszert használnak, hanem minimum kettőt, de inkább ennél is többet, sokszor mind a négyet.

Amikor egy rendszert használunk akkor a mérésünk pontossága nagyban függ a mérés időpontjától, hiszen nem mindegy, hogy milyen szögben, és hány műholdat lát a vevő. Ezek a dolgok határozzák meg a DOP értéket, melyet ideális esetben 2 körül kell tartani. Amennyiben csak GPS rendszert használnánk lennének olyan időpontok amikor 2 körüli lenne ez az érték, de kevés ilyen időszak lenne. Általánosan elmondható, hogy a mérés pontossága gyenge vagy közepes lenne csak. (Busics, 2010)

Ahhoz, hogy ezekkel a rendszerekkel pontosabban meg tudjuk határozni a helyet, korrekcióra van szükség. RTK korrekció a legelterjedtebb helymeghatározó rendszer, mellyel a pontosság 2-3 cm. (Egybázisos RTK és Hálózati RTK)

RTK korrekció szükséges a következő mezőgazdasági műveletekhez: vetés, sorközművelés, vegyszeres növényvédelem, trágyázás, betakarítás, kaszálás.

Magyarországon több szolgáltató korrekciója közül lehet választani: EGNOS, OmniStar, Trimble, JD SF1-2, Axiál mAXI-NET, KITE RTK. (Busics, 2010)

A modern, új precíziós megoldásokhoz nagy költség ráfordítással lehet hozzá jutni, ezért még nem terjedt el mindenhol az országban, inkább a nagyobb földterülettel rendelkező gazdaságok alkalmazzák. Aki megteheti, hogy igénybe vegye a különböző

vállalatok által nyújtott szolgáltatásokat, amelyek képesek elvégezni akár molekuláris biológiai vizsgálatokat. Célszerű diagnosztizálni a szaporítóanyagokat is, de ebben az esetben a legfontosabb, hogy kórokozómentesek legyenek. A precíziós megoldások lassú terjedésének az oka a költségesség mellett, hogy ezeknek az alkalmazása nagy szaktudást igényel. (Sojnóczki, 2020)

Minden növénytermesztési technológia elengedhetetlen és nélkülözhetetlen eleme a növényvédelem, ahhoz, hogy maximálisan eredményes legyen a termesztés. Ezzel lehetővé teszi termelés biztonságát és a minőségi termény előállítását. (Sojnóczki, 2020) Hagyományos növényvédelemről ma már nem létezik, mivel már minden növényvédelem precíziósnak számít. Korábban „minden napos” volt a területeken a növényvédő szerek védelem, de a mai világban már célzottan „precízen” juttatják ki a megfelelő szert. Ez az a lényege az integrál növényvédelemnek. (Sojnóczki, 2020)

Fő alkotója a károsítók és a kórokozókelleni védelemhez szükséges növényvédőszer kijuttatásának megfelelő időpontja. Ezt azonban sok tényező befolyásolja. Vannak olyan időjárási tényezők, amelyeket az ember nem tudja befolyásolni, mint például a csapadék, szél, hőmérséklet, páratartalom, ezért nehéz meghatározni a permetezési időt. Továbbá nehezíti a védelmet olyan egyéb technológiai változások, amik a kapacitás leszűkülésével járnak, mivel visszavonnak, illetve korlátozzák egyes növényvédőszer használatát és ennek eredményeképpen növekednek a permetezések száma. Meteorológiai állomások segítségével az adatokat információvá alakítja és így lehet időzíteni a növényvédelmi kezeléseket. A mai szélsőséges időjárási viszonyok nagyban befolyásolják a permetezőgép megfelelő beállításait a megfelelő minőségű növényvédő szerek kijuttatását. Léteznek olyan permetező gépek, amelyek intelligens szenzorokkal vannak felszerelve és ezeknek a funkcióit kihasználva lehetőség van precízen elvégezni a növényvédőszeres kezelést. Kijuttatás tervet kell készíteni a növényvédő szerekhez, ehhez azonban adatokra van szükség. Ilyenek a drónnal történő berepülés során készített kórokozó-, kártevő-, gyomtérkép nagy felbontású űrfelvételek. Lehatárolja a növényvédő szerek differenciált kijuttatását térben és dózisra vonatkozóan. Informatikai szoftverekkel a gyűjtött adatokat átkonvertálva lehet elkészíteni a kijuttatási térképet. (Sojnóczki, 2020)

A permetezés kezdetekor a szakaszolás, műveletek dokumentációja is működésbe lép. **A megművelt területeket, valamint a táblahatárokat a rendszer képes automatikusan**

elmenteni, és továbbiakban újra betölthetőek. Ez azért lényeges, mert amennyiben a terület művelése valamilyen okból kifolyólag be kell fejezni, akkor később visszatérve be lehet fejezni dupla átfedés nélkül. (Sojnóczki, 2020)

2,5 cm-es pontosságú RTK hálózat megvásárlásával biztosított az intelliges funkciók maximális kihasználása. A navigáció pontosan megmutatja, hogy a permetező hol haladt már és hol kell még menni a géppel. Ezzel a technikai megoldással 5-10 %-os területteljesítmény növekedés várható. (KITE,2020)

A technikai fejlődés megteremtette az éjszakai permetezés lehetőségét. Vizsgálatok kimutatták, hogy éjszaka történő permetezésnél akár 40 %-kal lehet több időt tölteni a területen, ami a permetezési időszakban rendelkezésre álló 6 hétben lehetővé teszi a kezeléseknek a lehető legjobb időben történő elvégzését. Navigáció alapján okos rendszerekkel lehetőség van a nehézkes vegyszer bekeverési művelet helyet közvetlenül a növényvédő gép szórókeretébe juttatni a növényvédő szereket. (KITE, 2020)

Sebességarányos kijuttatás

Lehetőség van sebesség arányos permetezésre, ilyenkor a szórófejeket a sebességhez igazítja az optimális cseppméretet. A fordulópontoknál is a keretszakasz ehhez viszonyítva juttatja ki a megfelelő mennyiséget. Átlagolás helyett a felvett területre végzi el a permetezőgép a munkát. (Csapó, 2020)

Egy applikáció segítségével mobiltelefonon vagy számítógépen pontosan nyomon követhető a gépek kihasználtsága, mikor merre jár a gép és milyen feladatot végez, ellenőrizhető az üzemeltetési paraméterek, a permetezőgép sebessége és a minősége. Statisztikát lehet készíteni, hogy az előző nap mennyit dolgozott a gép, mennyi időt töltött munkával. Ezzel a megoldással könnyen lehet szervezni a következő munkákat, illetve növelni lehet a hatékonyságot. (Csapó, 2020)

A permetező drón jogszabályi háttere

Az Agrárminisztérium és az Innovációs és Technológiai Minisztérium közösen együtt működve létrehozta a drónokkal való növényvédőszer kijuttatásáról szóló

jogszabályi hátterét, hogy a gazdáknak lehetőségük legyen a lehető legpontosabban és célzottan kijuttatni drón technológia segítségével a szereket. (NÉBIH, 2022)

Magyarországon a gazdák számára eddig is elérhető volt zárt kabinú légi járművel a tevékenység az Európai Unió által meghatározott kereteken belül. 2022. február 23-án módosításra került a mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről szóló 44/2005. (V.6.) FVM-GKM-KvVM együttes rendelet módosításáról szóló 4/2022. (II.8.) AM rendelet megjelenésével megalakultak a drónnal történő permetezés jogszabályi követelményei.

Legális permetező drón használat

- A rendelet kitér a drónt üzemben tartó-, irányító személyt érintő kérdésekre, emellett tisztázza a biztonságos műveletek elvégzését.

A legális permetező drón használatának a követelményei:

- Mezőgazdasági drón repülést olyan személy végezhet, akit nyilván tartanak a „mezőgazdasági pilóta nélküli légijárműirányító nyilvántartásban”. Ez azonban nem azonos „UAS-üzembentartói nyilvántartással”!
- A NÉBIH által jóváhagyott intézményeknél vizsgaköteles növényvédelmi drónpilóta továbbképzést el kell végezni.
- A permetező drónt kizárólag kijuttatási terv használatával lehetséges. Ezt 30 nappal az első kezelés előtt jelezni kell a megyei kormányhivatalnál.
- A permetezés előtt nap délelőtt 9 óráig jelezni kell a kormányhivatalnak a permetezésre való hajlandóságot. Meg kell adni a főbb személyes és a munkavégzésről szóló adatokat, a szakirányító „FELIR” azonosítóját, valamint az üzemeltető ’LUC’ engedély számát.
- Munkatérkép felhasználása szükséges, mely tartalmazza a kezelésre kijelölt területet, a védőtávolságot és az érzékeny területeket.
- A permetező drónt irányító személynek, vagy az általa megbízott segédnek figyelnie a célterület 5 km-es körzetében zajló időjárási viszonyokat.

- Tilos a permetezés: lakott terület-, állattartó telep-, felszíni víz-, fokozottan védett természeti terület-, szennyvíztisztító telep-, vízbázis védőterülete-, erdőrezervátum felett.
- 3 évig kell megőrizni az összes dokumentációt, amelyek a drónnal történő permetezés során keletkezett.
- Kizárólag a „pilóta nélküli légi járművekre” engedélyezett növényvédő szert lehet kijuttatni a drónnal.

(Magyar Közlöny, 2022)

Drónnal történő növényvédelem alapjainak szereplői:

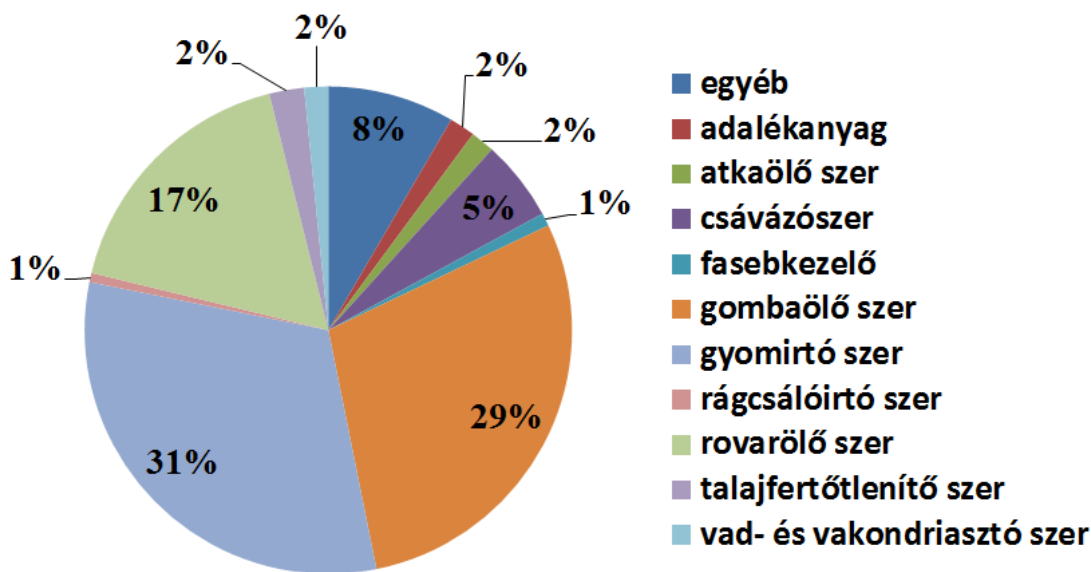
Növényorvos: Ő az személy, aki az adott növényre engedélyezi a betegségek, kórokozók ellen használni kívánt vegyszert és felel a technológia meghatározásáért. Kiírja kijuttatandó anyagot és mennyiséget, melytől eltérni nem lehet. A gazda kiváltja a növényorvos által felírt vegyszer receptet és oda adja a drónt kezelő személynek. Fontos, hogy ellenőrizve legyen az anyag az elsodródás szempontjából. A drónpilótának a felelőssége, hogy a kiírásnak megfelelően juttassa ki a permetlevet ügyelve a megfelelő mennyiségre és hogy elkerülje az elsodrás okozta károkat. Az „AGROMEDIUM” nevű alkalmazás tartalmazza a Magyarországon forgalmazott termésnövelő anyagok legfontosabb adatait és az engedélyezett növényeszek listáját, illetve adatait. Le lehet tölteni mobiltelefonra ezt az applikációt, így mindig könnyen elérhető az információ. (Hatházi, 2022)

