



**ÓBUDAI EGYETEM**

---

**Keleti Károly Gazdasági Kar  
Módszertani és Menedzsment Intézet**

# **SZAKDOLGOZAT**

**ÓE-KGK  
2023**

Hallgató neve:  
Hallgató törzskönyvi száma:

**Verba János  
T007477/FI12904/G**



SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Verba János

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: T007477/FI12904/G

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Műszaki menedzser (BSc)

Specializáció: Vállalatirányítás specializáció

Irányítási rendszerek specializáció

A dolgozat címe: Drónok mezőgazdasági alkalmazása

A dolgozat címe angolul: Agricultural application of drones

A feladat részletezése: 1. Végezzen elméleti kutatást arról, hogy hogyan befolyásolják a drónok a mezőgazdasági munka hatékonyságát és termelékenységét, illetve milyen arányban tudja növelni a drón a termelékenységet!

2. Végezzen primer kutatást arról, hogy mennyire van terjedőfélben a drónhasználat és mik a vele kapcsolatos tapasztalatok a termelékenység és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok területén!

3. Tegyen javaslatot, hogy hogyan segítik a drónok a precíziós mezőgazdaságot és csökkentik a környezetvédelmi lábnyomot!

4. Összegezze a kapott kutatási eredményeket, vonjon le következtetéseket, valamint fogalmazzon meg további kutatási lehetőségeket

Intézményi konzulens neve: Bálint Krisztián

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

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 12. 12.



[Signature]  
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

[Signature]  
belső konzulens

.....  
külső konzulens



**ÓBUDAI EGYETEM**

**Keleti Károly Gazdasági Kar  
Módszertani és Menedzsment Intézet**

## **HALLGATÓI NYILATKOZAT**

Alulírott Verba János (Neptunkód: [REDACTED]) hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2023. december 7.

hallgató aláírása

## Tartalomjegyzék

|      |                                                                                                     |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | BEVEZETÉS .....                                                                                     | 1  |
| 1.1. | Témaválasztás indoklása .....                                                                       | 3  |
| 1.2. | Kutatási célok.....                                                                                 | 3  |
| 1.3. | Kutatási hipotézisek .....                                                                          | 4  |
| 1.4. | A kutatás módszertana .....                                                                         | 5  |
| 2.   | A MONITORING DRÓNOK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI.....                                                  | 6  |
| 2.1. | A monitoring drónok bemutatása.....                                                                 | 6  |
| 2.2. | Miért alakult ki a két különböző dróntípus? .....                                                   | 7  |
| 2.3. | A képalkotás nyújtotta lehetőségek.....                                                             | 8  |
| 3.   | A PERMETEZŐ DRÓNOS KIJUTTATÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA A<br>HAGYOMÁNYOS GÉPI KIJUTTATÁSI ELJÁRÁSOKKAL ..... | 15 |
| 3.1. | A drónos kijuttatás hivatalos tapasztalatai .....                                                   | 15 |
| 3.2. | A kereskedők által megadott technikai paraméterek jellemzése.....                                   | 15 |
| 3.3. | A drónos kijuttatás folyamata .....                                                                 | 17 |
| 3.4. | A hagyományos kijuttatások és a drónos kijuttatás időigényének<br>összehasonlítása .....            | 18 |
| 3.5. | A drónos permetezés hatásfokának elemzése .....                                                     | 19 |
| 3.6. | Milyen körülmények között szerencsésebb drónos kijuttatást alkalmazni? ....                         | 20 |
| 3.7. | A szolgáltatások árainak és környezetterhelésének összehasonlítása .....                            | 20 |
| 4.   | EMPIRIKUS KUTATÁS .....                                                                             | 24 |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Az első hipotézis vizsgálata .....                  | 25 |
| 4.2. A második hipotézis vizsgálata .....                | 33 |
| 4.3. A harmadik hipotézis vizsgálata .....               | 38 |
| 5. KUTATÁSI HIPOTÉZISEK IGAZOLÁSA, ELVETÉSE .....        | 45 |
| 6. A KUTATÁS SORÁN TAPASZTALT HIBÁK ÉS MEGOLDÁSAIK ..... | 46 |
| 7. ÖSSZEGZÉS .....                                       | 47 |
| 8. TOVÁBBI KUTATÁSI CÉLOK .....                          | 49 |
| IRODALOMJEGYZÉK .....                                    | 50 |
| MELLÉKLETEK.....                                         | I  |
| TARTALMI KIVONAT.....                                    | VI |
| SUMMARY .....                                            | VI |

## ÁBRAJEGYZÉK

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra A levél által visszavert látható fény .....                                                           | 8  |
| 2. ábra: A levél által visszavert fény multispektrális érzékelése .....                                       | 8  |
| 3. ábra: RGB felvétel a területről.....                                                                       | 9  |
| 4. ábra: NDVI felvétel a területről .....                                                                     | 10 |
| 5. ábra: NDRE felvétel a területről .....                                                                     | 11 |
| 6. ábra: GNDVI felvétel a területről .....                                                                    | 12 |
| 7. ábra: OSAVI felvétel a területről.....                                                                     | 13 |
| 8. ábra: Az Ön vállalkozása melyik vármegyében végez mezőgazdasági tevékenységet?<br>(n=105).....             | 25 |
| 9. ábra: Drónt használó, illetve tervezetten alkalmazni fogó vállalkozások száma.....                         | 26 |
| 10. ábra: Magyarország földhasználati térképe a közepes felbontású Corine Land Cover<br>(2012) térképen ..... | 27 |
| 11. ábra: Ön mekkora területen gazdálkodik? (n=104) .....                                                     | 28 |
| 12. ábra: Mi az Ön gazdaságának a fő profilja? (n=104).....                                                   | 28 |
| 13. ábra: Találkozott-e már drónok használatával a mezőgazdaságban? (n=105) .....                             | 29 |
| 14. ábra: Átlagos szélesség Magyarországon .....                                                              | 30 |
| 15. ábra: Rendelkezik-e Ön drónnal, illetve vett-e igénybe drónos szolgáltatást? (n=102)<br>.....             | 31 |
| 16. ábra: Tervezi-e Ön mezőgazdasági drón vásárlását az elkövetkezendő három évben?<br>(n=108).....           | 32 |

17. ábra: Ha tervezi mezőgazdasági drón vásárlását, vagy ilyen szolgáltatás használatát, illetve ha már rendelkezik saját drónnal, vagy vett igénybe ilyen szolgáltatást mi, vagy mik voltak a motivációi a drón igénybevételére? (n=81) ..... 33
18. ábra: Amennyiben drón vásárlását tervezi, rendelkezik-e a drón és a kiszolgáló gépek szállításához megfelelő eszközzel? (n=69)..... 38
19. ábra: Kizárólag a példa kedvéért: egy DJI Agras T30 permetező drón, minden eszközzel ami a hatékony üzemeltetéséhez szükséges, plusz a biztonságos kezeléséhez elengedhetetlen tanfolyammal, forgalmazótól függően nagyságrendileg 9-10 millió forintba kerül. Ön szerint mennyi idő alatt térül meg ez az összeg egy Önéhez hasonló gazdaságban? (n=100)..... 39
20. ábra: Ön szerint melyik az a hátrány amelyik leginkább elijesztheti a drón használatától a gazdálkodókat? (n=99)..... 41
21. ábra: Véleménye szerint melyek azok a feladatok, amelyekre jobb drónt alkalmazni, mint a hagyományos munkagépeket, illetve humán erőforrást? (n=103)..... 35
22. ábra: Saját tapasztalatai alapján, milyen arányban tudta, a drón használatával növelni a termelékenységet? (n=102)..... 36
23. ábra: Korrigált termelékenységnövekedési adatok (n=102) ..... 37
24. ábra: A jelenleg érvényben lévő jogszabályok szerint, a területfelmérő drónok regisztráció kötelesek. A permetező drónok vezetéséhez légügyi hatósági engedélyeket kell beszerezni, valamint több elméleti és gyakorlati vizsgát letenni. Ön mennyire tartja ez elfogadhatónak? (n=101) ..... 42

## **TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE**

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 1. táblázat: Színskála értelmezése.....        | 9  |
| 2. táblázat: Környezetterhelés és költség..... | 22 |

## 1. BEVEZETÉS

Számtalan példa mutatja meg a világ és benne kis hazánk történelmében, hogy az éhség és a szomjúság mekkora országokat és birodalmakat leromboló erő tud lenni. A Földön jelenleg becslések szerint 8 milliárd ember él és ez a szám csak növekszik. Ennyi embert etetni óriási feladatot jelent. Napjainkban is afrikai országok várnak az ukrán gabonára, mert az éghajlatuk változásait vagy a népességszámuk növekedését nem tudják a mezőgazdaságuk fejlesztésével kompenzálni. Magyarországon is érezzük az éghajlatváltozás hatásait és abban, hogy el tudjuk kerülni az elmúlt évek aszályainak és a területen nem őshonos kártevők megjelenésének káros hatásait nagy segítségünkre lehet a modern technika. Ennek a folyamatnak egyik alappillére lehet a dróntechnika. A köznyelvben a drón szót alkalmazzuk gyakorlatilag mindenre ami valószínűsíthetően földi eredetűnek tartunk, valamilyen hajtómű által meghajtott módon repül és nincs benne pilóta. Mivel ez így eléggé tág tartomány lenne, az Európai Bizottság a 2019/945 és a 2019/947 számú rendeleteiben irányt mutatott abban a kérdésben, felszállótömegtől és irányítási módtól függően, melyik repülő eszköz melyik csoportba tartozik. Ezen rendeletek meghatározása szerint bármely olyan jármű amely a fedélzetén tartózkodó hajózó személyzet, vagyis pilóta nélküli üzemmódra terveztek, vagy átalakítások után ilyen üzemmódban használnak és ilyen módon önállóan vagy távirányítással repülni képes, az Unmanned Aerial Vehicle, vagyis drón (EurLex, 2019).

Hajtás szerint meghatározhatunk villanymotoros és robbanómotoros kivitelű drónokat. A villanymotoros változatokat olcsóbb fenntartani és súlyra is könnyebbek, viszont az akkumulátorok jelenlegi véges kapacitása miatt az üzemidejük rövidebb. A robbanómotorosok erősebb kivitelűek, de jóval többre is kerülnek. Elvértve találkozhatunk hibrid modellekkel is. Míg egy monitoring drón jellemzően négy rotorral rendelkezik, amit négy motor hajt meg, addig a permetező drón esetében már hat, nyolc rotort hajt meg egyenként egy motor (Elliott, 2017).

Szárny szerint megkülönböztetjük a rotoros gépeket és a merevszárnyasokat. A merevszárnyas gépek miközben haladnak előre a szárnyak alatt felhajtóerő alakul ki, így maradnak a levegőben. A merev szárnyú gépek nagy előnye, hogy sokkal tovább tudnak a levegőben maradni és nagyobb teher cipelésére is alkalmasabbak. Viszont helyből

képtelenek felszállni, a multikopterekkel ellentétben, és nehezebben tudnak hirtelen irányt változtatni. A négyrotoros megoldás a leggyakoribb jelenleg a monitoring drónok esetében. Szimmetrikusan kereszt vagy x alakban helyezkednek el. A quadcopter kettő motorja óramutatónak megfelelően forog, míg kettő ellentétesen, így kiegyenlítve egymás forgató nyomatékát, ennek köszönhetően tud a megfelelő irányba haladni a drón, és a fordulatszám szabályozás révén képes kiegyenlíteni a drónt mozgását akár a szél ellenében is. A hexakopterek, vagyis a hatrotoros drónokon hat motor található. Ha egy rotor meghibásodik, a maradékkal biztonsággal leszállhat a gép. A permetező drónok emiatt és a nagyobb teherbírás miatt, hat vagy nyolcrotorosak.

A vezérlés módja lehet RC vezérlés, ami általában 2,4 GHz, vagy 5 GHz frekvencia tartományban kommunikálva, rádióhullámokon történik. Ilyenkor folyamatos a kapcsolat a pilótával. Ha a kapcsolat megszakad, a drón jó esetben magától leszáll. A GPS vezérlésű drónok alkalmasak már „Out of Sight” repülésekre is, vagyis GPS koordináták és kamerakép segítségével a közvetlen szemmel láthatóság nélkül is irányíthatóak, de ez a jelenkori magyar szabályozás szerint tilos. A WiFi vezérlés mikrohullámokon keresztül zajlik és lehetővé teszi akár a mobiltelefonos irányítást is.

A 2000-es évek első évtizedének végétől kezdődően, az akkumulátortechnika fejlődése a polgári és hobbiszintű felhasználás robbanás szerű megugrását idézte elő. Így elengedhetetlenné vált az ágazat szabályozása. 2019-ben került napirendre a drónok szabályozásának a kérdése az Európai Unióban (EU). Ekkor két rendeletben elkülönítették őket a hagyományos repülőgépektől és irányt mutattak a tagállamoknak az egyedi szabályozásuk kidolgozására. A 2019/945 magával géppel és a fogyasztóvédelmi előírásokkal foglalkozik, míg a 2019/947 a drónok felhasználási területeire vonatkozik (EurLex, 2019). Az EU elvei alapján minden tagállam hozhat ennél szigorúbb intézkedéseket, de az magukkal a rendeletekkel nem mehet szembe. A hazai törvényekkel és rendeletekkel párhuzamosan kell az Unió rendeleteit értelmezni. A közös cél a drónok biztonságos alkalmazása kell hogy legyen, nem a használat ellehetetlenítése. Hazánkban 2021 február 10-én életbe lépett 1995. évi XCVII törvény módosítása.

### **1.1. Témaválasztás indoklása**

A precíziós mezőgazdaság elengedhetetlen feltétele a talaj és a növényzet szakszerű vizsgálata és a környezetterhelést minimalizáló eszközök használata. Ebben a dróntechnika lehet az egyik kulcsszereplő napjainkban és a jövőben is. A témában még kevés elérhető tapasztalattal rendelkezünk, ezért tartom fontosnak a gazdálkodók által szerzett tudás és a technikába vetett bizalom vizsgálatát. A hagyományos mezőgazdasági gépek a gyártásához a drónokhoz képest sokszoros anyagmennyiséget használnak fel a gyártók. Az olyan ritkaföldfémek, mint a lítium és a kobalt, nélkülözhetetlenek a modern gépek előállításához. Ezek azonban nem csak a drónokban találhatóak meg, hanem a modern mezőgazdasági munkagépekben és helikopterekben is, miközben egyéb anyagokból pusztán már a méretük miatt is sokkal kevesebbre van szükség. Így már a gyártásuk is valószínűleg sokkal kisebb környezetterhelést jelent, de meg kell vizsgálnunk mi a helyzet a használatukkal.

### **1.2. Kutatási célok**

A drónokkal kapcsolatos ismereteim bővítéséhez meg kell vizsgálnom a kialakításukban és a manőverezőképességükben rejlő lehetőségeket. Meg kell válaszolnom, melyik ezen manőverezőképesség jelent-e valós időnyereséget a növényvédőszer kijuttatása során a hagyományos eljárasmódokkal szemben. Képet kell kapnunk a piac jelenlegi állapotáról is, mert hiába adott egy innovatív technológia, ha nincs meg a beruházási kedv. Ezek alapján a következő célokat fogalmaztam meg:

- A dolgozatom elsődleges célja a drónok a magyar mezőgazdaságban betölthető szerepének vizsgálata, figyelembe véve a hazai szabályozást és az ágazat lehetőségeit.
- Fel szeretném tárni a drónok alkalmazásával kapcsolatos problémákat, hiányosságokat, hogy megoldásokat keressek rájuk.
- Információkat szeretnék gyűjteni az ágazat szereplőinek környezettudatosságáról, legfőképpen az ivóvízkészletek felhasználásának csökkentésére való törekvéséről.

- Mérhető adatokat szeretnék látni az eljárasmódok üzemanyagfelhasználásáról. Emellett meg szeretném vizsgálni, melyek azok a növényvédelmi eljárások amik a lehető legkevesebb vegyszerrel érik el a kívánt hatást.

### **1.3. Kutatási hipotézisek**

- I. Hipotézis:  
Feltételezhető, hogy a permetező drónok helyettesíthetik a szántóföldi, illetve légi permetezést, növényvédőszer kijuttatást.
- II. Hipotézis:  
Feltételezhető, hogy a monitoring drónok által gyűjtött adatok elősegítik a precíziós mezőgazdasági gyakorlatokat, így csökkentve a felesleges erőforrások felhasználását.
- III. Hipotézis:  
Feltételezhető, hogy a drónok magyarországi elterjedését jobban befolyásolják a velük kapcsolatos dokumentációs és tanfolyamelvézési követelmények, mint a viszonylag magas árak.

#### **1.4. A kutatás módszertana**

Szekunder kutatást végeztem a rendelkezésre álló információk elérése érdekében. Korábbi kutatásokat, műszaki leírásokat és adattáblázatokat vizsgáltam. Pontos, számszerű adatokra volt szükségem, s ezen adatokhoz a hozzáférés legcélravezetőbb módja a szakirodalom átolvasása, nyomtatott illetve elektronikus formában. A kutatás során minden esetben az első publikációt kellett megkeresnem, így lehetőleg elkerülve az esetleges félrefordításokból származó hibás adatokat. Az így kapott információkat felhasználva primer kutatást végeztem. Mivel nem áll rendelkezésre adatbázis a drónok hazai elterjedésének vizsgálatához, így ez a kutatási módszer tűnt a legkézenfekvőbbnek a kutatás folytatásához. A kérdőíves, kvantitatív kutatási formát választottam, mert a drónok elterjedésének tendenciáit és a velük kapcsolatos tapasztalatok ok-okozati összefüggéseit szerettem volna vizsgálni, hogy ebből az ágazat egészére vonatkoztatható ismeretek szerezzek. Zárt kérdések feltevésével pedig a kitöltési kedvet kívántam növelni. Az első kérdés megválaszolásához a szekunder kutatás során szerzett adatokat használtam. A második kérdésre adott válasz a primer kutatáshoz köthető. A kérdőívet a Google Forms segítségével állítottam össze és zárt, agrár tematikájú Facebook csoportokban tettem közzé. Továbbá elektronikus levél formájában eljuttattam az ágazatban munkálkodó vállalatoknak. Ekkor volt szerencsém találkozni Jordán László úrral, a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (Nébih), Növény-, Talaj-, és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság volt igazgatójával. Az ő személyes közreműködése jelentősen növelte a kitöltési számokat és a vele folytatott beszélgetés által sok olyan információt szereztem, amikkel az asztali kutatás során nem találkozhattam.

## **2. A MONITORING DRÓNOK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI**

### **2.1. A monitoring drónok bemutatása**

A napjainkban kereskedelmi forgalomban lévő monitoring drónok többsége többcsatornás, többkamerás drón. A modern változataik általában egy vizuális RGB kamerával készítenek nagy felbontású felvételeket a felszínről és egy multispektrális kamerával készítenek a növények állapotfelméréséhez szükséges felvételeket. Használatuk engedélyhez kötött, mert annak ellenére, hogy a jogszabályban megjelölt tömeg alattit is találunk a piacon, kamerával felszerelt mivoltuk engedélykötelessé teszi őket. Nagyfelbontású kamerájuk segítségével támogatják a gazdálkodókat az optimális döntés meghozásában. A felvételező repülés során közvetlenül képet kaphat a felhasználó az esetleges fagykárokról, a belvíz, vagy éppen aszály által sújtott területekről. A vadak által okozott károk és a gyomnövények terjedése is jól prezentálható a kamerás felvételeken. Nagy előnye, hogy nem kell a területet bejárni, a gyümölcsösök és más magas kultúrák is könnyedén ellenőrizhetőek. A multispektrális kamerák által a növények állapota és a kártevők által okozott károk is jól nyomon követhetők. A multispektrális kameráknak köszönhetően még a növényen megjelenő, szabad szemmel észlelhető változások előtt felfedezhetőek a különböző fertőzések, kártevők és növényi betegségek. Ezt elősegítendő, a komolyabb gyártók saját szoftvereket fejlesztettek a drónjaikhoz. Azonban ez a technológia még nem forrott ki teljesen a tapasztalatok szerint. Így inkább a megelőzésen van a hangsúly. Amikor bekövetkezik a fertőzés, a lappangási időben (a tünetek megjelenése előtt) még van némi, korlátozott lehetőség a beavatkozásra, de a tünetek megjelenését követően már visszafordíthatatlan a folyamat és csak a további fertőzések blokkolására van lehetőség. (Rani et al. 2019) Gyomnövények elleni védekezés során addig, amíg a kultúrnövény fejlettsége lehetővé teszi a gyomnövények elkülönítését, a monitoring drón által megjelölt koordinátákat egy permetező drónnak megadva megvalósítható a foltkezelés. Már amennyiben olyan drónjaink vannak, amik tudják kezelni az egymástól kapott információkat.

## 2.2. Miért alakult ki a két különböző dróntípus?

Felmerülhet a kérdés, hogy mi szükség van külön monitoring drónokra, miért nem szerelnék megfelelő kamerákat a permetező drónokra és így két legyet lehetne leütni egy csapásra?

A válasz az akkumulátorok élettartamában és a drónok súlyában rejlik. A speciális kamerákkal felszerelt monitoring drónok tömege általában 1-1,5 kg között van, szemben a Magyarországon jelenleg típus minősítéssel rendelkező, permetező drónok 10-30 kg-os (akkumulátor nélküli) saját tömegével. A nagyobb tömeg egységnyi hosszúságú időn keresztül történő levegőben tartásához értelemszerűen erősebb, így drágább akkumulátor szükséges. A permetező drónok akkumulátorainak az ára a monitoring drónok akkumulátorárának általában legalább az ötszöröse. Előbbi 500 ezer forintról indul, míg utóbbi kapható bőven 100 ezer forint alatti áron is. A gyártók által vállalt teljesítménygarancia eléggé széles skálán mozog. Ezért az élettartam eltérés érzékeltetése érdekében egy gyártó két termékét vettem figyelembe. A DJI Phantom 4 monitoring drón akkumulátora esetében 1200 töltési ciklusra, ami ennél a típusnál körülbelül 36000 levegőben töltött percre, a DJI Agras T30 akkumulátora esetében 1000 töltési ciklusra, 20000 levegőben töltött percre szól a garancia. Jelenlegi piaci átlagára 50 ezer forint és 650 ezer forint ennek a két terméknek. Ezek alapján kiszámolható, hogy egyéb költséggel jelen esetben nem számolva, a repülés költsége minimum 1,39 Ft/perc a monitoring drónnal és 32,5 Ft/perc a permetező drónnal. Tehát még ha a technikai feltételek adottak is lennének, akkor se érné meg permetező drónnal területet felmérni. Erre a témára kitértem a kérdőíves kutatásnál is. Az NDVI szenzor megmutatja a növény tápanyaggal való ellátottságát és így segíti a műtrágyázás szükségességének a megállapítását. A monitoring drónok használata a precíziós gazdálkodás kialakításának elengedhetetlen kelléke. A területmérés által kapott GPS adatok és a kultúra állapotáról kialakított kép megfelelő alapot biztosít a permetező drónok precíz üzemeltetéséhez is. Természetesen adott szenzornak létezik kézi változata is. Itt jön képbe újra az időtényező. Nehezen járható talajon már a kijutás is nehézkes. Egy területfelmérő drón pedig az ember által megtehető táv többszörösét teszi meg, miközben folyamatosan a szabad szemmel nem látható szintartományról készít felvételeket.

### 2.3. A képképzés nyújtotta lehetőségek

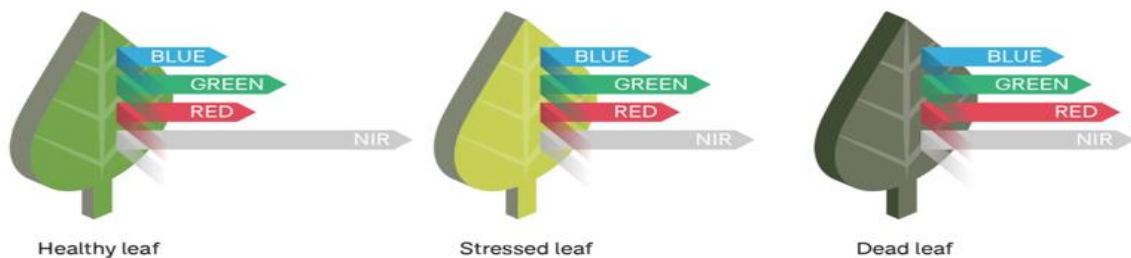
A drón a terület feletti átrepülése folyamán rengeteg felvételt készít, egy adott átfedéssel vagy ráhagyással, a későbbi összefűzés elősegítése végett. Az ilyen módon összeállított képeket ortomozaioknak nevezzük. A multispektrális kamerák által készített felvételeken a növények által visszavert adott fénytartományt mérhetjük. Az így kapott reflektációs térkép is egy ortomozaiak fajta. Az 1. ábrán a levél által visszavert fény látható. Gyakorlatilag ezt látja a szemünk.



1. ábra A levél által visszavert látható fény

Forrás: gim-international.com

A 2. ábrán a multispektrális kamera által érzékelt színek összetételének aránya látható a lombzat egészségére vetítve. Az egészséges levél a közeli-infravörös tartományt erősebben veri vissza mint a beteg levél. Ez a képesség minél inkább csökken, annál inkább beteg a növény és annál erősebben veri vissza a kék és piros fényt. Az elhalt állománynál a különböző színek visszaverődésének ereje közel kiegyenlítődik.



2. ábra: A levél által visszavert fény multispektrális érzékelése

Forrás: heliguy.com

Az 1. táblázatban a kamera által készített képek színskála-értelmezése olvasható. A megnevezés utáni zárójelben az egyenletekben használt angol megnevezése szerepel. A további képek és képletek értelmezéséhez elengedhetetlen ezen adatok ismertetése.

| Spektrális sáv                    | Hullámhossz | Felhasználási mód                                                                                                |
|-----------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vörös<br>(Red)                    | 600-700nm   | A vegetatív növekedés és életerő, a növénytípus, a páratartalom és a levélfelület-index megállapítására szolgál. |
| Közel-infravörös<br>(NiR)         | 700-900nm   | A növények egészségének és termelékenységének mérésére szolgál.                                                  |
| Vörös határ/szegély<br>(Red edge) | 700-780nm   | A növényeket érő stressz kimutatására szolgál, jelezheti a klorofilltartalom változását.                         |
| Zöld<br>(Green)                   | 500-600nm   | A lombkoronaszint mérésére és a gyomnövekedés észlelésére szolgál.                                               |
| Kék<br>(Blue)                     | 450-500nm   | A vízstressz, a betegségek és a növények egészségi állapotában mutatkozó nagy különbségek kimutatására szolgál.  |

1. táblázat: Színskála értelmezése

Forrás: heliguy.com, 2023

Red-Green-Blue (RGB) felvételek:

A drónok természetesen hagyományos, a 3. ábrán látható RGB felvételek készítésére is képesek. Valóság-hű képet nyújtanak a terület állapotáról, azonban komplexebb vizsgálatok végzéshez nem adnak elég információt. (heliguy.com, 2023)



3. ábra: RGB felvétel a területről

Forrás: heliguy.com, 2023

NDVI felvételek:

A 4. ábrán látható az NDVI: Normalized Vegetation Index, avagy normalizált vegetációs index. A leggyakrabban használt vegetációs index, amely betekintést nyújt a növények klorofilltartalmába. Ez egy olyan mutató, amely a növényzet, lombozat zöld színtartamát, sűrűségét és egészségét mutatja meg. Korai szakaszban a növényzet erősségének becslésére használható. Így felmérhetjük a növények életerejét, a talaj vízellátottságát, a lombozat tápanyagtartalmát és a terméspotenciált, kivéve ha nedvesek a levelek, mert akkor vízfelületnek érzékeli és olyan képet mutat (Whitehead & Hugenholtz, 2014).

Kiszámításának módszere:

$$\frac{NiR - Red}{NiR + Red}$$



4. ábra: NDVI felvétel a területről

Forrás: heliguy.com, 2023

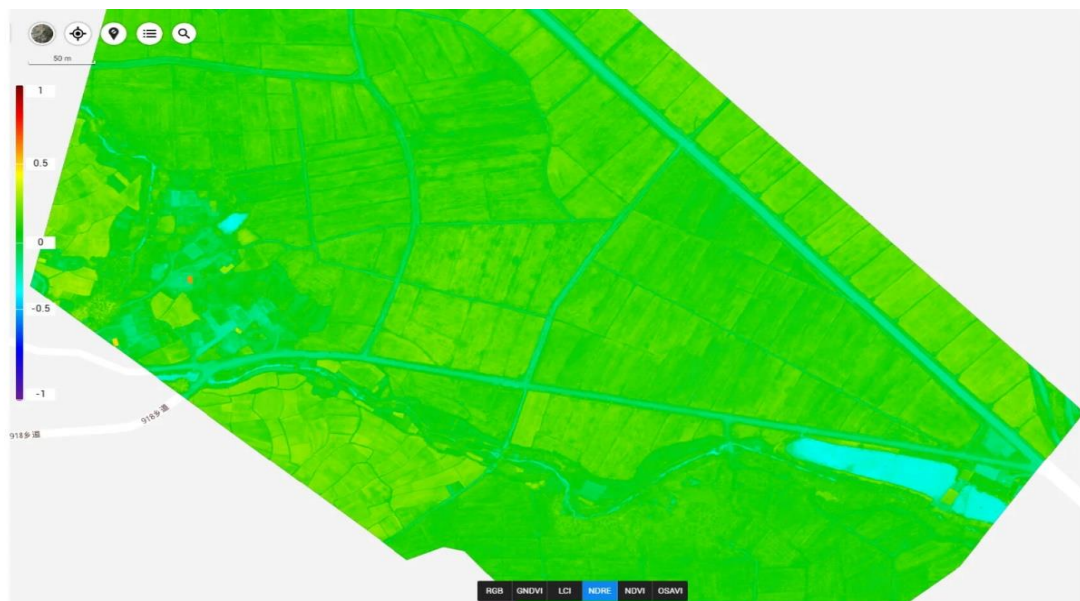
Az 1-hez közeli értékek nagyobb növényzetet mutatnak, míg a 0-hoz közelebbi értékek a kevés növényzettel, a művelés korai szakaszával, a csupasz talajjal vagy a beteg növényekkel borított területeket jelzik. A mínuszos értékek jelzik a vízzel elárasztott területet és az épített környezetet, műtárgyakat.

NDRE felvételek:

Az 5. ábrán szemrevételezhetjük az NDRE: Normalized Difference Red Edge Index avagy normalizált vörös fény-határ indexet. Betekintést enged a növények klorofilltartalmába és annak változásaiba a vegetációs időszak későbbi szakaszában. A termés egészségi állapotában bekövetkező változásokat előrehaladottabb szakaszokban érzékeli, mivel olyan vörös szegélyű fényt használ, amely sokkal mélyebbre hatol a levelekbe, mint a sima vörös fény (amelyet az NDVI-ben használnak). Ahol intenzívebb a lombkorona, ott célszerű az NDRE-t használni. Meghatározhatjuk vele növények műtrágyaigényét, nitrogénfelvételét és stressz-szintjét (enterprise.dji.com, 2023).

Kiszámolásának módja:

$$\frac{\text{NiR} - \text{Red edge}}{\text{NiR} + \text{Red edge}}$$



5. ábra: NDRE felvétel a területről

Az NDRE magas értékei a levelek magasabb klorofilltartalmát jelzik. A talaj jellemzően a legalacsonyabb értékeket, az egészségtelen növények a közepes értékeket, az egészséges növények pedig a legmagasabb értékeket mutatják. A zöld szín itt félrevezető lehet, a cél a piros szín elérése (5. ábra). Ebben az esetben is sok múlik azon, a növény fejlődésének mely szakaszában készült a felvétel.

GNDVI felvételek.

Ez az index a zöld hullámot használja a klorofilltartalom kiszámításához az NDVI vörös hullámai helyett, és a kutatások szerint stabilabb, mint az NDVI index. A 6. ábrán látható, meglehetősen informatív felvételt készíthetünk ezzel a szűrővel. Sűrű lombkoronájú vagy a fejlődés előrehaladottabb szakaszában lévő növényeknél használatos.