Növényvédelmi kezelések

Permetező drónnal a 3 legnagyobb piacba: -Rovarölő

-Gombaölő

-Gyomirtó



2. ábra Növényvédelmi kezelések (forrás: Dronehub Academy, 2022)

Szántóföldi, hidas (önjáró) permetező gépek hátrányai, hogy a permetezéshez sok vízre van szükség, melynek a logisztikáját nehéz megoldani. A kijuttató gépen kívül kell egy másik jármű, ami szállja a vizet a szántóföldre. Sok termelő szenved munkaerőhiányban ezért nehézséget okoz további gépek, eszközök bevonása a növényvédelembe. (Hatházi, 2022)

A logisztikán és az emberhiányon felül is nagyobb gondot okoz a taposási kár. A gép letapossa a termés egy részét, ezen felül tömörödtté, göröngyössé teszi a talajt és hektáronként 8-10% kárt eredményez. A több ezer literes tartállyal rendelkező 18-30 méteres szórókeretes permetezők, legfőképp a hidas gépek okozzák a legnagyobb veszteséget a fordulókban. Ez a kár átlagosan 5-10%-os, de elérheti a 20%-ot is akár. (Hatházi, 2022)

A növényvédő szerek drónos kijuttatása és az ULV technika előnyei

- Az ULV technika miatt a környezeti terhelés kisebb a kevesebb a kijuttatott permetlé mennyiség miatt.

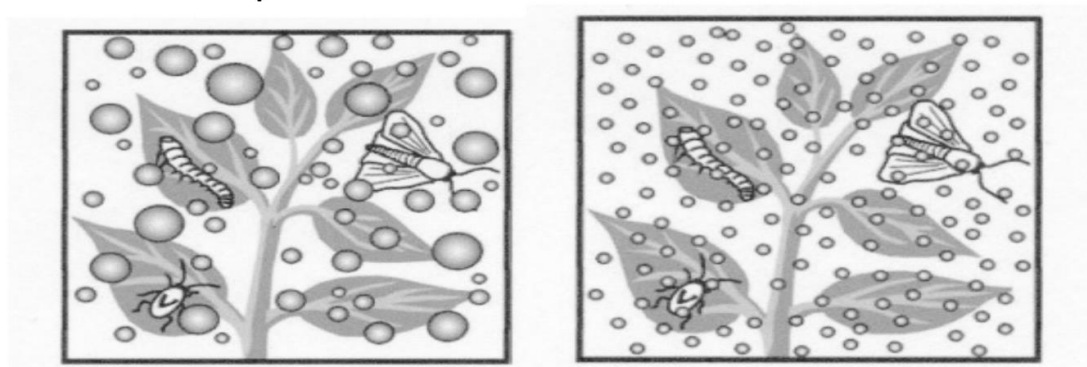
- Elég csak a fertőzött területrészt, illetve annak környezetét permetezni, nem kell az egész területet kezelni.
- Nagy eső után nem kell napokig várni, hogy a felázott talaj miatt rá lehessen menni munkagéppel a területre kijuttatni a vegyszert.
- A növény felületét az 50-100 micronos cseppméretű növényvédőszer tökéletes módon borítja be.
- A hagyományos növényvédelmi eszközökkel szemben ennek a módszernek a legkisebb a kijuttatás összes költsége.
- Elkerülhető a taposási kár
- Precíziós képfeldolgozással pontosan meghatározható a fuzáriumos betegségek, így még korai szakaszban megszüntethetők, ezáltal csökken a toxinok mennyisége a gabonafélékben. Megelőzhető, hogy ezek a káros anyagok bekerüljenek az állati takarmányokba vagy az ember által fogyasztott termékekbe.
- A permetező drónokat egyszerűen lehet szállítani
- Környezetkímélő technika, kevesebb vegyszer és kevesebb víz használata
- Nincs zajszennyezés
- A kiszórt dózis pontosan mérhető
- A cseppeket a turbulens légáramlat lefelé nyomja a növényállományba
- Magas kultúrában is alkalmazható

A mai permetező berendezések hidraulikus cseppképzéssel működnek. Túlnyomást előállítva egy szivattyú préseli keresztül a permetlevet a szűk fúvókákon, ezáltal a fúvóka másik oldalán 5 és 550 mikronos méretű cseppek szakadnak le véletlenszerűen. Mivel csak a 80-300 mikron méretű cseppek hasznosulnak, így többi nem jut a célfelületre, ezért

igen jelentős mennyiség vesz kárba (több, mint 50%) környezet szennyezést okozva. (Cserna, 2022)

A **CDA** cseppképzés (Controlled Droplet Application) szabályozott méretű cseppképzés, amely villanymotorral hajtott fogazott forgó tárcsa segítségével a fogak végén kialakuló folyadékszárlól egyforma nagyságú cseppek szakadnak, tehát nem túlnyomással képződnek cseppek. folyadékszárlól egyforma cseppek szakadnak le. (Hatházi, 2022)

Szórásképek összehasonlítása



CDA cseppeloszlás

3. ábra szórásképek összehasonlítás (forrás: Dronehub Academy,2022)



4. ábra DJI drón rotor keltette áramlat (Forrás: DJI,2022)

Fontos tényező a rotorok által keltett légáramlat. A légáram segítségével a permet lejut a talajig, majd onnan vissza fordulva befedi a szár alsó részét és a levelek fonákját is. Így tökéletesen befedi a permet az egész növény és hatékonyabb a hagyományos növényvédő gépeknél. (http3)

SZABÁLYOZOTT CSEPPKÉPZÉS

Ennek segítségével a kezelendő növény felületére az ideális méretű cseppek képződnek. **„A gömbtérfogat jellemzője, hogy ha a permetcsepp átmérőjét felére csökkentem, a benne foglalt lé mennyiség a nyolcad részére csökken.”**

A permetező drónok megjelenésével fontossá vált olyan anyagok kifejlesztése, melyek a hatékony munkavégzés érdekében képesek legyenek 5-10 l/ha dózissal munkát végezni. Ahhoz, hogy ez teljesüljön szükséges, hogy 100-200 mikron közötti azonos cseppek képződjenek és károsodás nélkül eljussanak a növény felületére, megtapadjon, takarjon és a növény keringési rendszerébe mihamarabb bekerüljenek. Ehhez nyújt szükséges a drónvíz. A D1 a peszticidek esetében, a D2 kimondottan a defóliáns hatású deszikkens herbicideknél okoz extra hatást.

A kétfajta drónvíz együttes tulajdonságai, hogy a bennük található (D1 Ca és D2 Mg sók) és a hozzájuk adott nagy molekula tömegű szerves polimerek elegyéből létrehozott készítmény, egyedi keverékének köszönhetően, tökéletes minőségű cseppképzést tesz lehetővé. (Dronehub Academy, 2022)

Ezek az egyedi módon létrehozott cseppek úgy érkeznek meg a célfelületre, hogy kb. 20-30 másodperc elteltével tökéletesen fedi a növény teljes felületét. Olyan intenzív a felszívódás, hogy az előírt dózis 2/3-a elég peszticidek esetében.

A drónvíz sajátossága, hogy a szerves polimerek és az alkáli fémionok, egyéb kiegészítő komponensek hozzáadásával a vegetációs fázis akármelyik részét tökéletesen lehet támogatni. (Dronehub Academy, 2022)

A szőlő-gyümölcs ültetvények növényvédelmét 10-30 l liter/hektár permetlé kijuttatásával a fele hatóanyag mennyiséggel lehet elvégezni.

Drónvízzel 120-150 mikronos cseppeket lehet a célfelületre kijuttatni, így megakadályozva az elpárolgást és elősegíti a felületen az egyenletes terület növelve a felszívódást. Ez a speciális víz olyan hatásfokozók összetétele, mellyel levél felszínén filmszerű bevonat képződik megduplázva ezzel a készítmény és a levél érintkezési felületét. (Dronehub Academy, 2022)

Az így kapott mátrix és a szórófejek fordulatszámának használata adja a drónvíz megfelelő hatását. Szántóföldi gépeknél felléphet mikrokapszula képződés, ha ahhoz kellő anyagok kerülnek.

A kiszórando peszticid az 1/3-ára csökkenthető mikrokapszulázott és csökkentett adagú drónvíz használatával anélkül, hogy romlana a peszticid hatékonysága. A permetlé hektáronkénti adagja 5-10 liter, ebből a speciális víz adag 2 l/ha. Ehhez hozzá adva az ioncserélt vízzel felhígított vegyszert és 5-10 l/ha mennyiségre beállítva lehet kiszórni a permetlevet. Ezzel az összetétellel hatékonyan lehet védekezni, miközben az élelmiszer biztonsági előírásoknak megfelel az előállított élelmiszer felesleg minősége. (Dronehub Academy, 2022)

Vannak olyan esetek amikor nem ajánlott a drónos permetezés!

-Elsodródás:

Szél (15km/h) esetén az apró cseppeket elfújja a szél, kárba vész a permetlé és nem lesz megfelelő a fedettség.

Meleg időben történő permetezés esetén a permetlének nincs ideje felszívódni mert elpárolog

Napnyugta után kevésbé fúj a szél és nincs meleg, ezért sokszor az éjszakai permetezés a megoldás az elsodródás és párolgásra. Levegőbeszívós fúvókával és cseppnehezítő használatával tovább javítható a kezelés minősége.