Kiszámításához használt egyenlet:

$$\frac{\text{NiR}-\text{Red}}{\text{NiR}+\text{Red}+0.16}$$



6. ábra: GNDVI felvétel a területről

Forrás: heliguy.com, 2023

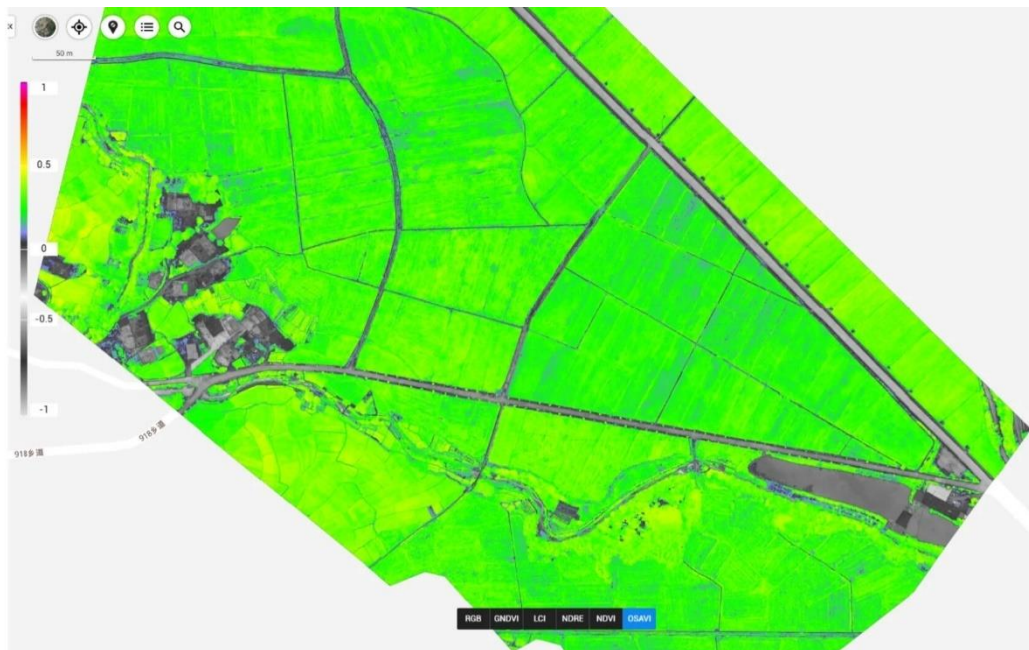
Ez a módszer igazán részletes képet szolgáltat nekünk a területről. A zöld szín a fejletlen növényeket és az ültetési hibákat jól megfigyelhetővé teszi. Élesen elkülöníthetők a területen található műtárgyak ezektől a hibáktól (Dutta, Goswami, 2020).

OSAVI felvételek:

OSAVI: Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index, vagyis talajhoz igazított vegetációs index a 7. ábrán látható. A talajviszonyok fontos tényezői a növények egészségének, főleg a korai növekedési szakaszokban, különösen akkor, ha a növényeket nagy tér és távközökkel ültetik. Ez a mutató figyelembe veszi a talaj állapotát és jó mutatója a növények klorofilltartalmának a korai növekedési szakaszban. Figyelembe veszi a fény nem lineáris kölcsönhatását a talaj és a növényzet között. A talajt jól el lehet különíteni a növényzettől, a talajpíxelek figyelembevételével. Segítségével meghatározható a növények lombkoronájának nitrogén-, és vízfelvétele.

Kiszámításának képlete:

$$\frac{\text{NiR}-\text{Green}}{\text{NiR}+\text{Green}}$$



7. ábra: OSAVI felvétel a területről

Forrás: heliguy.com, 2023

A képek által nyújtott tudásanyag elégséges lehet ahhoz, hogy a gazdálkodók a lehető legjobb döntéseket hozzák meg a termeléssel kapcsolatban. A multispektrális kamera képeit felhasználva, a GPS adatok segítségével pontosan megjelölhetőek és körül

határolhatóak azok a területek amik gondozást igényelnek. Az adatokat egy permetező drónnak megadva, akár egy gyümölcsfa kezelése is megoldható külön a többitől.

A 5. ábrán látható piros pötty a lefotózott terület facsoportjának legnagyobb fáját jelöli. Amennyiben a kép kisebb magasságból és nagyobb felbontással készült volna, az egyes fák is jól elkülöníthetők lennének.

A 6. ábra pedig sorokra bonthatóan informál bennünket a tápanyaghiányos növényekről. Kis mennyiségben műtrágya kijuttatására és egyéb termésnövelők vagy akár víz kijuttatására is lehetőségünk van. Az így megvalósított feltételkezelés lényegesen költséghatékonyabb megoldás mintha az egész területet kezelnénk újra. Még abban az esetben is, ha béreljük a szolgáltatást, mert a feltételkezelés során lényegesen kevesebb hatóanyagot, vizet és üzemanyagot használunk fel. Így az a hipotézis, hogy a monitoring drónok által gyűjtött adatok elősegítik a precíziós mezőgazdasági gyakorlatokat, csökkentve ezáltal a felesleges erőforrások felhasználását, akár helytállónak is bizonyulhat. Az empirikus kutatás során képet fogunk kapni arról, mik az eddigi magyarországi tapasztalatok a területmérő drónok felhasználásával kapcsolatban, amivel ezáltal már az összképet tudjuk majd vizsgálni.

### **3. A PERMETEZŐ DRÓNOS KIJUTTATÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA A HAGYOMÁNYOS GÉPI KIJUTTATÁSI ELJÁRÁSOKKAL**

Az agráriummal kapcsolatos honlapokon és folyóiratokban egymást érik a drónos hirdetések és véleménycikkek. Kis utánajárással kideríthető, hogy ezek a véleménycikkek sokszor nem teljesen elfogulatlanok és nem is személyes tapasztalatokon alapulnak. A téma tanulmányozása során számos alkalommal találkoztam pontatlan fordítással és valótlan állításokkal. Ez rövidtávon lehet, hogy plusz eladásokat generál, azonban hosszútávon a technológia ellen fordíthatja a csalódott vásárlókat. Meg kell határozni, hogy az érvényben lévő szabályok alapján mely tevékenységre alkalmasak a drónok hazánkban és melyre nem.

#### **3.1. A drónos kijuttatás hivatalos tapasztalatai**

A Mospilan 20 SG az egyetlen növényvédelmi permetszer ami a kutatás kezdetéig engedélyezve lett drónos kijuttatásra az országban. Azonban szükséghelyzeti, illetve kísérleti engedéllyel már folytak drónos kijuttatások ezt megelőzően is. Az engedélyezés egy soktényezős és időigényes folyamat. Ezért hivatalos adatok a drónos permetezés hatékonyságáról még nem állnak rendelkezésre. Az Amerikai Egyesült Államokban és Ázsia bizonyos országaiban terjedőfélben van a drónhasználat, de az ottani munka-, és egészségvédelmi előírások nem felelnek meg az európai szabványoknak. Ezért az ott szerzett tapasztalatok a mi esetünkben nem relevánsak (Pusztai, 2022).

#### **3.2. A kereskedők által megadott technikai paraméterek jellemzése**

Azzal, hogy arányaiban olcsóbbra jön ki egy nagyobb mennyiség akármiből, vagy egy arányaiban erősebb gép megvásárlása a gyengébbnél, nem számít új dolognak a piacon. Így van ez a drónok piacán is. Az korábban már említett DJI gyártmányú permetező drónokat, a vezetésükhöz szükséges tanfolyamokkal és a hatékony munkavégzésükhöz nélkülözhetetlen eszközöket tartalmazó csomagokban hirdeti például a lidrone.hu:

A DJI Agras T10 egy 8 literes tartály, 5 méter permetezési szélesség, 3 db akkumulátor, drónvizsgára való felkészítés, töltő, és egy db AC kábel. Ára: bruttó 3.917.890 Ft (lidrone.hu/DJIAgrasT10, 2023)

A DJI Agras T30 pedig egy 30 literes tartály, 9 méter permetezési szélesség 3 db akkumulátor, 1 db töltő, 2 db AC kábel, T30 lombkorona permetező szett, Heron áramfejlesztő, granulátumszóró, 300L keverőtartály, propeller szett, 1 pár CW és 1 pár CCW, A1/A3 drónvizsga felkészítő anyag, 1 év Terra szoftver hozzáférés és 1 év kötelező biztosítás. Ára: bruttó 10.444.990 Ft (lidrone.hu/DJIAgrasT30).

Jól érzékelhető, hogy a két eszköz közül melyik éri meg jobban. Egy ügyesebb kereskedő a személyes vásárláskor, vagy akár a telefonos megrendeléskor is könnyen meggyőzhet a 14. ábrán feltüntetett 7+6 személyből még párat, hogy igazából nekik a közel négyszer akkora kapacitású, ennek ellenére csak „alig” kétféle és félszer annyiba kerülő gépre van szükségük. A másik dolog ami jól érzékelhető, pedig finomítottam eleget a szövegen a két hirdetés bemutatásakor, az a profizmus hiánya. Olyan kereskedők, akik több millió forintos gépeket hirdetnek, nem szabadna, hogy megengedjenek maguknak ennyi elírást vagy csúsztatást. DJI hivatalos weboldala (dji.com) alapján a maximális permetezési sebesség 25,2 km/h.

A hirdető lidrone.hu, akár 40 hektár egy óra alatt történő lepermetezésének lehetőségével kampányol. A 40 hektárt számszerűsítve, a képzeletbeli termőföldünk egyik oldala 4 km, míg a másik oldala 100 m hosszú. A 9 méteres permetezési szélesség alapján 11,11-szer kell megtennie a drónnak ezt a 4 km-es távot. Adok annyi előnyt a hirdetőnek, hogy a 11,11-et lefelé kerekítem. Így a drónunknak csupán 44 km-t kell megtennie egy óra alatt. Így a szóban forgó gép az adott feladatot 1,75 óra alatt képes elvégezni. S akkor még olyan nehezítő körülményekkel, mint az akkumulátorok lemerülése és a permetező tartály 30 literes kapacitása, még nem is számoltam.

Az abzdrone.com már valamivel korrektebb tájékoztatást ad. Akár 16 lepermetezhető hektárt jelöl meg óránként a DJI Agras T30-al (abzdrone.com). Az előző számítási módszerrel számolva 0,7 óra alatt végzi el ezt a feladatot. A bökkenő csak az, hogy mindkét esetben a gépkönyv által megadott 25,2 km/h-ás maximális műveleti sebességgel számoltam. A hazánkban drónra egyedülként engedélyezett Mospilan 20 SG rovarölő szer maximálisan engedélyezett, drónos permetezési sebessége viszont csak 15 km/h. Így a korábban kapott időtartamoknak az 1,68-szorosával kell számolni.

Az, hogy miért érzi úgy a kereskedő, hogy ilyen csúsztatásokkal kell az eladni kívánt termékeit reklámozni, a mezőgazdaság sajátosságaiban keresendő. A növényvédelemre viszonylag szűk időkeret áll rendelkezésre és ezt is nagyban befolyásolja az időjárás. Bizonyos szereket például nem lehet 25 °C felett használni, így nyáron szinte végig csak az éjszakai permetezés jöhet szóba az is csak 23 óráig, hogy napfelkelteig még legyen ideje a szernek aktiválódni. A két kezelés közötti minimális idő és az élelmezésegészségügyi várakozási idő tovább csökkenti az éves permetezésre alkalmas napok számát. Így érthető, hogy az óránként kezelhető hektárok száma kiemelt fontosságú a gazdálkodók számára.

### **3.3. A drónos kijuttatás folyamata**

A feladat komoly szaktudást és előkészítő tevékenységet igényel. Szükséges hozzá a növényorvos felügyelete, amit megegyezés szerint a drónos szolgáltatást biztosítónak vagy a gondozott terület tulajdonosának/bérlőjének kell biztosítani. A növényorvos szakmai irányítása elengedhetetlen, azonban a személyes jelenléte nem kötelező. Maga folyamat a következő lépésekből áll:

- a területért felelős növényorvos meghatározza az alkalmazott növényvédelmi technológiát, időpontot, a növényvédő szert és a dózist;
- a területért felelős növényorvos munkatérképet készít, amelyen bejelöli a kezelésre szánt területet, a szomszédos érzékeny kultúrákat, tereptárgyakat, a repülésre veszélyes objektumokat, tájvédelmi körzeteket, nyílt vizeket, állattartó telepeket, lakott területeket;
- meg kell határozni a kezelés útvonalát. Ez a drónpilóta feladata. Az elkészített tervet átadja a növényorvosnak, majd ezt tölti fel a drón memóriájába;
- a tervezett kezelés bejelentése és a kijuttatási terv készítése a kapott adatok alapján újfent a növényorvos feladata. Ő nyújtja be az illetékes vármegyei kormányhivatal Növény- és Talajvédelmi Osztályához. Itt az illetékesek engedélyezik, hallgatólagosan jóváhagyják, vagy megtiltják a tevékenységet;
- a repülés bejelentését a légügyi hatóság felé a drónpilóta végzi, mobilapplikáción keresztül. Ezt 30 nappal a repülés végrehajtása előtt be kellene jelenteni, de

lehetőség van adott nap reggel 9 óráig történő bejelentésre is a MyDroneSpace applikáción keresztül;

- a növényorvos dokumentáltan átadja a felhasznált növényvédő szerre vonatkozó felhasználási utasítást a drónpilótának a kormányhivatal kijuttatási tervet jóváhagyó határozatát a bejelentés másolatával egyetemben;
- a permetezés során alkalmazni kell még legalább egy repülésfigyelő személyt, aki a területre betévedő emberekre, állatokra, illetve az időjárás változásaira figyelmeztetheti a pilótát;
- a drón műszaki kiszolgálását, feltöltését végezheti a pilóta is, azonban a folyamatos munkavégzés érdekében ajánlott egy segítő jelenléte;
- a légi növényvédelmi munkavégzés során repülési naplót kell vezetni, óránként rögzítve az időjárási adatokat és az esetlegesen fellépő rendkívüli eseményeket. Ezt a naplót 3 évig meg kell őrizni;
- drón üzemeltetőjének gondoskodnia kell a térinformatikai adatok begyűjtéséről és ezen adatokat 3 évig szintén meg kell őrizni. Ilyen adat például a szórófejek nyitási/zárási információi;
- a permetezési napló szabályos vezetése, minden esetben a területen gazdálkodó személy feladata;

A folyamat munkaidőigényessége a gazdálkodók számára soknak tűnhet. Ehhez hozzá kell vennünk a 2 évente esedékes továbbképzéseket és a saját tulajdonban lévő drón műszaki kiszolgálásának költségeit illetve az akkumulátorok amortizációjának további költségnövelő hatásait. Ezek a körülmények inkább a drónos szolgáltatások igénybevétele felé terelhetik az agrárium szereplőit.

### **3.4. A hagyományos kijuttatások és a drónos kijuttatás időigényének összehasonlítása**

Az érvényes engedéllyel rendelkező permetszer használata még csak gyümölcsösökben megengedett. Ezért a számítás során is egy 7 méteres térközökkel ültetett cseresznyést vettem alapul. Ebben az esetben nincs haszonnövény ültetve a gyümölcsfék közzé. A korábban említett DJI Agras T30-as drón, gyümölcspermetezésre beállítva, a Mospilan 20 SG rovarölőszert használatára vonatkozó utasításokat betartva, egy 9 hektáros területet

egy óra alatt képes kezelni, jó időjárási körülmények között és megfelelő felszereléssel. Tehát egy 90 hektáros területet nagyjából 10 óra alatt tud lekezelni, ami hozzávetőlegesen megfelel egy mezőgazdasági munkanapnak. Egy hagyományos ventilátoros vontatott permetező a fűvókák beállításának és a tartály nagyságának függvényében maximum ugyanennyi, de inkább kevesebb idő alatt teljesíti ugyanezt a feladatot. Taposási kár sem egyik, sem másik esetben nem keletkezik. A helikopteres kijuttatás 10 hektáros terület alatti területeken nem terjedt el, de viszonyítási alapként elmondható, hogy a 10 hektárt 8 perc körüli idő alatt teljesíti.

### **3.5. A drónos permetezés hatásfokának elemzése**

A megfelelő dózis beállítása kulcskérdés a permetezés során. A növényvédőszeres leírásában meghatároznak egy alsó és egy felső értéket területi egységenként. A pontos értéket a növényorvos határozza meg a helyszíni körülmények ismeretében a kezelés idején. Mindkét érték betartása fontos, mert ha magasabb dózist alkalmazunk, kiégethetjük a növényt és az egészségügyi maradványértéket is átléphetjük, alacsonyabb dózis esetén pedig csak nemesítjük a kártevők következő generációját.

Mivel egy kivétellel a növényvédelmi anyagok még nincsennek megfelelően letesztelve drónos kijuttatásra, elég nagy kockázatot jelent a engedély nélküli szerek használata és nem is szívesen vallanak róla a gazdálkodók. Így kutatásra alkalmas vizsgálati eredmények sem állnak rendelkezésre. A gazdák nem hivatalos tapasztalatai alapján, amiket a Mospilan 20 SG drónra való engedélyezése óta szereztek, a drónos kezelés a csalogatóanyag alkalmazása végett nagyon magas hatásfokú. Így várhatóan kisebb dózis is elégséges lehet belőle a további évek folyamán és elég lehet majd a foltkezelés is. Egyes tapasztalatok szerint mivel a cseresznyelégység kedveli a meleget, amennyiben időben észre vesszük, elégséges csak a fák lombkoronáját kezelni. Erre pedig a drón ideális választás. A gazdálkodók közötti informálisan megosztott tapasztalatok következménye nyomon követhető a vételi szándékkal foglalkozó 14. ábrán is. Valószínűsíthetően ennek is betudható a magasszámú vételi szándék.

### **3.6. Milyen körülmények között szerencsésebb drónos kijuttatást alkalmazni?**

Az időjárási körülményeknek való kitettség hasonló mértékben nehezíti meg mindhárom féle gépi kijuttatás munkavégzését. Erős szélben az elsodródás veszélye, esőben pedig a lemosódás miatt tilos permetezni nemcsak gépi, de még kézi permetezővel is. Sáros, felázott, illetve meredeksége miatt gumikerekű járművel nehezen járható talaj esetén egyértelműen a légi kijuttatás lehet célravezető. A szokatlanul magasra megnőtt kultúrák esetében, mint például az aszály után a dupla mennyiségű műtrágya hatására rekordmagasságú kukorica és napraforgó, szintén javallott lehet a légi, illetve drónos kijuttatás a szántóföldivel szemben, mivel az akár 3,5 méteres termést a hagyományos permetezőkeret egyszerűen letörné.

### **3.7. A szolgáltatások árainak és környezetterhelésének összehasonlítása**

Az elmúlt nyáron a drónnal végzett permetezés ára átlagosan nettó 10 ezer forint volt. Ami picit elmarad a légi permetezés átlag nettó 12 ezer forintos árától, de ugyanennyivel több mint a szántóföldi permetezés átlag nettó 8 ezer forintos ára. A repülőgép vagy helikopter által történő kijuttatásról szóló szerződések általában tartalmazzák az évet lefedő összes kezelést, így a műtrágyaszórást is. Hasonló eljárásrend van a földi kijuttatás esetén is. Itt a drón a többiekkel szemben hátrányban van, ugyanis műtrágyából az általa költséghatékonyan kihordható mennyiség nagyságrendekkel kisebb mint a másik két esetben, így nincs lehetősége hosszútávú szerződések kötésére. Előnye származik viszont abból, hogy 10 hektár alatt a légijárműves szolgáltatók nem igazán vállalnak munkát és így értelemszerűen foltkezelést sem. Foltkezelésre a taposási kár és a magas járulékos költségek, mint a kiszállás miatt általában nem éri meg a szántóföldi járművet alkalmazni. Persze létezik már olyan intelligens fúvókavezérlő program, ami lehetővé teszi a permetszer megtakarítást szántóföldi járművel folytatott foltkezelésnél, viszont ilyenkor viszont számolni kell a többlet üzemanyagfelhasználással.

Élettartam alapján történő összehasonlítás esetében a teljes gépeletciklust figyelembe venni nem férne bele ezen dolgozat határaiba. Nincs is pontos adat még arról, hogy mekkora a drónok átlagos élettartama, de nem valószínű, hogy bármelyik is megéri például egy Kamov KA-26-os permetező helikopter ez éven betöltött 50-id életévét,

feltéve ha nem dobozban tartják egy védett helyen. A helikopter, a gumikerekes jármű és a drón amortizációja is nagyban függ a kezelőjétől, így most ez számunkra lényeges.

Üzemanyagfelhasználás alapján történő összehasonlításnál el kell kicsit térnünk az a korábban alkalmazott formulától. Eddig mint szolgáltatás megrendelőjeként tekintettünk a gazdára. A következő számításnál viszont a korrekt összehasonlítás végett az üzemanyagfelhasználásról is kell kimutatást készítenünk.

Képzeletbeli gazdaságunk rendelkezik mindhárom kijuttatási formához egy-egy megfelelő eszközzel, de sajnos az áramellátás nem megoldott, így az akkumulátorok töltését benzines áramfejlesztővel kell megoldanunk. Továbbá az a szokatlan helyzet állt elő, hogy a Forint/Euro árfolyam és a benzinkutak között tapasztalható eltéréseket itt most nem figyelembe véve, a benzin, a gázolaj és a B-100 repülőbenzin ára 600 Ft/l körüli áron mozog. Helikopteres úton történő kijuttatás esetében Kamov KA-26 helikopterrel: átlagosan 35 liter/10 ha = 21000 Ft. Szántóföldi kijuttatás MTZ 820.4 mezőgazdasági vontatóval: átlagosan 30 liter/10 ha = 18000 Ft. A drón áramellátásához pedig a fenti példákban említett DJI Agras T30-al egy csomagban kapható, Heron benzinmotoros áramfejlesztő fogyasztása pedig: 5 liter/óra, ami szükséges a 10 ha lefedéséhez = 3000 Ft. Több üzemanyag elégetése pedig több károsanyag kibocsátásával is jár. Ez alapján a drón sokkal környezetbarátabb mint a hagyományos kijuttatási technikák.

Permetszer-, és vízfelhasználás szempontjából a helyzet egészen más képet kapunk. A Mospilan 20 SG permetszer drónos (magyarvenyvorvos.hu) és hagyományos kijuttatású (nebih.hu) engedélyokiratait felhasználva durva becslést végeztem a szükséges mennyiségekről és anyagi vonzatukról, ezt tüntettem fel a 2. táblázatban .

Az objektív összehasonlítás érdekében, minden esetben az adatlapon megadott legalacsonyabb értékekkel számoltam. Érdekesnek találtam, hogy a Nébih által kiadott engedélyeken szereplő adatlapok csak a drónos kijuttatásnál írják elő, a Combi-protec csaliétek és rovarölőszer hatásjavító alkalmazását. Ezen szer alkalmazása jelentősen növeli a drónos kijuttatás anyagi költségét és környezetterhelését.

| <b>10 hektáros területre<br/>vetítve:</b>                                  | <b>Anyagszükséglet</b>                        | <b>Ár</b>              | <b>Vízigény</b> |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|-----------------|
| Helikopteres kijuttatás                                                    | 1,5 kg Mospilan 20 SG                         | 52 500 Ft              | 800 l           |
| Szántóföldi kijuttatás                                                     | 1,25 kg Mospilan 20 SG                        | 43 750 Ft              | 600 l           |
| Drónos kijuttatás                                                          | 0,25 kg Mospilan 20 SG<br>+ 10 l Combi-protec | 8750 Ft +<br>360000 Ft | 200 l           |
| <b>A táblázatban kiskereskedelmi átlagos nettó árak vannak feltüntetve</b> |                                               |                        |                 |
| Mospilan 20 SG                                                             |                                               | 35000 Ft/kg            |                 |
| Combi-protec                                                               |                                               | 36000 Ft/l             |                 |

2. táblázat: Környezetterhelés és költség

Forrás: Saját szerkesztés

A 2. táblázat adatait, a szolgáltatások árait és a várható üzemanyag felhasználást számolva, a teljes 10 hektáros terület permetezésének összes költsége alkalmanként minimum:

Helikopteres kijuttatás esetén:

- bérlet: 120000 Ft
- permetszer : 52500 Ft
- üzemanyag: 21000 Ft

Szántóföldi kijuttatás esetén:

- bérlet: 80000 Ft
- permetszer: 43750 Ft
- üzemanyag: 18000 Ft

Drónos kijuttatás esetén:

- bérlet: 100000 Ft
- permetszer: 368750 Ft
- üzemanyag: 3000 Ft

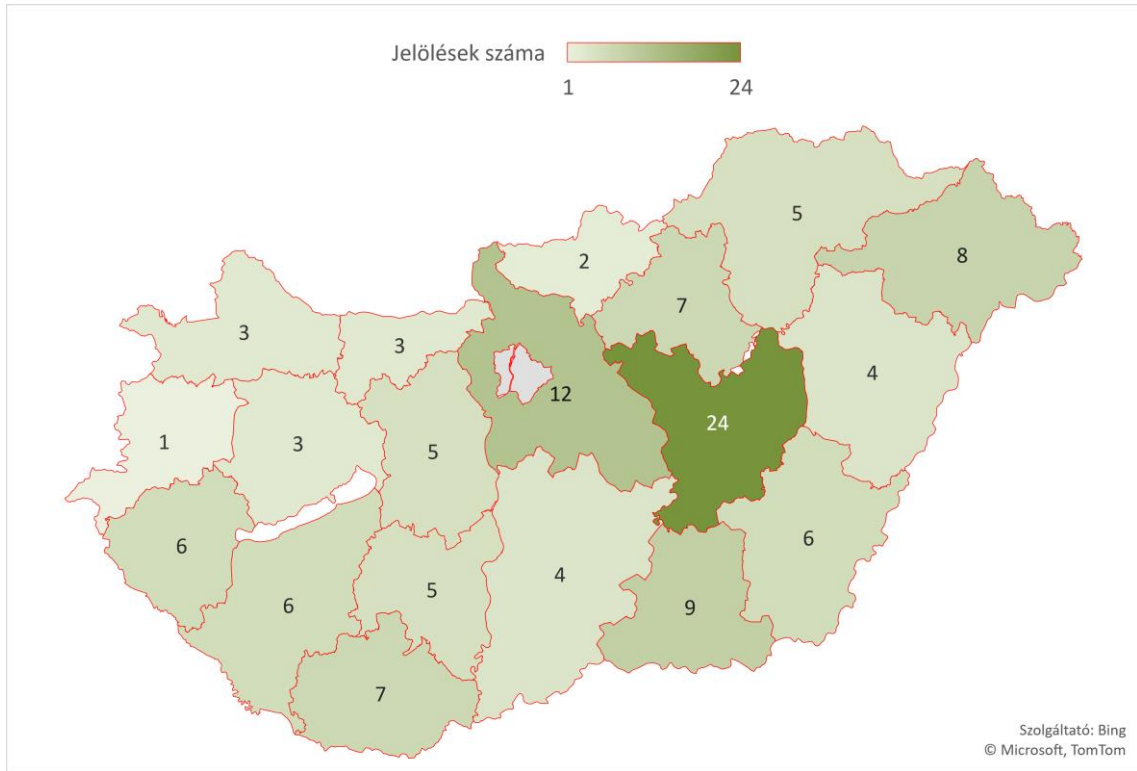
Általánosan elterjedt gyakorlat, hogy az üzemanyag árát, egy előre meghatározott árszintig a bérlet ára tartalmazza. Azonban ha még ezt a tételt ki is vesszük a képletből, akkor is látható, hogy a csalianyag ára és a felhasznált mennyisége miatt a drónos kijuttatás költsége jelentősen nagyobb. Környezetvédelmi szempontból pedig hiába törtrésze a vízfelhasználás a hagyományos eszközökhöz képest, ha szintén a csalianyag kötelező alkalmazása végett a területre kikerülő veszélyes anyagok mennyisége nagyobb.

#### 4. EMPIRIKUS KUTATÁS

A szakdolgozat írásának előkészületi időszakában, beszélgetéseket folytattam a személyes ismertségi körömben lévő gazdálkodókkal és az ő saját ismertségi körükből ajánlott gazdálkodókkal. Ezen rövid beszélgetések során az a vélemény alakult ki bennem, hogy nem szívesen osztják meg másokkal azokat az adatokat, amikből következtetni lehetne a jelen gazdasági helyzetükre és jövőbeli kilátásaikra. Azt, hogy ez miért van így, kutatási célul lehetne kitűzni egy másik, inkább társadalomkritikus témájú szakdolgozathoz. Ez a tapasztalat arra vezetett rá, hogy a kérdőívnek, ahhoz, hogy elegendő létszámú gazdálkodó válaszoljon rá, teljes anonimitást kell biztosítania. Így nem került sor sem az e-mail-címek, sem az IP-címek rögzítésére. Nem kérdeztem rá lakóhelyi adatokra és a korra, nemre vonatkozó kérdéseket is elhagytam. Hogy elkerüljem a nem szakmabeliek kitöltéseit, csak zárt facebook csoportokban osztottam meg a kérdőívet és csak földműveléssel foglalkozó vállalkozásoknak küldtem el elektronikus levél formájában. Előzetesen a konzulensemmel száz érvényes kitöltést tűztünk ki minimális célul. A 196 ezres gazdapopulációval számított, minden termelési ágból és az ország összes vármegyéjéből származó kitöltők esetében, 100 darabos mintánál nagyobb minta, már reprezentatívnak minősül. November 23-ig bezárólag összesen 108 kitöltés érkezett. Ebből három darabot sajnos érvénytelennek kellett nyilvánítanom, mert adott válaszadók egyetlen kérdésre sem adtak hitelt érdemlő választ. Így 105 értékelhető kitöltés maradt. Ezek valós száma azonban kérdésenként változhatott, ugyanis kérdésenként is opcionálissá tettem a válaszadást, hogy teljesen meggyőződhesse nek róla a kedves kitöltők, hogy a kérdőívnek nem célja a személyes anyagi helyzetük kinyomozása illetve egyéb marketing tevékenység.

#### 4.1. Az első hipotézis vizsgálata

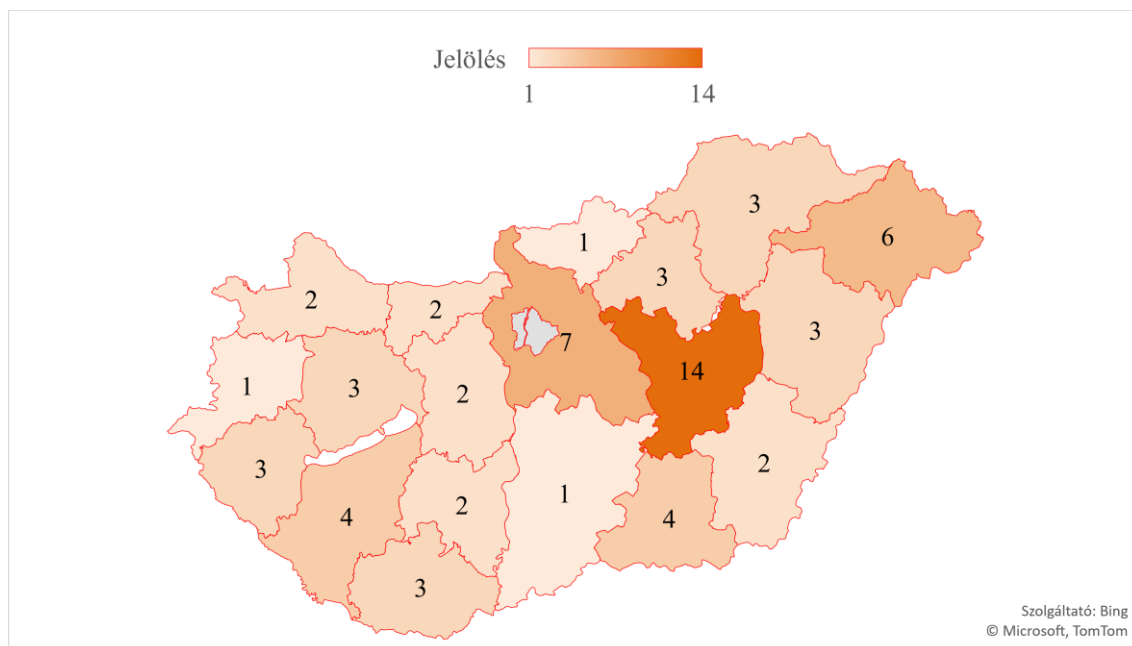
Feltételezhető, hogy a permetező drónok helyettesíthetik a szántóföldi, illetve légi permetezést, növényvédőszer kijuttatást. Ennek bizonyításához meg kell vizsgálnunk a gazdaságok szerkezetét, elhelyezkedését és fő profilját.