-Méhek:

Az elsodródás mellett a másik probléma a méhek jelenléte. A napraforgó és a repce virágzásakor gyakori probléma a növényvédelem okozta méhpusztulás. Azonban ezt nehéz bizonyítani az elhullott méhek mintavételezésével. Ennek elkerülésének érdekében az éjszakai permetezés javasolt. A NÉBIH rendelkezésére növényvédelmet a csillagászati naplemente előtt 1 órával kell kezdeni és 23:00-ig be kell fejezni. Növényvédelmi rendelkezések betartásával elkerülhető a méhpusztulás. (Hatházi, 2022)

Drónok engedélyezése

A drónok engedélyezése 3 fő részből áll:

I. Eszköz

Minden növényvédő gépre igaz, hogy csak típusminősítéssel rendelkező permetezőgépek kerülhetnek forgalomba Magyarországon. Ennek köszönhetően az 5dm³-nél nagyobb térfogatú tartállyal rendelkező permetező drónokra is vonatkozik ez a kötelezettség. Ezeket a minősített gépeknek a listája megtalálható a NAIK Gépesítési Intézet weboldalán. A hagyományos permetezőgépekhez hasonlóan az újonnan forgalomba

hozott drónokat 5 év után műszaki felülvizsgálatnak kell alá vetni, ezután 3 évente szükséges. (Dronehub Academy, 2022)

II. Növényvédő szer

Egyelőre még nincsen drónhoz kifejlesztett vegyszer, azonban vannak olyan tapasztalatok, amik azt mutatják, hogy olyan eredményt lehet, mint hagyományos permetezővel. Folyamatosan folynak kísérletek, hogy mihamarabb orvosolható legyen ez a probléma. Léteznek olyan gyomirtó szerek, amelyek töménységük miatt nem alkalmasak drónnal való kijuttatásra. (Dronehub Academy, 2022)

III. Permetező drón pilóták

A NÉBIH megbízott intézményeket, hogy képezzen drónpilótákat. Azok végezhetnek permetezést drónnal, akik elvégezték ezt a képzést és a szerzett tudásáról számot ad. Ezen felül rendelkezni kell A1, A2, A3 fokozatú engedéllyel, valamint el kell végezni a 80 órás növényvédelmi tanfolyamot („zöld könyv”). (Dronehub Academy, 2022)

Drón monitoring

A XXI. század információs technológia újdonságainak köszönhetően nem csak a műhold felvételek alapján lehet nyomon követni a termőterület változásait, hanem speciális kamerával szerelt drónok segítségével is. (Turbéki, 2022)

A szezon kezdete előtt célszerű megtervezni a termelési stratégiát. Multispektrális kamerával szerelt drónnal annyi adatot lehet nyerni és információt lehet nyerni, mint még eddig soha. Ezek a gépek egy feltöltéssel képesek akár 50 hektár föld feltérképezésére. Idősorosan lehet vizsgálni a táblák, illetve a növényállomány állapotát. Az így kapott adatokat különböző képfeldolgozó programokkal kiértékelhetőek és megtervezhető a kijuttatás, a védelem. Időközönként készített felvételek alapján nyomon követhetőek a táblákon bekövetkezett változások és felmérhető a növényzet aktuális állapota. Drón

monitoringot lehet alkalmazni szántóföldi kultúráknál, valamint szőlészetekben, gyümölcsösökben és zöldségültvényekben is. (Turbéki, 2022)

Drónnal végezhető vizsgálatok, felmérések:

Vetési terv talajfolt és domborzat alapján

A táblán belül a talajoknak nem egyenletes a tápanyageloszlása, ezért talajfolt alapján lehet tervezni a vetésszámot, illetve a kiszórandó műtrágya dózist.

Domborzat esetén a terület vízmegtartó képessége változó, ezáltal változó vetésszámmal kell dolgozni.

Tápanyag ellátottság mérése

A drónnal történő felmérés során információ kapható a tábla jelenlegi tápanyagellátottságáról. Ezáltal helyspecifikusan kijuttatható az adott területre a kívánt lombtrágya vagy műtrágya mennyiség. (Turbéki, 2022)

Növényállomány mérése

Növényállomány felmérése megmutatja, hogy a terület mely részén mekkora a veszteség. Származhat vadkárból, vetéshibából. Már a vetés után rövid idővel információ kapható a kelési veszteségről, illetve kártevők által okozott károkról. A szezon során készített mérésekkel nyomon lehet követni a növények növekedésének mértékét. (Turbéki, 2022)

Stresszállapot mérése

A műholdas felvételekkel ellentétben a multispektrális kamerával ki tudjuk szűrni a légköri torzulásokat/ felhőket. Drónnal készített felvételek alapján vizsgálható a növényekről visszavert fény, mivel az egészséges növényzet másképp veri vissza a fény hullámhosszait. (Turbéki, 2022)

Gyomosodás mérése

Meghatározható, hogy az adott táblán hol és milyen mennyiségben található gyomosodás. A gyomtérkép feltölthető a munkagépbe, így szakaszoltan/célzottan végezhető a gyomirtás. A gazdálkodó ezáltal vegyszert és pénzt tud spórolni. (Turbéki, 2022)

Vadkár mérése

A felméréssel számszerűsíthető a táblán a vadak által ledöntött és kitúrt, valamint a letaposott területet. Abban az esetben érvényes a felmérés, ha az vadkárral érintett növények szabad szemmel is jól elkülöníthető az ép növénytől. (Turbéki, 2022)

Tőszámlálás

Olyan növények esetén alkalmazható, melyek jól elkülönülnek egymástól (napraforgó, kukorica, paradicsom, paprika). Meghatározható a vetési hiba, illetve a kelési veszteség. Kalászos kultúrában nem lehet alkalmazni. (Turbéki, 2022)

Szőlő-gyümölcs ültetvény felmérése

A technológia képes szétválasztani a lombkoronát az aljnövényzettől, talajtól. A fertőzött gócpontok korai fázisban észlelhetőek, így időben lehetőség nyílik a beavatkozásra. A tápanyaghiányos területekre egyedi kijuttatási terv készíthető, amelyet feltöltve a munkagépbe célzottan lehet kijuttatni a megfelelő dózisú tápanyagot. (Turbéki, 2022)

Szabadföldi zöldség vizsgálat

Multispektrális kamera alkalmazásával azonosítani lehet a fertőzött gócpontokat egyedenként. Tápanyag kijuttatási terv segítségével differenciáltan lehet pótolni a tápanyagot a hiányos területeken. (Turbéki, 2022)

3. Anyag és módszer

Drónnal történő térkép készítés

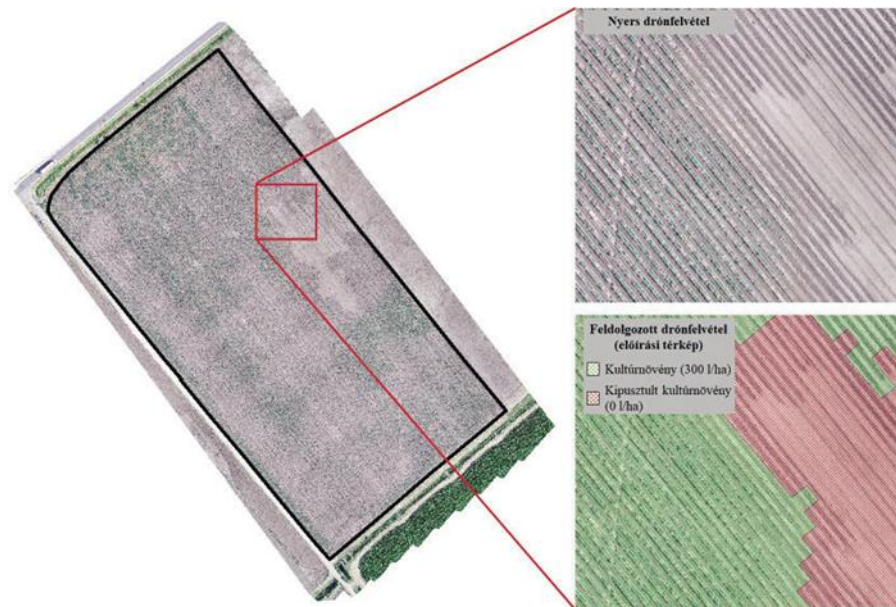
Egy DJI phantom 4 pro drónra szerelt Sentera Single kamerával szerelve lehetőség van párhuzamosan normál RGB vagy NIR felvételeket készíteni. A repülés megtervezésénél a Sentera FieldAgent segít. Az adatok precíz és gyors feldolgozását az időbélyegzővel és GPS koordinátákkal ellátott képek teszik lehetővé. (Balassa, 2022)

A repülést mindig 100%-ra feltöltött akkumulátorral szabad megkezdeni. Addig szabad használni a drónt amíg eléri a 20%-os töltöttséget. Ezután le kell szállni és cserélni az akkumulátort. (Balassa, 2022)

A következő lépés a megfelelő „Home Point” kiválasztása. Legyen száraz, vízszintes terület. 5 méteres sugarú körben ne legyen se ember, illetve a repülést akadályozó elektromos vezetékek, faágak, bokrok, akadályok. Ehhez a ponthoz kell beállítani a „Return To Home” funkciót is. Előre beállított magasságon automatikusan visszatér a kiinduló pontra. A repülési magasságot a drón a talajtól méri.

A multispektrális kamera a fény különböző hullámhosszainak a visszaverődését méri. Minden egyes képpontot egy visszaverődési skálán értelmez. A felvételek készítését nagyban befolyásolja az időjárás. Felhős időben történő képkészítéshez szükséges a multispektrális kamera kalibrálása. Ez fényszenzor és panel használatával kivitelezhető. Alacsony magasságon repülve csökken a terület lefedettsége, de a repülési idő hosszabb. A képek között szükséges, hogy legyen átfedés. Nagyobb overlap esetén nagyobb a biztonság, ezért több kép készül. A repülési magasság meghatározza a valójában lefedett területet. Az átfedés a felszínen található domborzatnak megfelelően

változik. Nem szabad figyelmen kívül hagyni a felvételek készítésekor a villanyoszlopokat, a területet övező fasort.



5. ábra Drónnal rögzített adatokból készített növényvédelmi előírási térkép (Sajnáczky, 2020)

Permetező drón használata

Drónnal történő munkavégzés előtt be kell jelenteni a növényvédelmi szándékot. A tervezett permetezés előtti nap 9:00-ig be kell jelenteni a kormányhivatalnak. Meg kell jelölni az üzemben tartó „FELIR” számát és a „LUC” engedély számát. Ha ezek megvannak, akkor lehet megkezdeni a drónnal a növényvédelmet.

- Első lépésként körbe kell határolni a terület, amit permetezni szeretne a gazda.

Ez háromféle módszerrel

lehetséges:

A területet körbe sétálva a

kontroller segítségével megjelölve a sarok pontokat.

- RTK bot segítségével
- RTK sim kártyával rendelkező drón esetén lehetséges a terület körbe repülése és a táblahatárok rögzítése.