8. ábra: Az Ön vállalkozása melyik vármegyében végez mezőgazdasági tevékenységet? (n=105)

Forrás: Saját szerkesztés

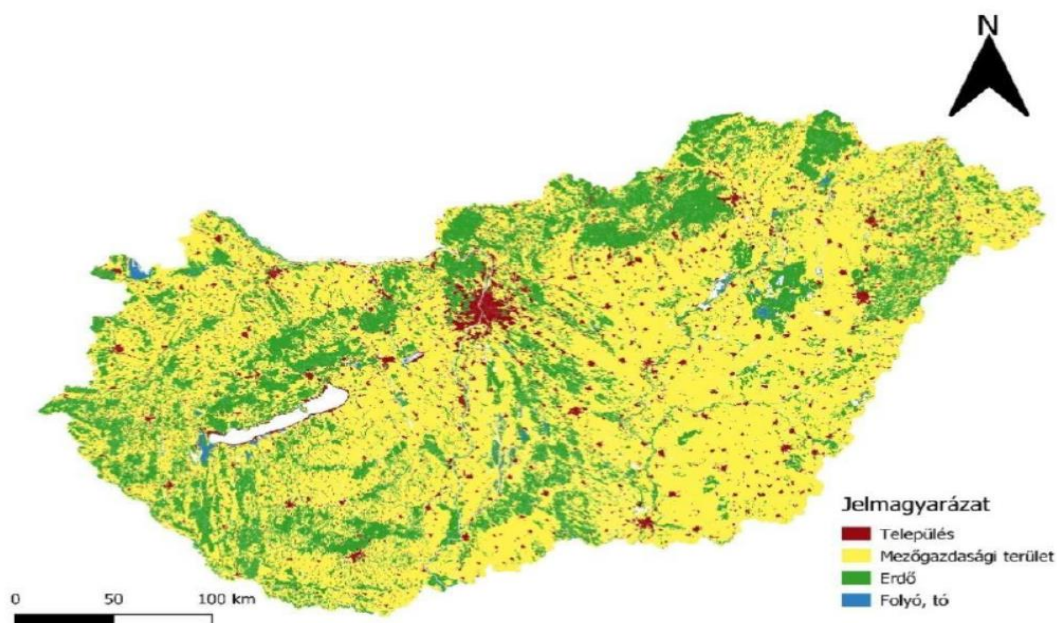
A kérdésre való válaszoláshoz több vármegyét is meg lehetett jelölni (8. ábra). Öt olyan vállalkozás van a kitöltők között, amelyek kettő vármegyében gazdálkodnak, egy, amelyik három és kettő, amelyik öt. Pest és Jász-Nagykun-Szolnok vármegyék a többihez képest aránytalanul magas jelölési arányára a 7. ábrán és a 8. ábrán, magyarázatul szolgálhat, hogy a kereskedők és a képzésekkel foglalkozó cégek jelentős része itt található.



9. ábra :Drónt használó, illetve tervezetten alkalmazni fogó vállalkozások száma

Forrás: Saját szerkesztés

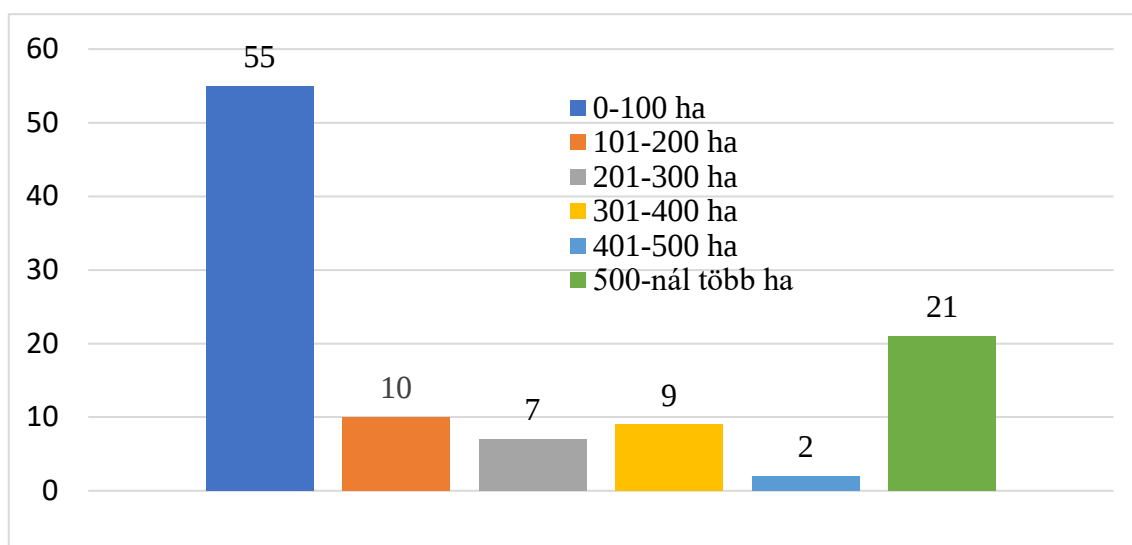
A 24 gyümölcsstermesztőből 14 használt már drónt, és/vagy tervezi elsősorban permetező drón használatát. A gabonafélék termesztői esetében az tapasztalhatjuk, hogy a 47 gazdából 12 jelenleg is használja a drónt permetezésre, valószínűleg a szükséges engedélyekkel és 10 személy permetező drón vásárlását tervezi. 13-an használnak területfelmérő drónt és 8-an tervezik vásárlásukat. A permetezés hatásfokmérésének szempontjából a kísérleti illetve szükséghelyzeti engedélyt használó 12 személy tapasztalata a fontos. Közülük 8-an bérlik a permetező drónos szolgáltatást és ebből a 8-ból hárman terveznek permetező drón vásárlásával kapcsolatos beruházást. A 12-ből nyolcan egyáltalán nem, vagy csak minimális mértékben tapasztaltak a termelékenységnövekedést. Ezek alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy a permetezés hatásfoka meggyőzte volna a gazdákat a gabonafélék növényvédőszerreinek jövőbeni drónos kijuttatásáról.



10. ábra: Magyarország földhasználati térképe a közepes felbontású Corine Land Cover (2012) térképen

Forrás: European Environment Agency

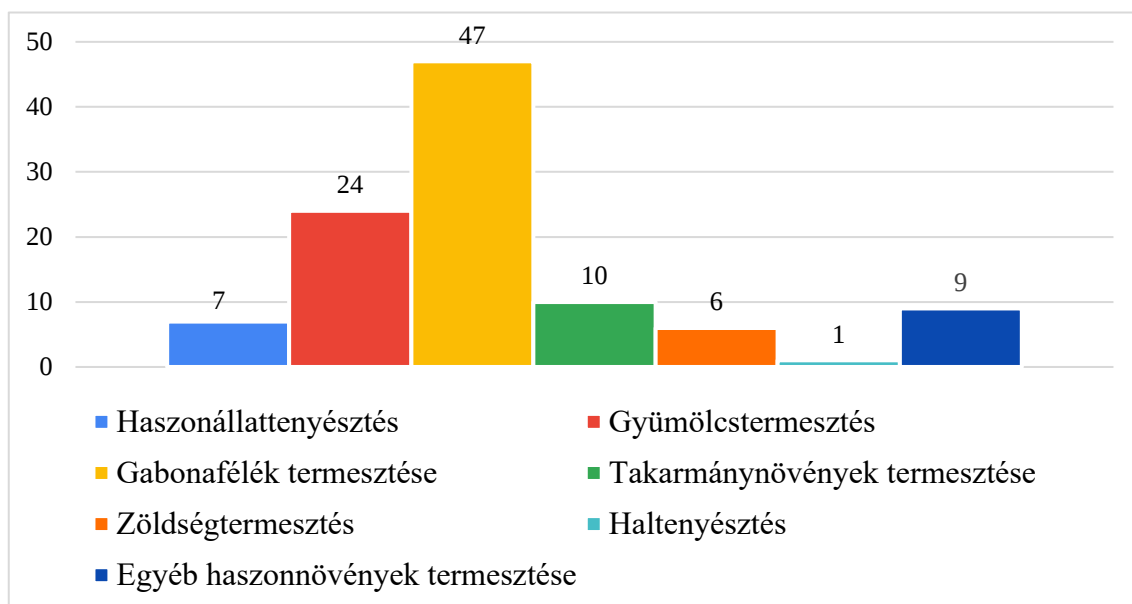
Magyarországon az Északi-Középhegység, a Dunántúli-Középhegység, a Mecsek és a Somogyi-Dombság vonulatait leszámítva a mezőgazdasági területek túlnyomó része könnyen megközelíthető és művelhető. Az előbbi területeken gazdálkodók közül több mint 80% használt már drónt. 50% pedig permetező drónos beruházást tervez. A 10. ábrán erdőként jelölt területek körzeteiben pedig a gazdálkodók döntő többsége fontosnak tartja a vadállomány megfigyelésének és a vadkárok felmérésének lehetőségét. A dombos, meredeken lejtő területeken, főleg nagyobb esők után a szántóföldi kijuttatás nagy nehézségekkel járhat. Ezért nem meglepő, hogy az adott területen gazdálkodók nyitottak a dróntechnika irányában. Elsőre kicsit meglepő volt az a tény, hogy a gabonatermesztők gyakorlatilag hasonló arányban rendelkeznek permetező drónokkal és terveznek ilyen célú beruházást. De mivel a 12. ábrán a fő profil került csak ábrázolásra, ezért nagy rá az esély, hogy ezen gabonatermesztők rendelkeznek gyümölcsösökkel is és/vagy a gabonaföldeken szükséghelyzeti vagy kísérleti engedéllyel végeznek csak drónos kijuttatást.



11. ábra: Ön mekkora területen gazdálkodik? (n=104)

Forrás: Saját szerkesztés

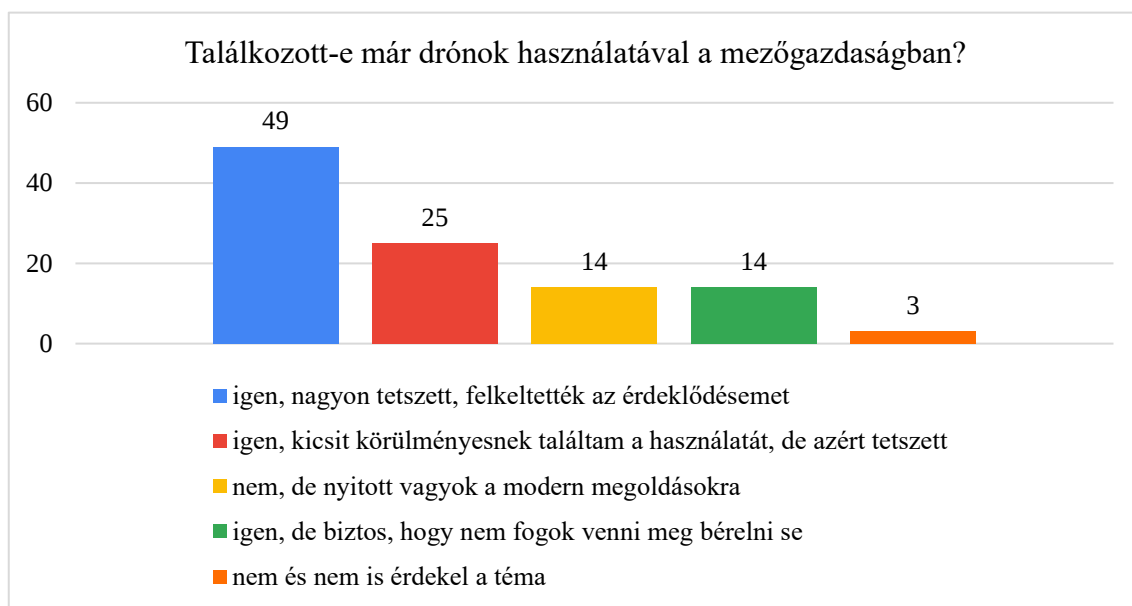
A 11. ábrán és a 12. ábrán taglalt kérdésekre adott válaszok önmagukban nem sok jelentőséget hordoznak a kutatás elősegítésében. A kapott adatokat a többi kérdésre adott válasszal kombinálva azonban már sokkal világosabb képet kaphatunk.



12. ábra: Mi az Ön gazdaságának a fő profilja? (n=104)

Forrás: Saját szerkesztés

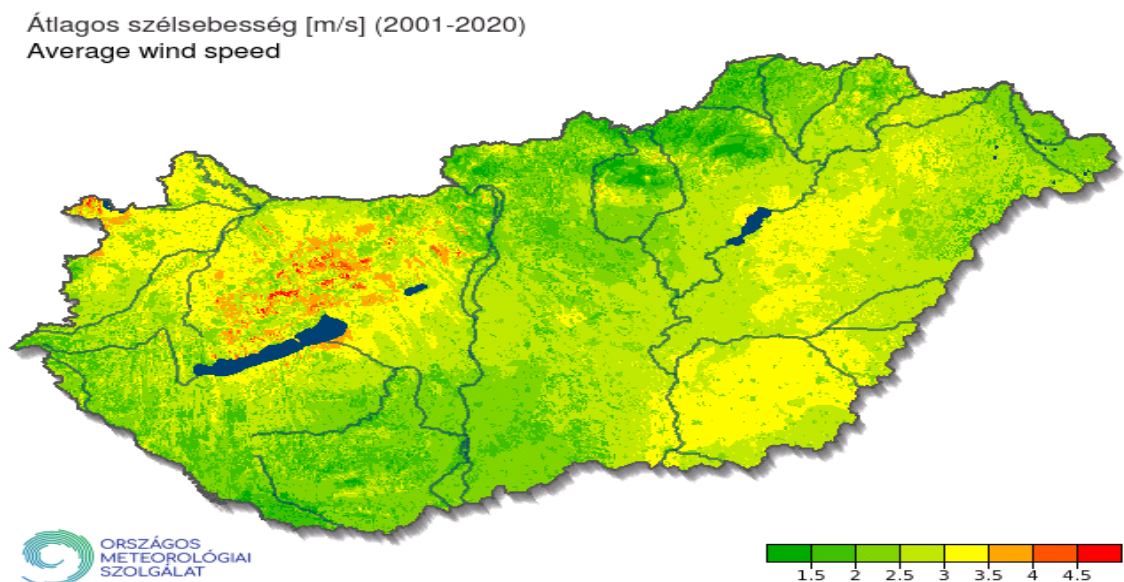
A 8. ábrán, a 9. ábrán, a 11. ábrán és a 12. ábrán látható diagrammokat összevonva szeretném kezelni. Ehhez a kérdőívet kitöltők által generált adatbázis áll rendelkezésemre. Abból közlök le kivonatokat és kiolvasható adatokat a kérdésekre adott válaszok elemzésekor. Ezáltal képet kaphatunk a mezőgazdaság általános szerkezetéről, birtokviszonyairól. A válaszadók 45%-a gabonaféléket termeszt, 17-en 0-100 hektár között, 10-en 101-500 hektár között és 18-an 501 hektár felett. A gyümölcsstermesztés 79 %-a 0-100 hektár közötti területeken történik, ami 17 jelölést jelent. Az ország területének a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai alapján, művelési ág szerinti felbontása: 4.173.200 hektár szántóföld és 83.300 hektár gyümölcsös. A drónok terjedésének egyik korlátozó tényezője, a gabonafélékre engedélyezett permetszerek hiánya. Ha ez az akadály elhárul, várhatóan meg fog emelkedni a forgalomban lévő drónok száma. A takarmánynövénytermesztés, a zöldségtermesztés és az egyéb haszonnövények termesztése együtt ért el annyi jelölést mint egy híján a gyümölcsstermesztés egyedül. A gabonafélék termesztésével meg közel annyian foglalkoznak mint a többi növény termesztésével együtt. Tapasztalatok szerint ezek az arányok valósághűen tükrözik a jelenlegi helyzetet.



13. ábra: Találkozott-e már drónok használatával a mezőgazdaságban? (n=105)

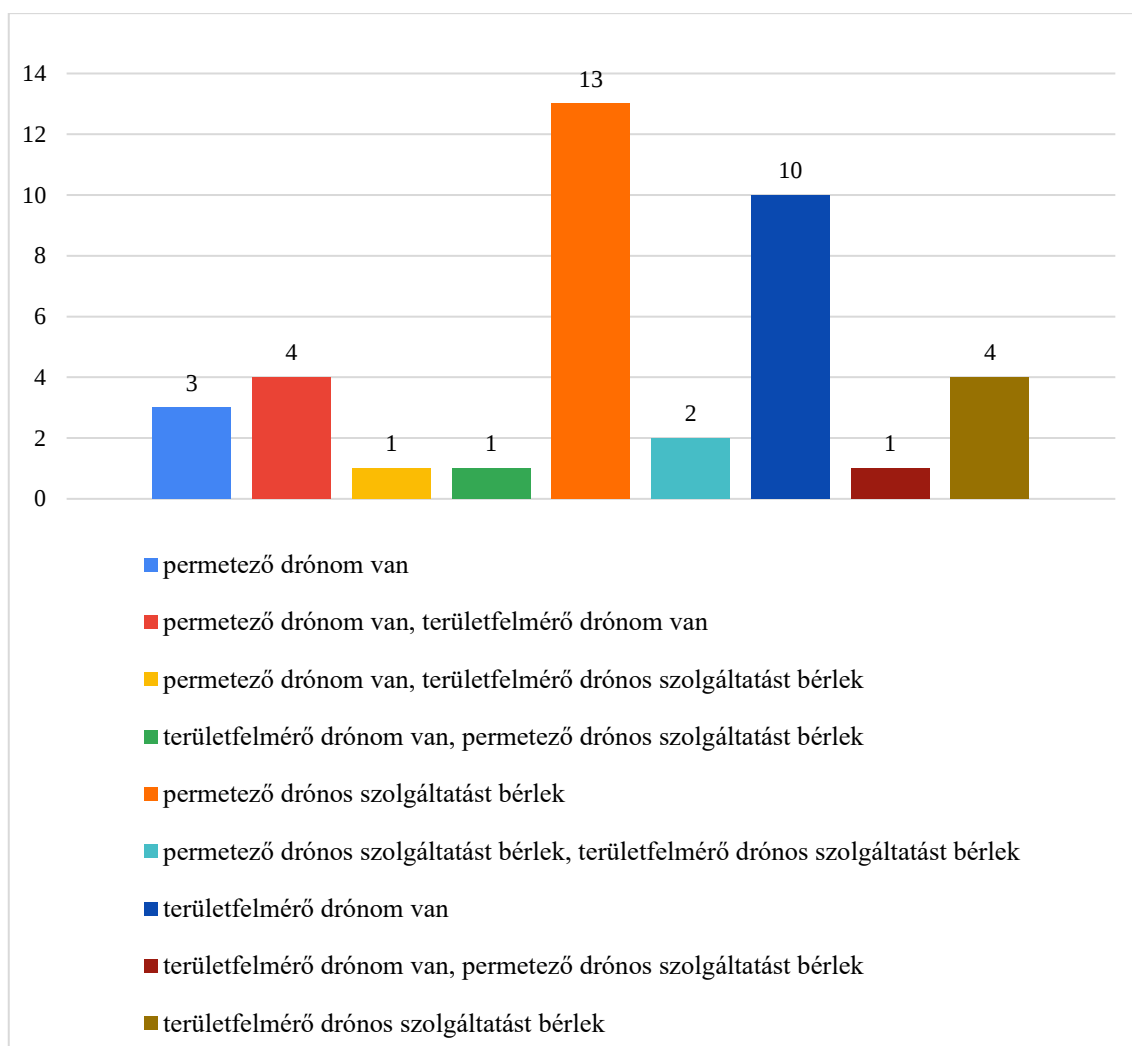
Forrás: Saját szerkesztés

A 13. ábrán azt vizsgáltam, a kitöltők hogyan viszonyulnak a dróntechnológiához. Erre a kérdésre az érvényesen kitöltők mindegyike adott valamilyen választ. Ez a tény már önmagában megmutatja, hogy a gazdálkodók mennyire nyitottak az újdonságokra. A 105 válaszadó közül mindössze 3 zárkózott el egyértelműen a témától és a válasz módjából kifolyólag valószínűleg minden innovációs technikától. A drónnal korábban kapcsolatba kerülők közel 16 %-a biztos abban, hogy nem kíván drónt alkalmazni a jövőben. Ugyanez az arány ha a használattól elzárkózó válaszadókat az összes válaszadóhoz hasonlítjuk. Az adatbázis böngészve megvizsgálhatjuk mi lehet erre az okuk. A 14-ből mindössze 3 válaszadó jelölte meg a magas kezdőköltségeket, 6 a bonyolult bürokráciát és 5 az erős szélben való nehéz használatot. Az erős szél visszatérő téma a drónokkal kapcsolatos értekezések során. Mint korábban említettem permetezni erős szélben alapvetően tilos. Az erős szél itt 4 m/s feletti értéket jelent. A monitoring drónok kamerája meg olyan sok felvételt készít, hogy már csak a nagy számok törvénye alapján is lesz olyan felvétel ami az esetleges szélhőkészek ellenére is sikerülni fog. Továbbá a fejlett irányítási rendszerek és a quadcopteres kialakítás magasszintű stabilitást adnak a gépnek és így gyakorlatilag a repülés során arra kell figyelnünk, hogy a tereptárgyakat elkerüljük. Az 14. ábrán látható átlagértékek alapján nem túlzás azt állítani, hogy az ország túlnyomó részén az év jelentős részében repülésre alkalmas a szélerősség.



14. ábra: Átlagos szélesebesség Magyarországon

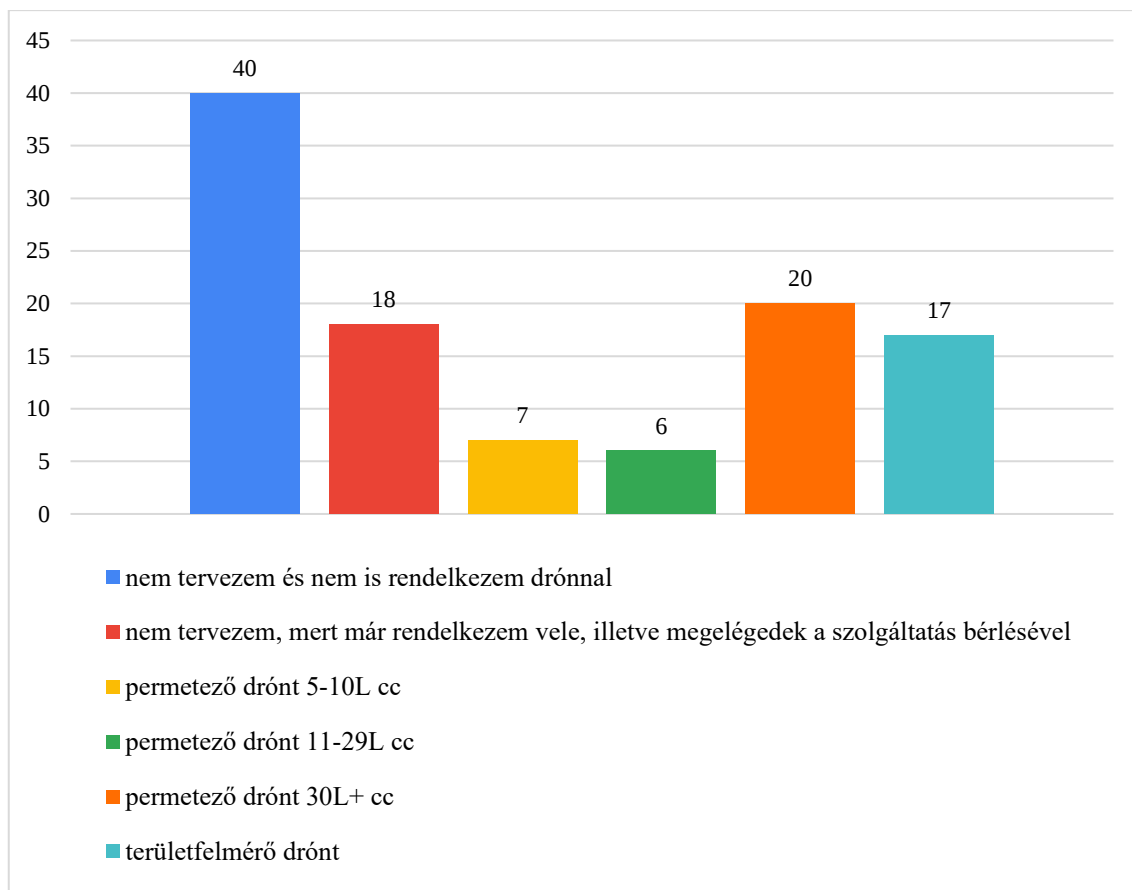
Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat



15. ábra: Rendelkezik-e Ön drónnal, illetve vett-e igénybe drónos szolgáltatást? (n=102)

Forrás: Saját szerkesztés

A három kitöltő által erre a kérdésre üresen hagyott válaszmezőt a reális számítások érdekében „nem” válasznak vettem. Több válasz bejelölésére is lehetőségük volt a minél pontosabb válasz érdekében. Az diagram (15. ábra) ellenőrzése során találtam olyan válaszadókat, akik valószínűleg nem olvasták el eléggé figyelmesen a kérdést, vagy a válaszlehetőségeket adtam meg félreérthetően és így nem tudtak egyértelmű választ adni. Ezen válaszokat is „nem” válaszként vettem figyelembe a diagram összeállításakor. A jobb átláthatóság érdekében a nemleges válaszokat (66 darab) nem ábrázoltam a diagramon. A kiolvasható adatok alapján az összes 105 kitöltőből 9 rendelkezik permetező drónnal (8,57 %) és 15 rendelkezik területfelmérő drónnal (14,29 %).



16. ábra: Tervezi-e Ön mezőgazdasági drón vásárlását az elkövetkezendő három évben? (n=108)

Forrás: Saját szerkesztés

A következő három évet jelöltem meg mint időintervallum, mert mezőgazdasági tárgyi eszközök jelentős részének az értékcsökkenési leírása 33%-os éves kulcsba esik. Így valószínűsíthető, hogy három évente meg tudnak maguknak az ágazati szereplők egy nagyobb befektetést engedni és az ekkor beszerzésre kerülő eszközök akár drónok is lehetnek. Így a hároméves határidővel már olyan vállalkozó is kalkulálni, tervezni tud, aki a mögöttünk álló évben végzett nagyobb beszerzéseket.

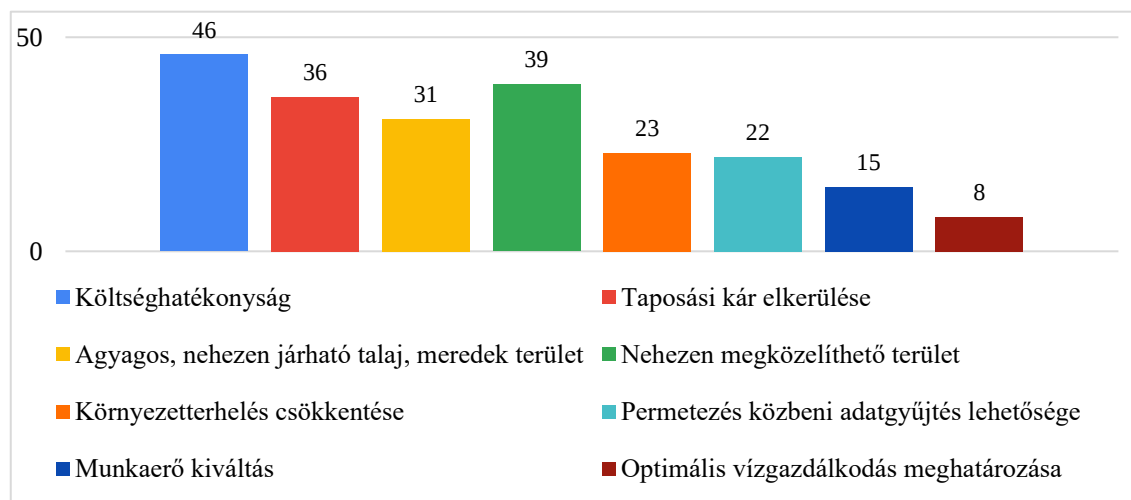
Mivel voltak olyanok akik már rendelkeznek drónnal és erre a kérdésre így nem válaszoltak, illetve olyanok, akik szintén rendelkeznek drónnal, de erre a kérdésre „nem” választ jelöltek meg, ezért a tisztább értelmezhetőség kedvéért ennél a kérdésnél is „nem”-ként számítottam az üresen hagyott cellákat. A diagramon (16.ábra) látható

adatfeliratokat összeadva 108-as értéket kapunk, mely anomáliára az a magyarázat, hogy 3 személy permetező és területfelmérő drón vásárlását is tervezi az elkövetkezendő években.

A kapott adatok az mutatják, hogy a drónos kijuttatás ki tudott hasítani magának egy részt a piacból. Mindezt úgy érte el, hogy gyakorlatilag a szürkezónában mozgott és az olyan jogi kiskapukat használta ki, mint például a szükséghelyzeti engedély. Vélhetően a pár hónapja engedélyezésre került permetszer pozitív tapasztalatainak hatása is generálja a vásárlási kedvet. Azonban amíg csak ez az egy anyag van engedélyezve addig a teljes drónos átállás nem teljesülhet. Pedig a kérdőívre adott válaszok alapján, kiemelve, hogy várhatóan az elkövetkező három évben több mint a 2,5-szeresére emelkedhet a permetező drónok száma, jónak feltételezhetőek a gazdák drónos kijuttatási tapasztalatai. Így ez a hipotézis jelenleg csak részben helytálló, mert csak a gyümölcsösökben van szabályos lehetősége a drónnak az érvényesülésre.

#### 4.2. A második hipotézis vizsgálata

Feltételezhető, hogy a monitoring drónok által gyűjtött adatok elősegítik a precíziós mezőgazdasági gyakorlatokat, így csökkentve a felesleges erőforrások felhasználását.