6. ábra Terület permetezésének tervezése (saját forrás, 2022)

Miután körbe lett határolva a terület, be kell állítani a kontrolleren, hogy milyen magasan ezzel arányosan a szórási szélességet. Ezután lehet tervezni a repülési útvonalat. Pontosan be lehet állítani azt a pontot, amikor a permetlé kifogy akkor honnan jöjjön vissza a kiindulási pontra. Minden újra töltésnél nem csak a vegyszer tartályt kell feltölteni, hanem az akkumulátort is ki kell cserélni egy teljesen feltöltött állapotúra. Erre a célra



7. ábra Drónpermetezés (saját felvétel, 2022)

drón gyártója külön töltőt fejlesztett ki, amit aggregátor használatával lehet működtetni. Egyszerre két darab akkumulátort lehet tölteni, így biztosítva van a folyamatos munkavégzés. „Return To Home” funkció beállításával a drón az előre beállított magasságban a kiinduló pontra repül és nem kell a pilótának manuálisan haza manővereznie a gépet.

Fontos, hogy a vegyszert egy külön tartályban kell összekeverni és utána kell a permetező drón tartályába önteni. Erre a célra alkalmas egy 20 literes kanna is, ebben az esetben többször kell növényvédő szert keverni, ami nem túl biztonságos az egészségre. Ezért

inkább ez több száz literes (vagy IBC tartály) tartály javasolt. Kút víz nem alkalmas a vegyszer használathoz.

A gazdák a permetező drónokhoz való hozzá állásának, véleményének megkérdezése kérdőív formájában

Szakdolgozatom készítésekor 16 kérdést tettem fel növényvédelemmel foglalkozó gazdáknak vagy szolgáltatóknak, hogy tisztában vannak-e a permetező drón adta lehetőségekről, illetve terveznek-e a jövőben beruházni ebbe a technológiába. Az emberek többsége együttműködően töltötte ki a kérdőívet, amit összeállítottam. Mindössze néhány percet vett igénybe a kitöltés. Kérdéseimet 5 fő téma köré építettem:

- Gazdák által művelt területek,
- Növényvédelmi munkával kapcsolatos tevékenység,
- Permetező drón jogszabályi háttere,
- Gazdák ismerete a drónok világában.

Az első témakörben megkérdeztem, hogy a gazdák milyen kultúrával foglalkoznak és hány hektáron gazdálkodnak. A taposási kár nagyban függ a terület nagyságától, mivel minél nagyobb a föld, annál nagyobb permetező gépet használnak a növényvédelemhez. Ebben a kérdéskörben azt is megkérdeztem, hogy szolgáltatóként vagy saját gazdaságban végeznek permetezést. Ha más területét is kezelni szeretné a vállalkozó akkor nagyobb drónra lesz szükség, ami nagyobb beruházás jelent.

A második témakörben arra vonatkozóan tettem fel kérdéseket, hogy milyen gépekkel és mi ellen védekeznek. Rendelkeznek-e a gazdák saját permetező géppel vagy bér munkát végeztetnek. A másik kérdésben arra kérdeztem rá, hogy mi ellen védekeznek, kártrvők, károsítók vagy gyomok ellen. Drónnal történő növényvédelem esetén mindhárom ellen tökéletesen lehet alkalmazni a technológiát.

A harmadik témakörben olyan kérdéseket tettem fel, amelyek a permetező drón legális használatára vonatkoznak. 2022-ben a NÉBIH megbízott intézményeket, hogy végezzenek az előírásoknak megfelelő pilóta képzést. Megérdeztem, hogy a kitöltők értesültek-e arról, hogy az Az Agrárminisztérium és az Innovációs és Technológiai Minisztérium megalkotta a drónozás jogszabálíi hátterét. ezen kívül kizértem, hogy

szerintük milyen ismeretekkel kell rendelkezniük a pilóta nélküli légi járművet irányító szakembereknek, illetve ha minden engedély rendelkezésre áll, akkor terveznek-e beruházni permetező drónba.

A negyedik témakörben a drónokkal kapcsolatos ismereteikről kérdeztem a növényvédelemmel foglalkozó embereket. A NÉBIH megkezdte a pilóta nélküli légi járművek típusminősítését, ugyanúgy, mint a hagyományos permetező gépeknél a drónnak is rendelkeznie kell vele. megkérdeztem még, hogy milyen márkákat ismernek és szerintük mi lehet az alkalmazásuknak az előnye és a hátránya.

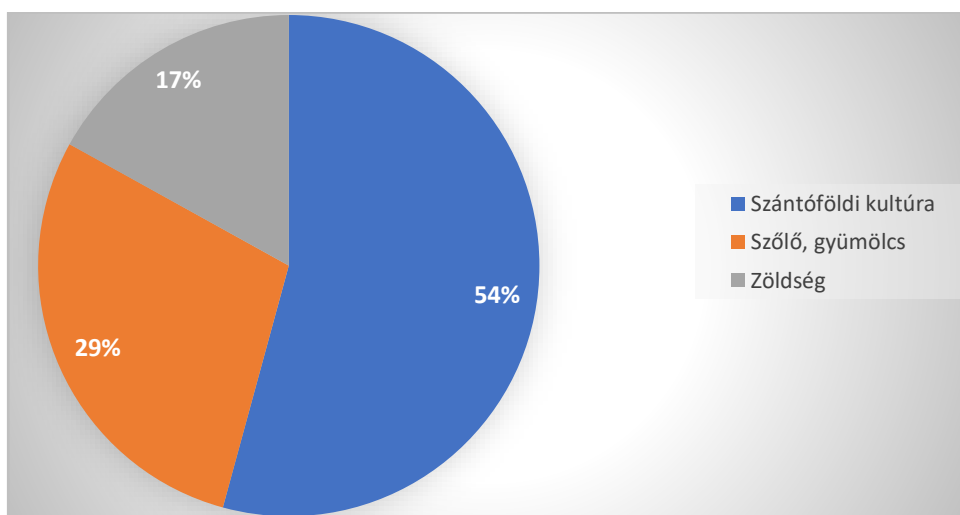
4. Eredmények

Kérdőív segítségével az egész ország területén kérdeztem meg fiatalabb és idősebb korosztályú gazdálkodókat. A kitöltés önkéntes alapon történt, és mindenki végez rendszeresen növényvédelmi munkát. A felmérésben összesen 59 gazda vett részt és 27 településen növényvédelmi munkát végző vállalkozó vagy gazda közül kerültek ki a válaszadók. Ezek a következők: Mány, Bicske, Martű, Székesfehérvér, Bodmér, Ráckeve, Szob, Verpelét, Győr, Győrújbarát, Tardos, Tata, Oroszlány, Bokod, Csákvár.

Gazdák által művelt területek

Milyen területen gazdálkodik?

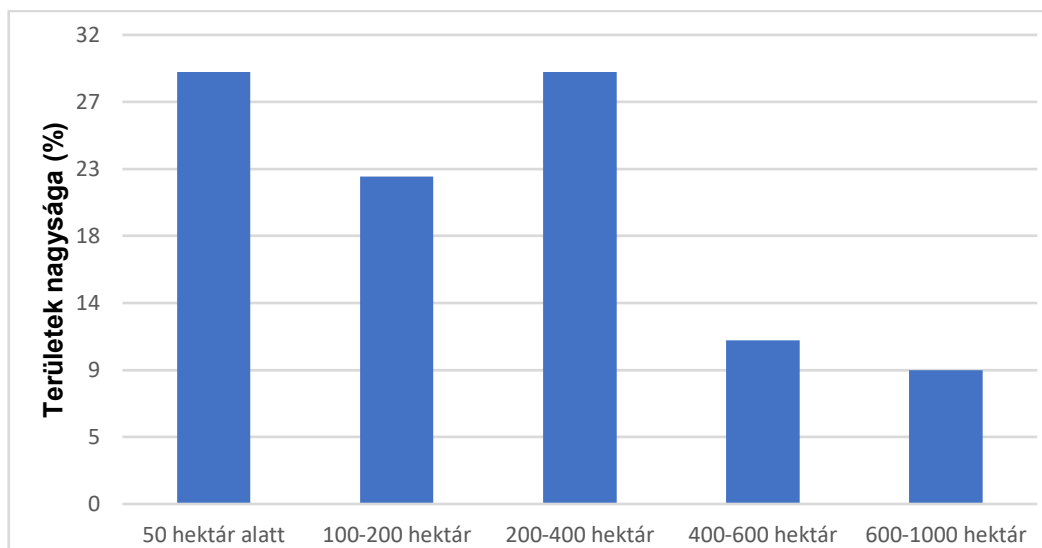
A megkérdezettek 54%-a szántóföldön gazdálkodik. Ez azért lényeges, mert drónnal történő védekezés esetén nincs taposási kár. Vontatott vagy önjáró permetezővel akár 8-10% is lehet a veszteség. Szőlészétben, gyümölcsösben egyre jobban terjed permetező drónok használata. (8. ábra)



8. ábra Gazdálkodási területek (2022)

Hány hektár területen gazdálkodik vagy végez növényvédelmi bér munkát?

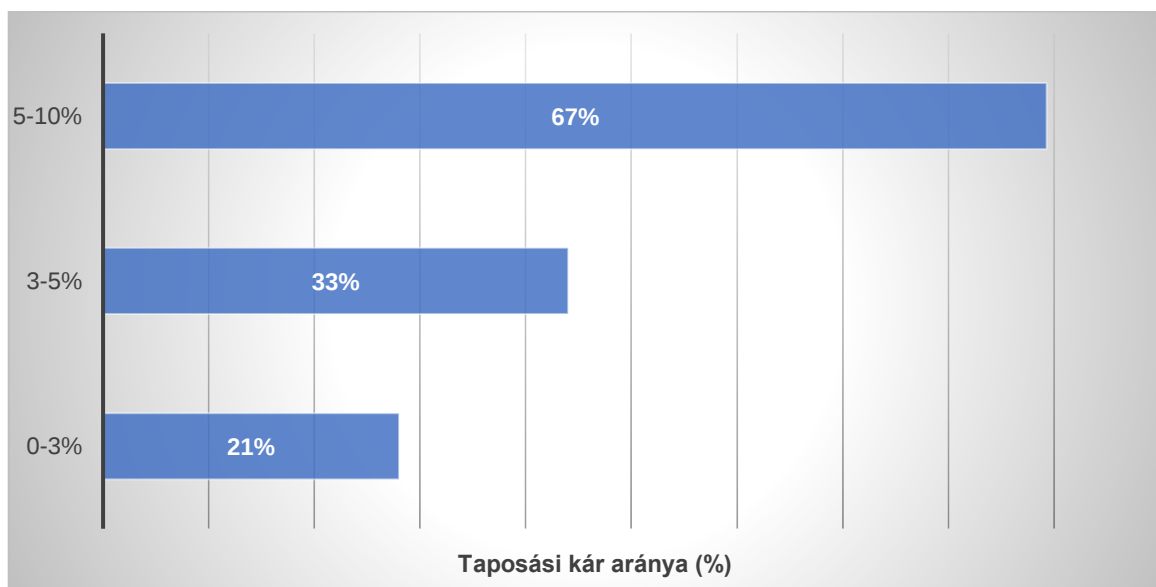
Az 59 megkérdezett emberből az 50 ha alatt és a 200-400 ha területen gazdálkodók voltak többségben. Nagyobb területen gazdaságosabb lehet a drónnal permetezés, hiszen a meg lehet spórolni az erőgép által használt üzemanyag árat, nem kell több ezer liter elpazarolni. **(9. ábra)**



9. ábra Gazdák által művelt területek nagysága (2022)

Hány % a taposási kár a szántóföldön?