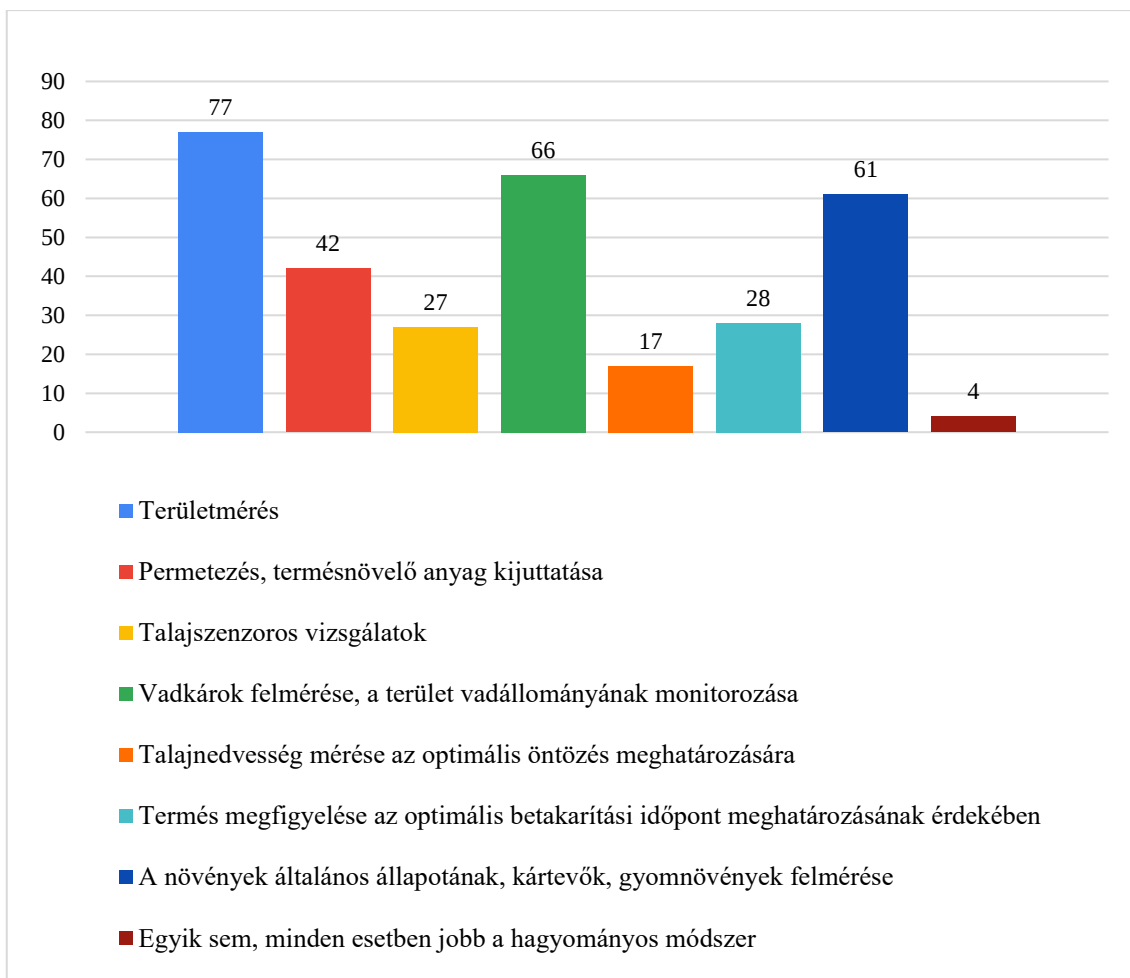
17. ábra: Ha tervezi mezőgazdasági drón vásárlását, vagy ilyen szolgáltatás használatát, illetve ha már rendelkezik saját drónnal, vagy vett igénybe ilyen szolgáltatást mi, vagy mik voltak a motivációi a drón igénybevételére? (n=81)

Forrás: Saját szerkesztés

A 17. ábrán megjelent egy számomra kicsit fejtörést okozó tényező. Az üresen hagyott mezők aránya észrevehetően megugrott az előző kérdésekhez képest. Az eddigi válaszok alapján 17 körülre vártam a nem válaszolók számát, e helyett 24 lett. Nem értettem hogy ez a hét gazdálkodó miért nem válaszolt erre a kérdésre, mikor az adatbázis szerint a kitöltési kedvük magas szintű volt. Rövid nyomozás következett az adatbázisban és a már korábban adott válaszokat megvizsgálva kirajzolódott, hogy a hétből hat személyt sajnos valószínűleg félrevezetett az általam feltett kérdés és így már csak egy személy maradt aki előre nem látható okokból mellőzte a válaszadást. Illetve adott a lehetőség, hogy többüknek, vagy akár mindegyikjüknek olyan motivációs tényezőjük volt, vagy van a drónhasználatra, ami az űrlapon található listából kimaradt.

A költséghatékonyság a precíziós mezőgazdaság egyik nagy előnye. A 46 jelölésből 18 olyan személytől érkezett, akinek már van saját drónja, vagy bérel drónos szolgáltatást. Ebből a 18-ból 14 tervezi további drónok vásárlását az meglévővel ellentétes kategóriából. Ez magasszintű vevői elégedettségre utal, ami a legjobb reklám és így elősegíti a precíziós mezőgazdaság terjedését.

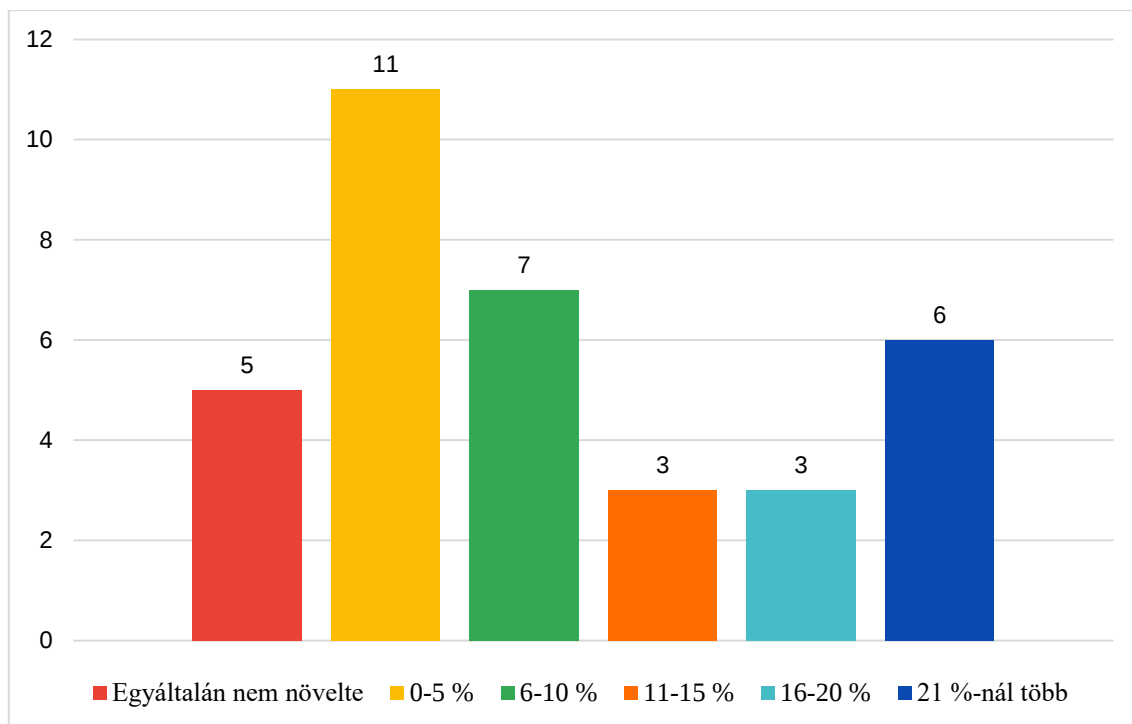
A taposási kár elkerülését szintén hozzák fel érvként a drónok használatához. Taposási kár a légi permetezésnél sincs. Szántóföldinél pedig egy kisebb, 12 méteres kerettel rendelkező permetező taposási kára is ha igazán nagy kerékkal számolunk, maximum  $60+60=120$  cm. Vagyis a 12 méternyi permetezett sávból 1,2 métert tapos le a gép. Ez 10 %-os taposási kárt jelent. Azonban egy olyan gép, aminek ekkora kereke van, jellemzően ennél jóval nagyobb keretet szállít. Egy 24 méteres keretnél a kár már csak 5 %. Akkor még vegyük hozzá, hogy kapás kultúráknál a taposással okozott kár a tenyészidőszak legalább első felében kimerül a talaj tömörödésében, a növényzetet csak a tábla végi fordulónál károsodik, akkor a taposással okozott kár bőven számolva sem haladja meg az 1 %-ot. Mivel a műtrágyát drónnal nem éri meg kijuttatni, ezért szerelőutat amúgy is ki kell alakítani (Jordán, 2023).



18. ábra: Véleménye szerint melyek azok a feladatok, amelyekre jobb drónt alkalmazni, mint a hagyományos munkagépeket, illetve humánerőforrást? (n=103)

Forrás: Saját szerkesztés

A 18. ábra elemzésekor tapasztaltam, hogy az a három kedves kitöltő, aki eddig konzekvensen elutasított minden innovációt, új társra tarált és megalakították az újkori géprombolók társaságát. A monitoring drónok átütő sikere a három oszlop által jól látható. Érdekes, hogy a talajszenzoros vizsgálatok és a talajnedvesség mérése viszonylag kevés szavazatot kaptak. Valószínűsíthetően azért mert a dolgozat első felében bemutatott multispektrális felmérés a növények állapotáról kellőképpen elegendő információt szolgáltat, így a többi opció háttérbe szorul.

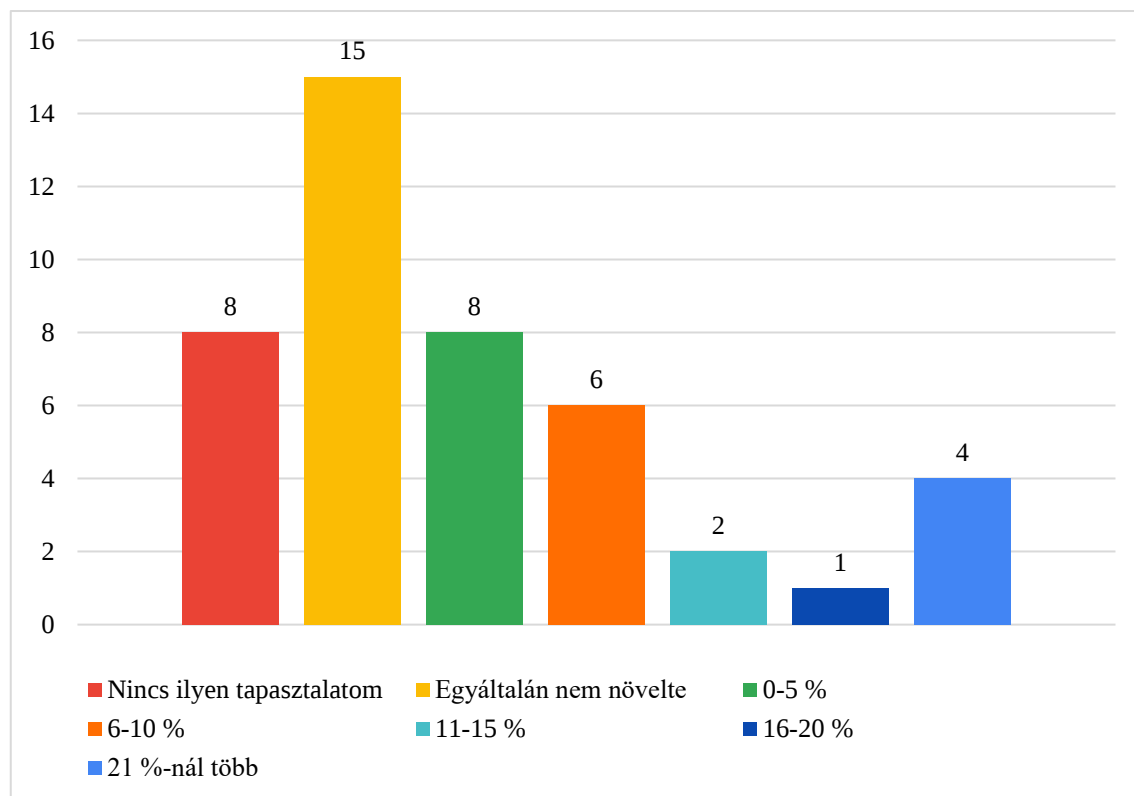


19. ábra: Saját tapasztalatai alapján, milyen arányban tudta, a drón használatával növelni a termelékenységet? (n=102)

Forrás: Saját szerkesztés

Mint a Jordán László Úrral folytatott ismeretbővítési célú beszélgetés során kiderült, már a 19. ábrán olvasható kérdés feltevése is hagyott kívánnivalót maga után. Ugyanis a növényvédelem esetében nem a termelékenység növelése, hanem a veszteség csökkentése a cél. A „nincs ilyen irányú tapasztalatom” választ bejelölőket (67 fő) és a válaszlehetőséget kihagyókat (3 fő) nem ábrázoltam a diagramon (15. ábra) a jobb átláthatóság kedvéért. A válaszlehetőségeknél nem különítettem el egymástól a monitoring és a permetező drónok hatásait. Mint a dolgozat korábbi oldalain is említettem, jelen jogi szabályozás mindössze egy növényvédőszer, a Mospilan 20SG drónos kijuttatását engedélyezi, azt is csak gyümölcsösökben. Mivel ezt az engedélyt is csak ez év augusztus 15-én adták ki, a kérdőív megjelenéséig eltelt rövid időszak nem adott teret széleskörű felhasználói tapasztalatok szerzésére. Így az eddigi tapasztalatok az úgynevezett szükséghelyzeti engedélyek által engedélyezett permetezések, a kísérleti céllal engedélyezett kezelések és az illegálisan végzett repülések alapján keletkezhetnek. A büntetőjogi felelősség megállapítása a hatóságok feladata, de általános vélekedés, hogy hatósági ellenőrzés a drónos repülésekkel kapcsolatban meglehetősen ritka jelenség. Az

adattábla elemzésekor azonban kiderült, hogy voltak olyanok, akik annak ellenére, hogy használtak már drónt, tapasztalat nélküliként jelölték meg magukat, míg olyanok, akiknek soha nem használtak drónt előszeretettel nyilatkoztak a hatásfokról. Így korrigálnom kellett a diagram értékeit. Ezek a korrigált értékek láthatóak a 20. ábrán.



20. ábra: Korrigált termelékenységnövekedési adatok (n=102)

Forrás: Saját szerkesztés

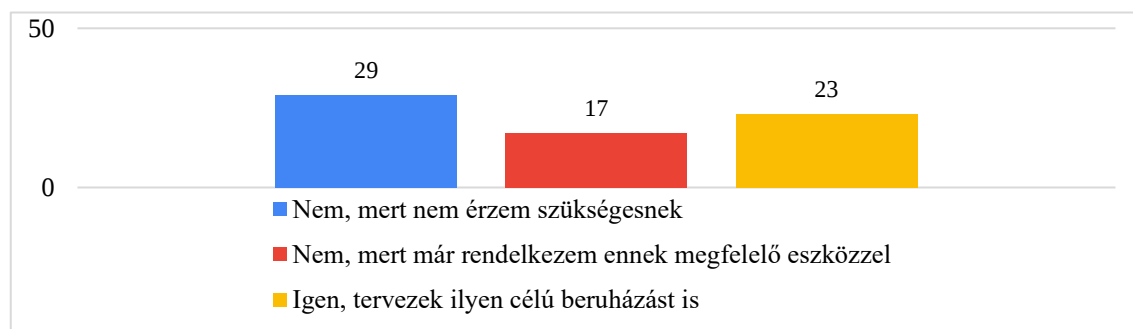
A 20. ábrán látható diagramokból kiolvasható, hogy a felhasználók nagyjából 42 %-a tapasztalt valamekkora szintű pozitív változást a termés mennyiségében. Átlagosan 8,87% növekedést tapasztaltak. A növekedést tapasztalók 21 személy közül 5 rendelkezik saját drónnal és nem tervez további beruházást. 11 olyan van aki tervez beruházást a jelenlegi bérlet helyett vagy meglévő drón mellé. 5 pedig szolgáltatást bérel és nem tervez további beruházást. Ők a tanfolyami kötelezettségeket, bonyolult folyamatot és a 30 napos előre bejelentési kötelezettséget jelölték meg fő hátrányként. A balról első két oszlop 23 tagja közül 10-en nyilatkoztak úgy, hogy drónos beruházást terveznek, 7-en

közülük szállítóeszközzel együtt. Ez vagy a drónokba vetett nagyfokú bizalmukat jelenti, vagy még a pontos üzleti terv meghatározása előtt érte őket el ez a kérdőív. A kérdésre válaszoló személyek közül mindössze 9-en emelték ki a viszonylag magas kezdőköltségeket, ők egyikük kivételével alacsony növekedést tapasztaltak, ennek ellenére 5-en további beruházásokat terveznek. A monitoring drónt rendszeresen használók között közel 60% azok aránya akik további drónok vásárlását tervezik és ugyanilyen arányban vannak azok akik termelésnövekedést tapasztaltak.