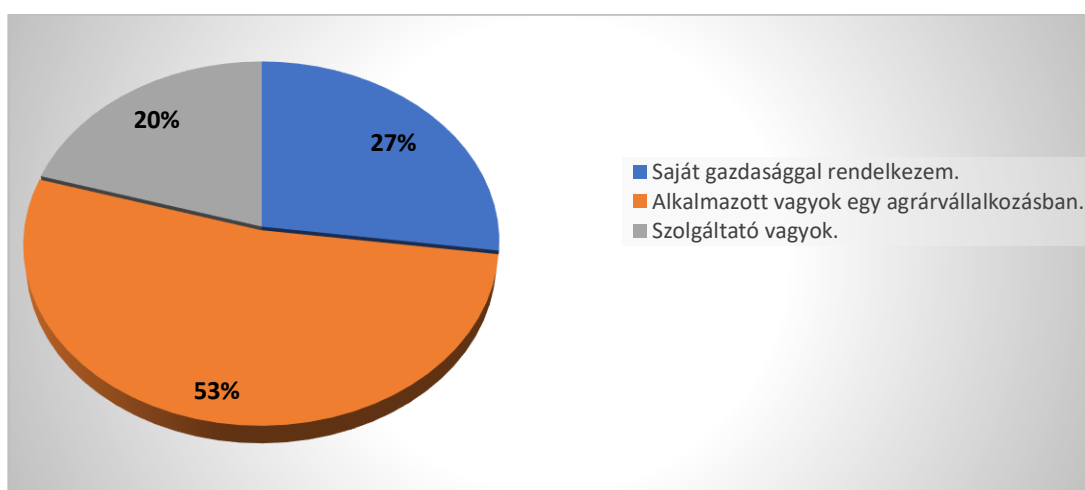
Átlagosan egy terület növényvédelmi kezelése során 6-10% taposási kár keletkezik...A több ezer literes tartállyal rendelkező növényvédő gépek leginkább a fordulópontokon okozzák a legtöbb kárt. Ezeket a felesleges veszteséget el lehet kerülni permetező drónok használatával. **(10. ábra)**



10. ábra Taposási kár (2022)

Gazdálkodóként vagy szolgáltatóként végez növényvédelmi munkát?

Vannak olyan cégek, magán vállalkozások, akik arra specializálódtak, hogy drónnal felmérjék az adott termőterületen a károkat, képesek legyen kórokozók, kártevők, gyomok felderítésére és ezek után permetező drónnal képesek kezelni a területet. A kisebb területtel rendelkező gazdák a megfelelő képzés után képesek saját maguknak egy kisebb tartállyal rendelkező drónnal elvégezni a növényvédelmet. **(11. ábra)**

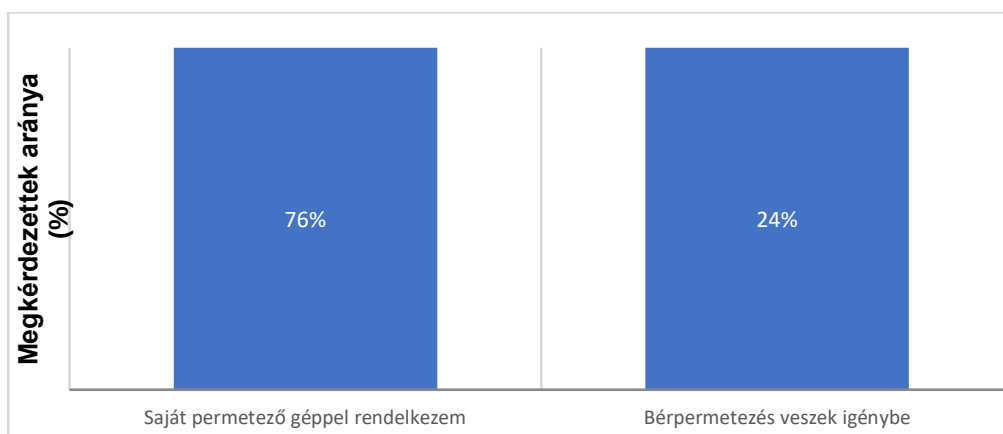


11. ábra Növényvédelmi munka (2022)

Növényvédelmi munkával kapcsolatos tevékenység.

Saját permetezőgéppel végzi a növényvédelmi munkát vagy bér munkát végeztet?

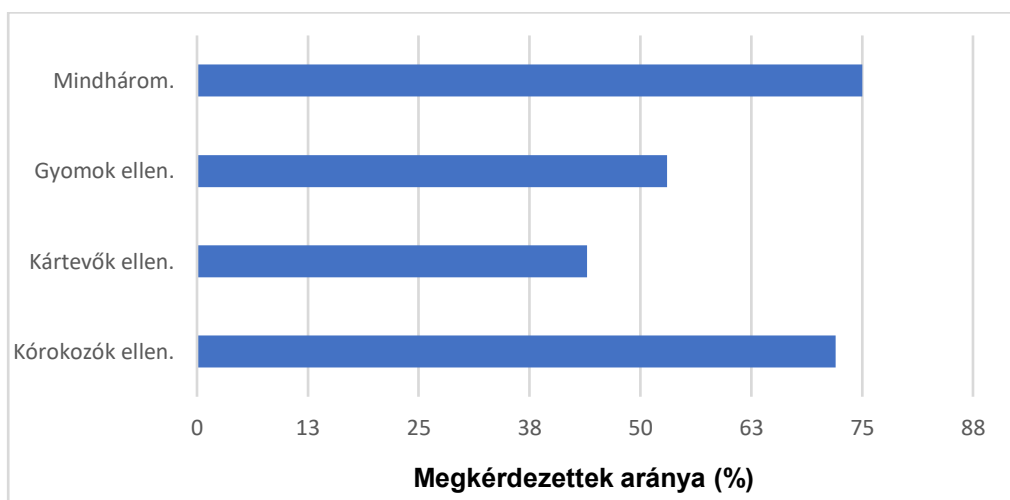
Vannak olyan kisgazdaságok, akik nem tudják megvenni vagy nem éri meg beruházni a legújabb technikával felszerelt növényvédő gépeket, ezért másik gazdát kér fel a munka elvégzésére. (12. ábra)



12. ábra. Növényvédő gépek alkalmazása (2022)

Hol alkalmazna drónnal permetezést?

A sérült növények hőmérséklete megnő, így a multispektrális kamerával szerelt drónnal lehetőség van a kártevők, kórokozók, gyomok felkutatására. A begyűjtött adatokat információvá alakítva lehet a területen elvégezni a növényvédelmet. (13. ábra)

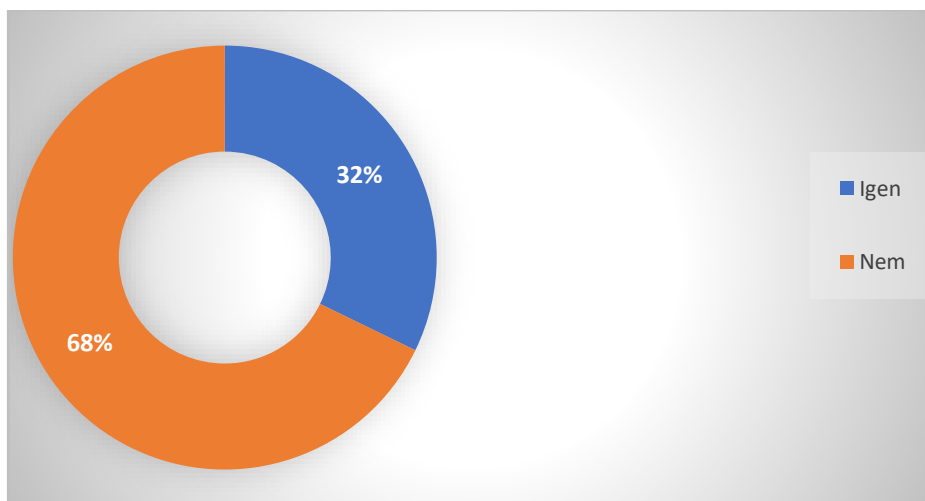


13. ábra Drónok használata a növények életminőségét rontó tényezők ellen (2022)

Permetező drón jogszabályi háttere.

Tudta, hogy van már a NÉBIH által jóváhagyott drónpilóta képzés?

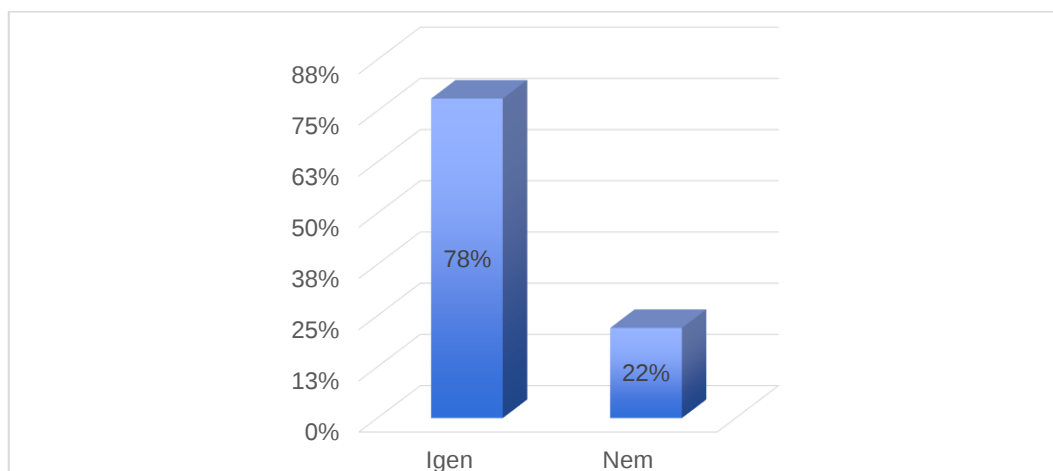
A drónnal történő permetezés az elmúlt 1-2 évben kezdett a leginkább elterjedni, annak ellenére, hogy Magyarországon még nem legális. 2022-ben előrelépés történt a jogi szabályozásban. A NÉBIH megbízott szervezeteket, hogy lássák el a leendő drónpilótákat felkészíteni, valamint a NAIK megkezdte a drónok típusminősítését. A megkérdezettek 68%-a nem volt tisztában a végbemenő változásokról. **(14. ábra)**



14. ábra Drón pilóta képzés a NÉBIH megbízásával (2022)

Tudta, hogy mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről szóló 44/2005. (V. 6.) FVM-GKM-KvVM együttes rendelet módosításáról szóló 4/2022. (II. 8.) AM rendelet lehetővé teszi a jogszabályi háttérét a drónnal történő növényvédőszer kijuttatásra.

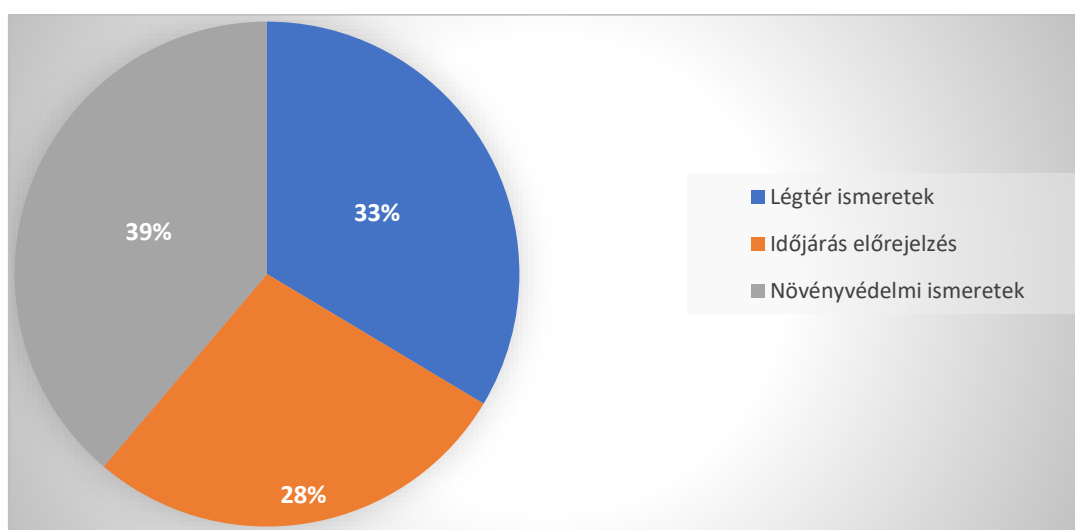
2022-ben jelentős előrelépés a permeteződrónok jogszabályozását illetően. Az Agrárminisztérium és az Innovációs és a Technológiai Minisztérium együttesen megalkották a 4/2022.(II.8) AM rendeletet. Ennek köszönhetően lassan az összes akadály elhárul legális permetező drón használat előtt. **(15. ábra)**



15. ábra Permetező jogszabályi háttere (2022)

Ön szerint milyen tudást kell elsajátítania egy mezőgazdasági drón pilótának?

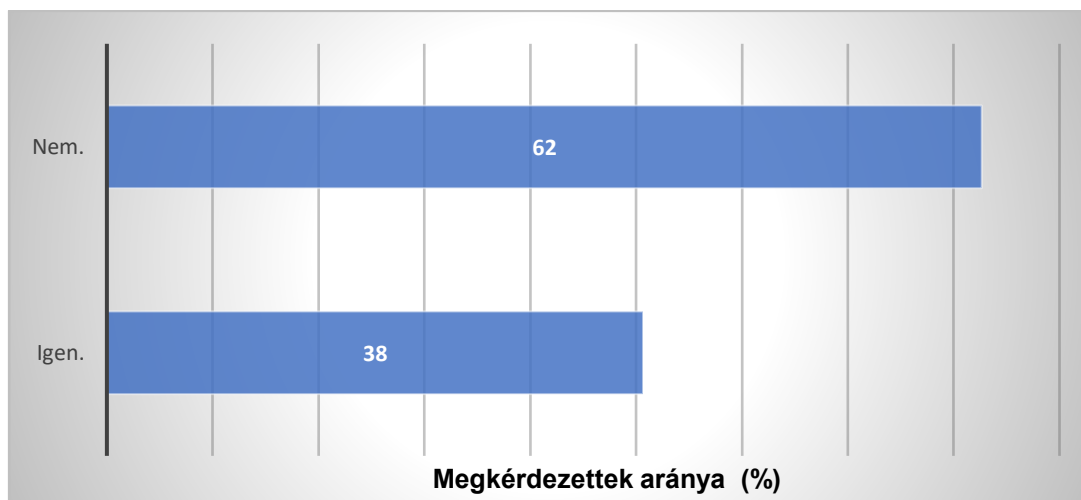
Ahhoz, hogy valaki legálisan permetező trónt használjon szükséges rendelkeznie a megfelelő tudással. A permetezést megelőző nap délelőtt 9 óráig be kell jelenteni kormányhivatalnak. A növényorvos felírja a megfelelő vegyszer receptet, amivel kezelni kell az állományt. Ha meg van, hogy melyik területesés mivel kell permetezni, akkor ezután ki kell választani a megfelelő időpontot a műveletre. **(16. ábra)**



16. ábra Permetező drón alkalmazásához szükséges ismeretek (2022)

Ha minden jogszabály, eszköz, tudás rendelkezésre áll, akkor tervezi-e, hogy drónnal fog növényvédő szert kijuttatni?

A többség inkább marad a megszokott, jól bevált hagyományos permetező gépekkel való permetezésnél. Túl drágának találják a drónt és nem tartják megfelelően hatékonynak. Azonban vannak olyanok is, akik bíznak abban, hogy ez a jövő, de túlságosan költséges, ezért inkább megbíznak olyan szakembereket, akik ténylegesen ezzel foglalkoznak. **(17. ábra)**

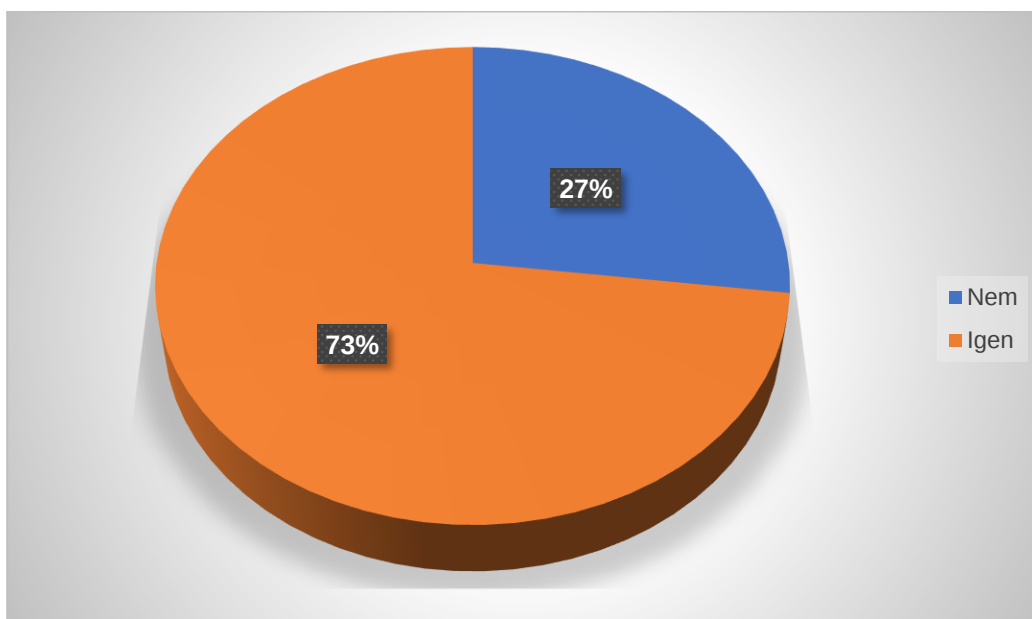


17. ábra Drónnal történő permetezés lehetősége (2022)

Gazdák ismerete a drónok világában.

Tudta, hogy már vannak típus minősítéssel rendelkező permetező drónok?

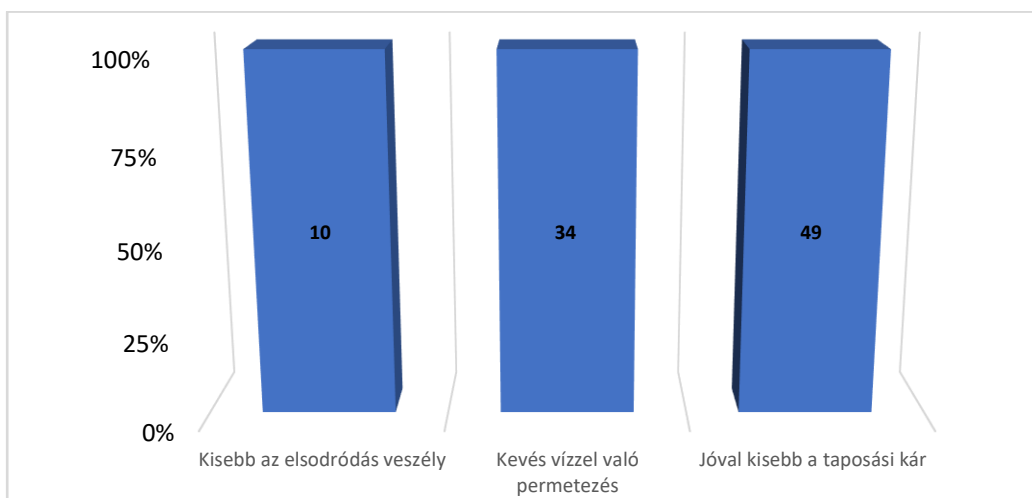
2022-ben jelentős előrelépés a permeteződrónok jogszabályozását illetően. A NAIK Gépesítési Intézet végzi Gödöllőn. Az Intézet weboldalán megtalálható a típusminősített permeteződrónok listája. Az eddig használt szántóföldi vagy kertészeti permetezőgépekhez hasonlóan az újonnan forgalomba hozott gépeket 5 év után műszaki felülvizsgálatnak kell alávetni, majd ezután már 3 évente kell majd. **(18. ábra)**



18. ábra Permetező drónok típusminősítése (2022)

Ön szerint mik a permetező drónnal végzet kezelésnek mik az előnyei?

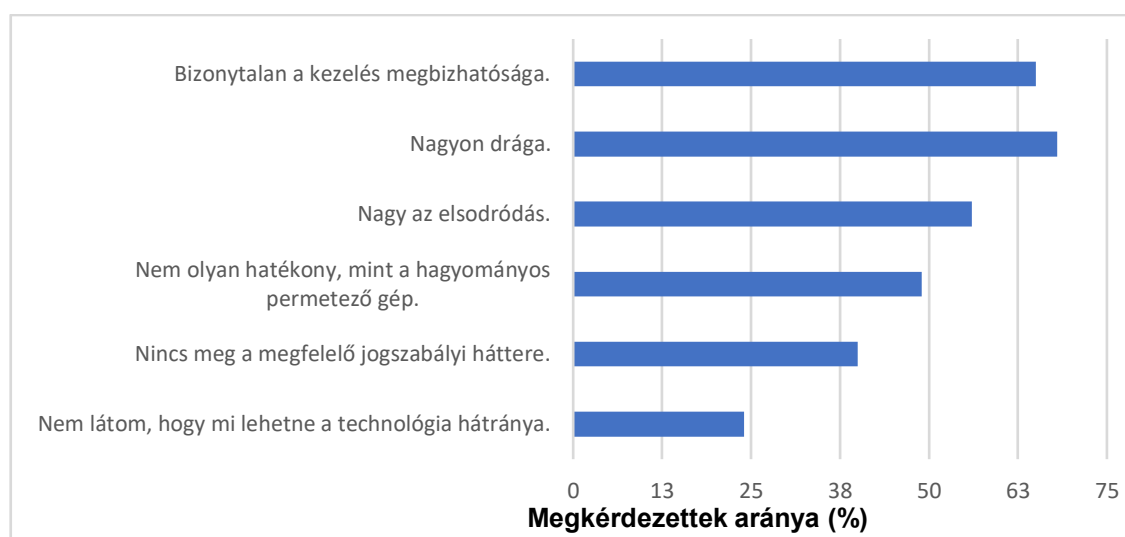
Mindenki tisztában van vele, hogy ha drónnal permeteznek, akkor rengeteg üzemanyagot tudnak megspórolni, kevesebb vegyszer felhasználással célzottan lehet végezni a védelmet és nagyobb a környezet védelmi hatása is. Az erőgépek által elhasznált gázolaj mellett több száz vagy ezer liter vizet is meg lehet takarítani. **(19. ábra)**



19. ábra Permetező drónok előnyei (2022)

Ön szerint mik lehetnek a permetező drón hátrányai?

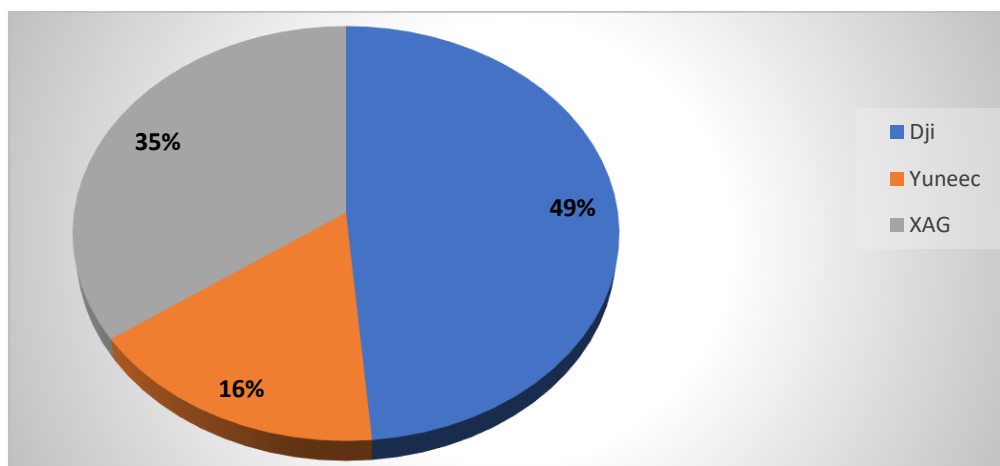
Sokan továbbra is kételkednek a permeteződrón hatékonyságában. 2022-ben a NÉBIH megalkotta a jogszabályi háttérét és megbízott civil szervezeteket, hogy képezzenek permetező drón reptetésre alkalmas pilótákat. Vannak olyan vállalkozások, akik kifejezetten erre a fajta védelmi munkára szakosodtak. Szoktak bemutatókat szervezni, hogy megmutassák, elmagyarázzák a gazdáknak a technológia hatékonyságát. **(20. ábra)**



20. ábra Permetező drónok hátrányai (2022)

Mely mezőgazdasági drónokról hallott már?

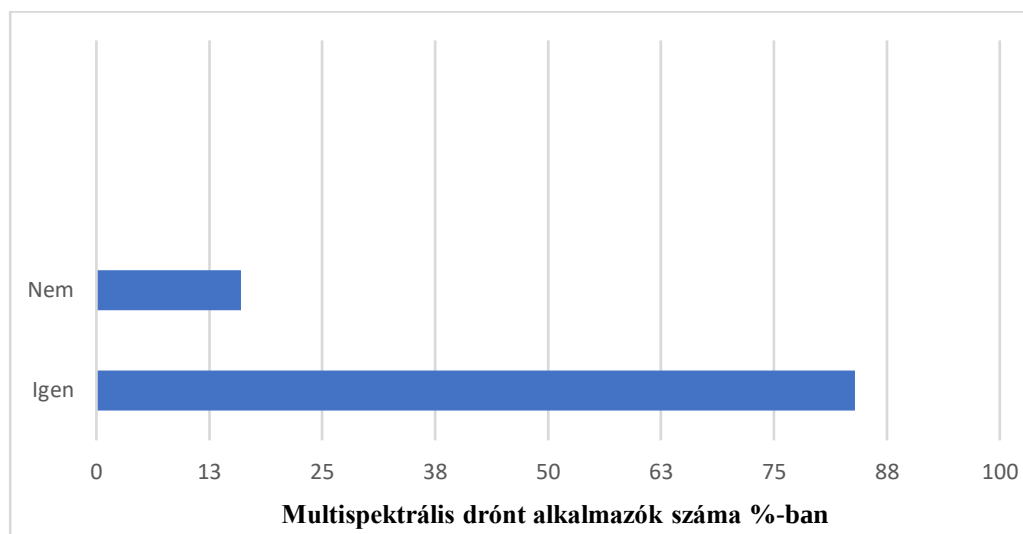
A megkérdezettek többsége a DJI drónokat ismeri, vagy legalább is hallottak róla. Ez a márka nem csak a permetező drónok miatt ismert, hanem terület felmérésnél is találkoztak már ezzel a márkával. DJI után az XAG a legismertebb márka. **(21. ábra)**



21. ábra A legismertebb drón márkák (2022)

Tudta, hogy multispektrális kamerával szerelt drónnal milyen vizsgálatokat lehet végezni?

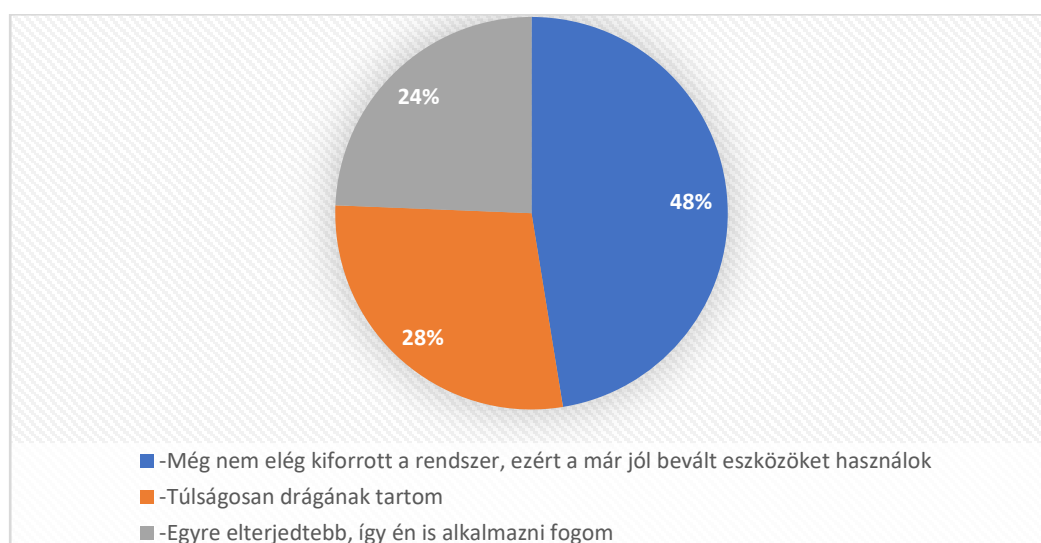
A fiatalabb korosztály tisztában volt, hogy a drónokkal milyen vizsgálatot lehet végezni. Az idősebb korosztálynak is némi fogalma az ilyen féle felmérésekről, de mivel nem vettek igénybe ilyen szolgáltatást. Néhány gazda rendszeresen alkalmaz felmérő drónt saját gazdaságban vagy megbíz olyan szakembert, aki erre a szakterületre specializálódott. **(22. ábra)**



22. ábra Multispektrális drón ismerete (2022)

Mi a véleménye a permetező drón technológiáról?

Sokan nincsenek tisztában a permeteződrónok adta lehetőségekkel. Nem ismerik technológiát, ezért vagy nem merik alkalmazni, vagy nem ismerik el a hatékonyságát. Vannak olyan szolgáltatók, akik erre építik vállalkozásukat és rendeznek a környékbeli gazdáknak, növényorvosoknak egy bemutatót, ahol elmagyarázzák az előnyöket és bemutassák a hatékonyságát. (23. ábra)



23. ábra Drón technológiáról alkotott vélemény (2022)

5. Következtetések

Amikor a kérdőívet töltötték ki a növényvédelemmel foglalkozó szakemberek, akkor sokan továbbra is kételkedtek a technológia hatékonyságában, azonban már az idősebb generáció nyitottak rá.

Nem elhanyagolható tény, hogy a megkérdezettek döntő többsége túl drágának tartja és véleményük szerint nem elég hatékony a kezelése. 2022-ben megalkották a permetező drón használatáról szóló jogszabályt, így lassan minden akadály elhárul az effajta növényvédelem használata elől. Egyre többen kezdenek foglalkozni légi kijuttatással vagy gondolkodnak az alkalmazásában. Ahhoz, hogy valaki ezzel foglalkozzon teljesítenie kell a NÉBIH által meghatározott feltételeket. A drónpilótának rendelkezni kell növényvédelmi ismeretekkel („Zöld könyvvel”), a jogszabályok előírta megfelelő drón ismerettel (A1, -A3) és az előírt permetező drón vizsgával.

A permetező drón legális használata előtt már csak egy akadály áll. Jelenleg a hagyományos szántóföldi és kertészeti permetezőkkal kijuttatott vegyszerek nem alkalmasak drónnal való alkalmazáshoz. Több növényvédő szer gyártással foglalkozó cég dolgozik azon, kifejlesszenek ezzel a technológiával használható szereket.

Monitoring drón segítségével felmérhető az adott területen a fertőzött gócpontok. Permetező drónra beállítható ezeknek a foltoknak a kezelése és nem kell az egész táblát permetezni. Így rengeteg vegyszert és vizet lehet megspórolni, védve ezáltal a környezetet. A permetező drón további előnyei, hogy nem jár taposási kárral, mint egy önjáró permetező gépnél és elkerülhető a 6-10 % veszteség. Továbbá jelentősen lehet csökkenteni az erőgépek üzemanyag fogyasztását.

Vannak olyan esetek, amikor a traktoros permetező gépeket nem tudják helyettesíteni és ez lesz a költséghatékonyabb megoldás. A drón pedig marad kiegészítő lehetőség olyan helyzetekben, ahol a hagyományos módszert nem lehet alkalmazni, például nagy esőzések után vagy foltkezelésnél.

6. Javaslat a technológia megismerésére és a megfelelő permetező drón kiválasztására

Annak érdekében, hogy az emberek megismerjék ezt az új technológiát számos lehetőség létezik. Országsszerte számos cég foglalkozik azzal, hogy oktassanak a drónok működésével kapcsolatban. Lehet tanulni monitoringot és a permetezés technológiáról is külön. Vannak olyan növényvédelmi szolgáltatók, akik bemutatókat szerveznek a szezon előtt, saját piacuk érdekében és azért, hogy másokat is megismertessenek az alkalmazás adta előnyöket. Amennyiben az lehetséges a növényvédőszer kereskedőkkel ajánlási szerződést lehet kötni (főleg lombtrágya) és növényorvosokkal meg lehet állapodni, hiszenn nekik is fontos a mennyiség teljesítése, és ajánlás esetén ők is pénzübeli részesedést kapnak. Rengetegen foglalkoznak permetező drón értékesítéssel.

Aki szolgáltatásként végez drónnal növényvédelmet, azoknál a szántóföldi kultúrában 8.000-10.000 Forintba kerül 1 hektár permetezése, kisebb táblákon óradíjban mérik. Szőlészetben és gyümölcsösben 25.000 Forint felett kezelnek 1 hektárnyi területet.

Főbb piaci rés:

- 50% - napraforgó deszikálása
- Napraforgóban gombaölés
- Rovarirtás kukoricában
- További piac: lombtrágyázás vagy növényi kondicionálás
- Korai gyomirtás
- Tavasszal esőzések, belvizek után gombaölözés



24. ábra Permetező drón szolgáltatás megtérülése (saját forrás, 2022)

Munkám során többféle DJI drónt ki tudtam próbálni. Tapasztalataim alapján 1 óra alatt kb. 3-7 hektár területet lehet lepermetezni. A megfelelő drón kiválasztását nagyban befolyásolja a felhasználni kívánt terület nagysága.

Kis területekre, 50 hektárnál kevesebb területtel rendelkező gazdáknak vagy kisebb szőlészetekbe, gyümölcsösökbe a DJI Agras T10 a megfelelő választás. Ez a gép képes 7ha növényzetet kezelni egy óra alatt. Az ultragyors töltő képes 7 másodperc alatt feltölteni az akkumulátor, így képes a drón a folyamatos munkára. Kezdő pilótának, saját

használatra ez a legmegfelelőbb gép. Ennek a drónnak az ára töltővel és 2 plusz akkumulátorral kb. bruttó 5 millió forint.

A nagyobb területekre, vagy azoknak, akik szolgáltatóként szeretnék használni, azoknak a DJI Agras T30 a megfelelő gép. Ezzel a drónnal lehetséges akár 16 ha lepermetezése. Ennek az ára viszont jóval drágább, mint a T10-es. Ez kb. bruttó 9 millió forintért vásárolható meg 2 akkumulátorral és a töltővel együtt.

7. Összefoglalás

A szakdolgozatom készítésekor az volt a célkitűzésem, hogy felmérjem a növényvédelemmel foglalkozó gazdák vagy szolgáltatók hozzáállását a permeteződrónokhoz és kérdőív segítségével megkérdeztem őket tisztában vannak-e a használatának előnyeiről és hátrányairól.

Amerikában és Kínában már évek óta használják ezeket a gépeket herbicidek, fungicidek, peszticidek kijuttatására. Magyarországon 2022-ben nagy előrelépés történt a jogi szabályozásban. Kérdőív segítségével kérdeztem a növényvédelemmel foglalkozókat, hogy mennyire tájékozódottak a permeteződrónok ismeretéről, milyen feltételekkel lehet alkalmazni, használatának hasznosságáról.

Többségük értesült a NÉBIH oldaláról, hogy előre lépések történtek a jogszabályozásban. Megbízta szervezeteket, hogy képezzenek olyan pilótákat, akik képesek megfelelően alkalmazni ezt az új technológiát. Ehhez szükség még minimum a 80 órás növényvédelmi tanfolyam elvégzése („Zöld könyv”).

Nem csak a fiatal korosztály, hanem az idősebbek is tisztában vannak a permetező drónok adta lehetőségekről. Bár sokan kételkednek a hatékonyságban, mégis egyre többen alkalmazzák a technológiát a saját gazdaságban vagy szolgáltatóként. Ahhoz, hogy a kételkedők választ kapjanak a kérdéseikre, bemutatókat szoktak szervezni. Itt láthatják a permetező drónt munka közben és megbizonyosodhatnak, hogy igenis lehet kiváló növényvédelmet végezni.

Monitoring drón használatával pontosan meghatározható a fertőzött gócpontok, ezáltal precízen, célzottan lehet permetezni ezeket a foltokat. A megkérdezettek döntő többsége tudja, hogy a nagyesőzések után a nehezen járható területen csak a permetező drón lehet a megfelelő döntés. Nem csak a felázott talajon előnyös használatuk, hanem a taposási kár is elkerülhető, valamint több száz liter gázolaj és több ezer liter víz is megspórolható védve ezzel a környezetet.

Azt kevesen tudták, hogy a hagyományos permetezőgépekhez hasonlóan a drónnak is rendelkezni kell forgalomba hozatali engedéllyel. 2022-ben ez is megtörtént. A Gépesítési Intézet több permetező drónra is megadta a típusminősítést.

A legális használatnak már csak egy lényeges akadálya van. Jelenleg nincs olyan vegyszer, amit drónnal lehet kijuttatni. A növényvédő szer gyártók folyamatosan azon dolgoznak, hogy erre a célra alkalmas szereket fejlesszenek ki.

Az eredmények tükrében megállapítottam, hogy Magyarországon egyre többen kezdenek hinni a technológia hatékonyságában, ezért számtalan permetező drón kerül forgalomba, annak ellenére, hogy viszonylag drága.

8. Summary

It was my objective in order for me to survey the attitude of the hosts dealing with the plant protection or service providers at the time of him preparing my thesis the sprayer drones and I asked them in clear one with the help of a questionnaire they are from the benefits of his usage his disadvantages.

Herbicides use these machines since years already in America and China, fungicidek,, peszticidek getting out. A big improvement happened in the legal regulation in 2022 in Hungary. I asked ones dealing with the help of a questionnaire with the plant protection, that how well-informed from the sprayer drones knowledge, with what kind of conditions it is possible to apply it, from the usefulness of his usage.

Their majority heard if NÉBIH side, that forward honeycomb they happened in the measure. Organisations were entrusted to be trained this new technology. To this need yet at least the 80 clockmaker the accomplishment of a plant protection course (green book).

Not only the young group, but the elder ones are in clear one the sprinkling drones got it from opportunities. More people apply the technology to one in the own economy after all although many people doubt the efficiency you are as a service provider. It shows are organized in order for the sceptial ones to get an answer to their questions. It may be seen here the sprinkling drone during work and they may check that it is possible to make distinguished plant protection still.

Not only the young age group, but the older ones are in clear the sprinkling drones got it from opportunities. More people apply the technology to one in the own economy after all although many people doubt the efficiency you are as a service provider. It shows organised in order for the sceptical ones to get an answer to their question. It may be seen here the sprinklingbdron during work and they may check that it is possible to make distinguished plant protection still.

Monitoring with the usage of drone exactly definable the infected centres, hereby preccisely, one at which aim was taken it is possible to spray these patches. The asked the majority of a final knows that the sprinnkloing drone may be the suitable decision only on the area which can be roamed difficultly after the big rainfalls.

Not only the soaked on soil their beneficial usage, but the treading harm avoidable and more hundred litres of diesel oil and more thousand litres of water can be saved defending the environment with this.

Few people knew that the legatee is the drone similiary to spray machines it is neccesray to take action his circulations with a permit. This occurred in 2022 “Gépesítési Intézet” more sprinling drones granted the type classification.

The legal usage has only an essential obstacle already. There is not a chemical like thet currently, that there may be with drone to get out. The pesticide manufacturers work on it continously, that onto this aim let suitable implements be developed.

I estabilished that increasingly more people start believing in the efficiency of the technology in Hungary in the mirror of the result, market is placed on by innumerable sprinkling drone because of this, that relatively expensive.

9. Irodalomjegyzék

Dr. Busics (2010): Geodéziai Hálózatok

Sojánóczy (2020): Növényvédelem precíziós szemléletben

Tarcali (2019): Az egész növényvédelem precíziós tevékenységnek tekinthető

Dr. Pályi (2019): Precíziós, helyspecifikus permetezési eljárások 43-45

Dr. Tamás (2019): Precíziós mezőgazdaság 3-50

Csapó (2016): Precíziós technológia a növényvédelemben és a növényápolásban 1-12

Internetes hivatkozások

http1: Monitoring drón vizsgálatok <https://agrontech.hu/vizsgalatok/> (2022)

http2: A permetező drónpilóták titkos élete <https://dronehub.hu/a-permetezo-dronpilota-elete/> (2022)

http3: Végre megérkezett a drónszabályozás, melyre sokan vártunk
<https://dronehub.hu/vegre-megerkezett-a-dronszabalyozas-melyre-sokan-vartunk/>
(2022)

http4: Drónok a mezőgazdaságban <https://dronehub.hu/dronok-a-mezogazdasagban/>
(2022)

http5: Permetező drónos növényvédelem
https://docs.google.com/presentation/d/1bTMu5uO-Z2nehwMkX3aUoria6V8UJeKA/edit#slide=id.gabaf4ea5fe_0_1058 (2022)

http6: Drón technológia
<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/18d9hdlPZzbwINqQMDP2PXCmT-pOYwq-w>
(2022)

http7: 44/2005. (V. 6.) FVM-GKM-KvVM együttes rendelet a mező- és erdőgazdasági légi munkavégzésről <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0500044.fvm> (2022)

http8: Blog Mi az a precíziós gazdálkodás és hogyan kezdjük hozzá?
<https://agrarkozosseg.hu/mi-az-a-precizios-gazdalkodas-es-hogyan-kezdjunk-hozza/> (2021)

http9: Precíziós technológia a növényvédelemben és a növényápolásban
<https://mezgaz.hu/wp-content/uploads/2020/07/Prec%C3%ADzi%C3%B3s-Digit%C3%A1lis-tananyag.pdf#:~:text=A%20prec%C3%ADzi%C3%B3s%20n%C3%B6v%C3%A9nyv%C3%A9delem%20c%C3%A9lja%20a%20term%C5%91helyen%20v%C3%A1ltozatok%20k%C3%A9pet,technol%C3%B3gia%20alkalmaz%C3%A1sa%20amely%20n>

yomon%20k%C3%B6veti%20a%20heterog%C3%A9n%20el%C5%91fordul%C3%A1st. (2016)

http10: Precíziós módszerek a növényvédelemben

<https://magyarmezogazdasag.hu/2019/08/28/precizios-modszerek-novenyvedelemben>
(2019)

http11: Precíziós, helyspecifikus permetezési eljárások

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2019/06/gepesites/precizios-helyspecifikus-permetezesi-eljarasok> (2019)