A területfelmérő drónokat jelenleg is használó gazdák fele, a 17. ábrán bemutatott válaszok közül a költséghatékonyságot jelölte meg első vagy második helyen. Ugyanez a csoport tapasztalt valamekkora termelésnövekedést és jelentős részük további beruházást is tervez. A másik csoport esetünkben fontos csoport azok, akik nem csak permetezésre, területmérésre és a vadkárok megfigyelésére használnák a drónokat, hanem a 18. ábra további oszlopaiban szerepelnek. Ők azok akik valóban ki is használják a monitoring drónok tudását. Ennek a csoportnak minden szereplője tervezi további drón vásárlását és a költséghatékonyságot is bejelölte, mint fontos tényezőt. Ezek alapján a hipotézist helytállónak találom.

#### 4.3. A harmadik hipotézis vizsgálata

Feltételezhető, hogy a drónok magyarországi elterjedését jobban befolyásolják a velük kapcsolatos dokumentációs és tanfolyamelvézési követelmények, mint a viszonylag magas árak

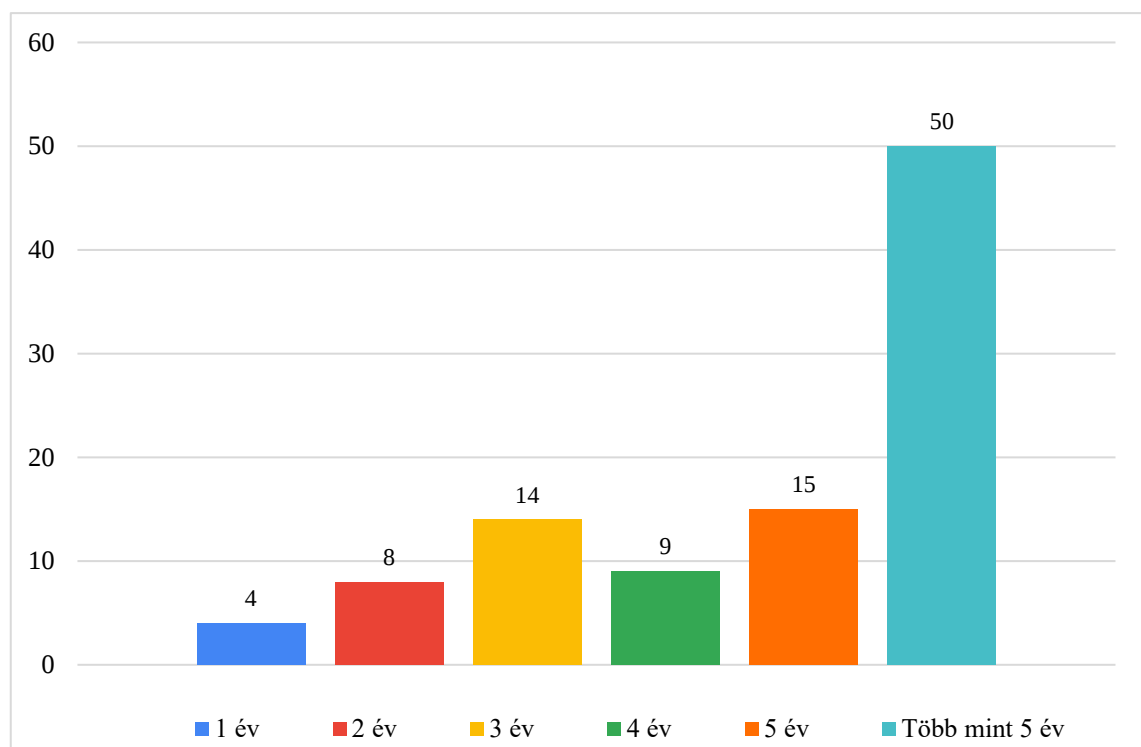


21. ábra: Amennyiben drón vásárlását tervezi, rendelkezik-e a drón és a kiszolgáló gépek szállításához megfelelő eszközzel? (n=69)

Forrás: Saját szerkesztés

A területfelmérő drón kis mérete miatt valóban nem igényel extra szállítói kapacitást és a vásárlását tervezők nem is érzik szükségesnek a 21. ábra oszlopai mögött rejlő személyek. A 23 személy, aki tervez ilyen beruházást, döntő többségében a 30 liter kapacitású drónok leendő vásárlói közül kerül ki. Látva a szállításra leginkább alkalmas terepjáró kisteherautók árait, így együtt már eléggé jelentős tétel, akár nettó 25-30 millió forintos beszerzés is lehet a történet vége.

Erre a kérdésre olyanok is válaszoltak, akik már rendelkeznek drónnal és bejelölték a „Nem, mert nem érzem szükségesnek” választ. Mivel az általam ezzel a kérdéssel a beruházási kedvet akartam alapvetően vizsgálni, ezért nem korrigáltam.



22. ábra: Kizárólag a példa kedvéért: egy DJI Agras T30 permetező drón, minden eszközzel ami a hatékony üzemeltetéséhez szükséges, plusz a biztonságos kezeléséhez elengedhetetlen tanfolyammal, forgalmazótól függően nagyságrendileg 9-10 millió forintba kerül. Ön szerint mennyi idő alatt térül meg ez az összeg egy Önéhez hasonló gazdaságban? (n=100)

Forrás: Saját szerkesztés

A 22. ábrán az 1 évet megjelölők legalább mindegyike legalább 300 hektáron gazdálkodik, használtak már drónt és további drónok vásárlását tervezik és a tanfolyamok elvégzését jelölték meg legnagyobb hátránynak.

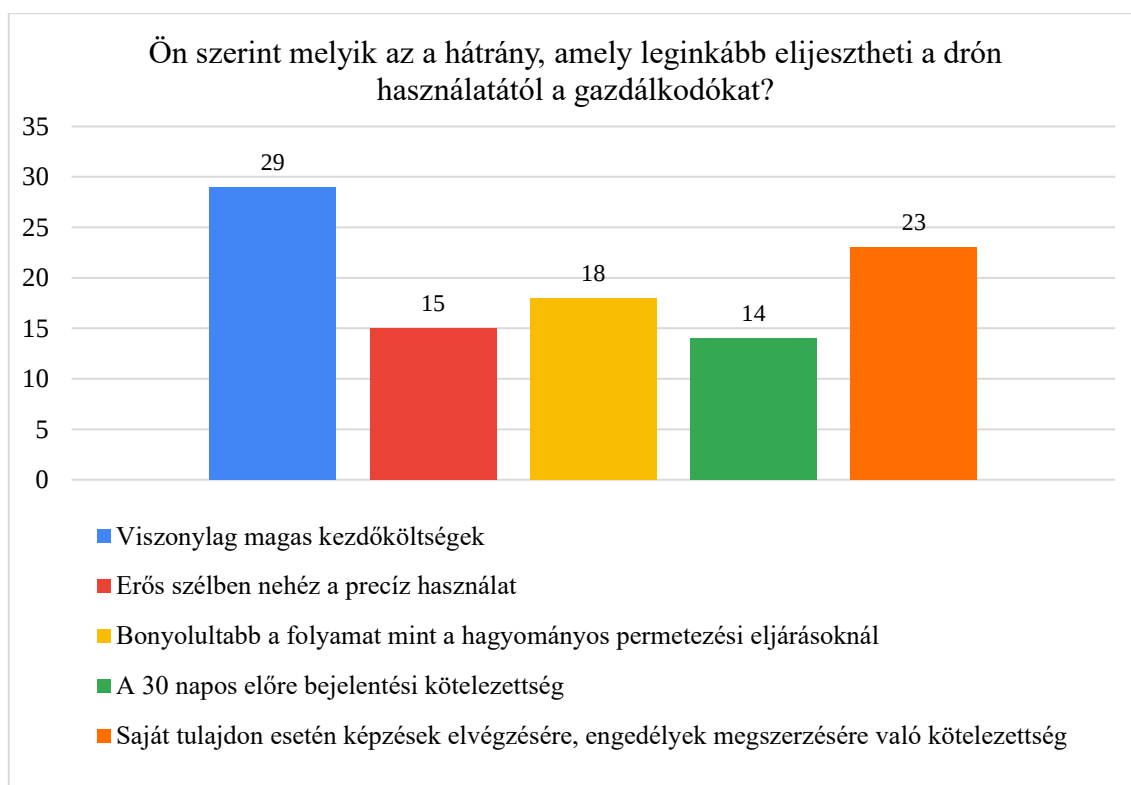
A 2 évet megjelölők 62,5%-a 500 hektárnál többen gazdálkodik, használtak már drónt és továbbiak vásárlását tervezik és szintén a tanfolyamok elvégzését vették legnagyobb hátránynak.

A 3 évet megjelölők között, 6 személy 300 vagy több hektáron gazdálkodik, 8 pedig ez alatt. A nagyobb gazdaságok mind a 6, a kisebbekből 2 tervezi drón vásárlását. Közülük 5 jelölte meg tanfolyamok elvégzését mint legnagyobb hátrányt.

A 4 évet megjelölők között 3 személy aki tervezi a vásárlást, 100 hektár alatti területeken és a legnagyobb hátrány esetében vegyes a kép.

Az 5 évet megjelölők 30%-a tervezi a vásárlást, 2 közülük a magas kezdőköltségeket, 2 pedig a tanfolyamok elvégzését emelte ki hátránynak.

A több mint 5 év esetében 17-en terveznek vásárlást, ez 34%-ot jelent. Közülük 12-en 100 hektár alatt gazdálkodnak. Ez az az oszlop ami véleményem szerint a legtöbb információt szolgáltatja a drónokkal való elégedettség és ár/érték arány vizsgálatára, mert itt helyezkednek el a leginkább ár érzékeny gazdálkodók. A megtérülés szempontjából itt helyezkednek el a legpesszimistább emberek, ennek ellenére 34% mégis tervezi a vásárlást és a magas költségeket mint hátrányt is csak 15-en, 30% jelölték meg.



23. ábra: Ön szerint melyik az a hátrány amelyik leginkább elijesztheti a drón használatától a gazdálkodókat? (n=99)

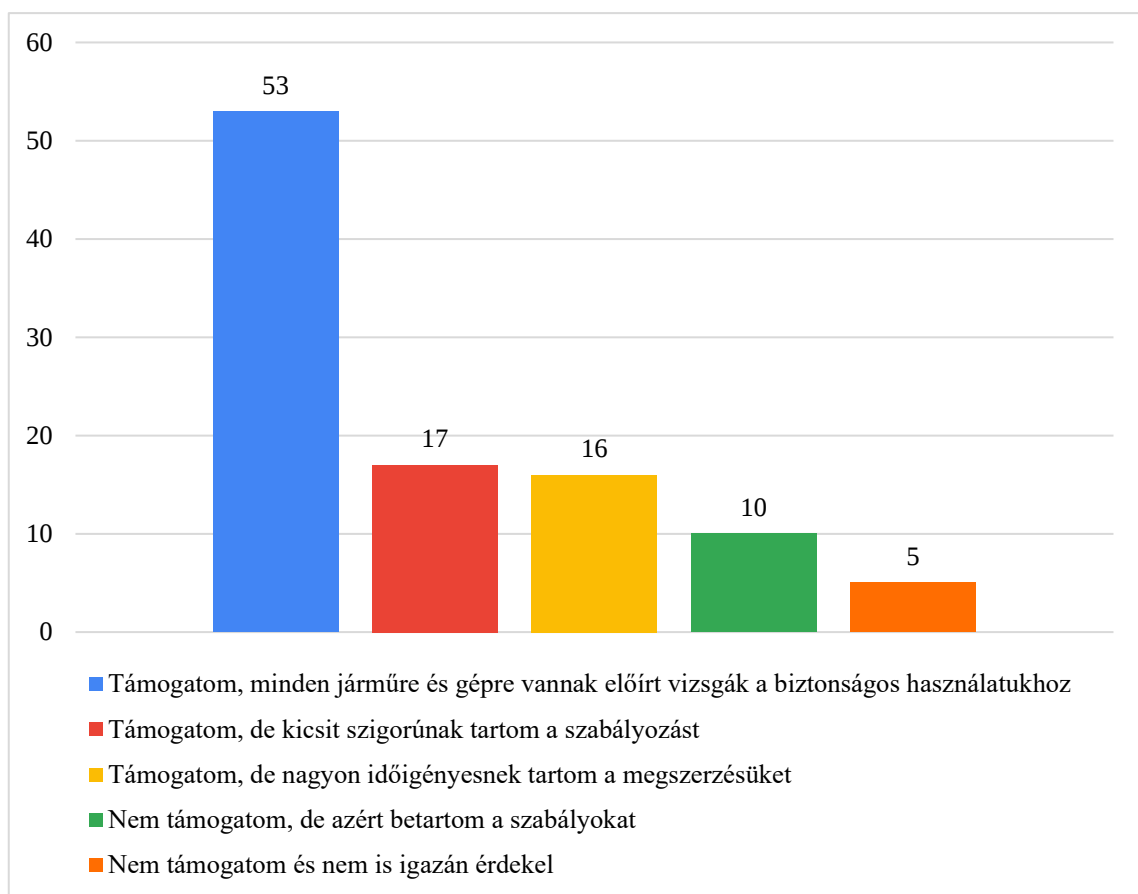
Forrás: Saját szerkesztés

A 23. ábrán feltett kérdés esetében nem volt lehetőség több válasz bejelölésére. A viszonylag magas kezdőköltségeket jelölte meg a válaszadók 30 %-a. Ez alapján 70 % véleményezi úgy, hogy ez neki nem probléma, vagy más nézőpontból, hogy ár-érték arányban a drón jó vételnek számít. A jelenlegi árak alapján nem túlzó állítás, hogy a permetező drón nagyságrendekkel kerül kevesebbe, mint egy szántóföldi önjáró permetezőgép vagy egy vontató plusz egy függesztett/vontatott permetezőgép összeállítás. Ellenben, ha már a gazda rendelkezik egy permetezésre alkalmas géppel, akkor a drón jelentette befektetés költsége valóban magasnak tűnhet.

Az „erős szélben nehéz a használata” válaszok egy részére már kitértem a 13. ábra elemzésekor. A 15 jelölésből 7 érkezett dróntulajdonosoktól. Valószínűleg a válaszadók itt a valóban erős, 20 m/s feletti szélre gondoltak. Permetezni meg egyáltalán nem ajánlott

semmilyen formában 4m/s-ot meghaladó szél felett. A 30 napos bejelentési kötelezettséget a valóságban figyelmen kívül lehet hagyni és ezt azok, akik használtak már drónt, tudják is, az adatbázis szerint. Azonban ez nem tántorít el 7 személyt a 14 jelölőből attól, hogy a jövőben vásároljon egy drónt és akkor majd tapasztalni fogják ők is.

A folyamatot a korábbiakban már bemutattam. Ha saját drónnal szeretnék permetezni, valóban több feladatunk van, mint a szántóföldi permetezés esetében. Azonban, ha valaki szolgáltatásként veszi igénybe, akkor nincs több feladata, mint a szántóföldi eljárás esetében.



18. ábra: A jelenleg érvényben lévő jogszabályok szerint, a területfelmérő drónok regisztráció kötelesek. A permetező drónok vezetéséhez légügyi hatósági engedélyeket kell beszerezni, valamint több elméleti és gyakorlati vizsgát letenni. Ön mennyire tartja ez elfogadhatónak? (n=101)

Forrás: Saját szerkesztés

A 24. ábra kék oszlopában a felhasználók és a drónokat nem igénybe vevők aránya: 19:34. Módosul az arány, ha a drónvásárlást tervezőket hozzáveszem a felhasználókhoz: 30:23. A piros oszlopban a felhasználók és a drónokat nem igénybe vevők aránya: 6:11. A tervezőkkel való módosítás után: 10:7. A sárga oszlopban a jelenleg is drónt használók és ebből kimaradók aránya: 10:6. A beruházást fontolgatókkal módosítva: 8:8. A zöld oszlop felosztása az eddig alkalmazott eljárás szerint: 3:7. A fentiekkel megegyező módosítás után: 8:2-re módosul az arány. Végül a narancssárga oszlop az eddig használt képlet szerint: 2:2 és itt nem kell módosítani az arányon, mert nem tervezik további eszközök beszerzését.

Ahhoz, hogy képet kapjak arról, mennyire befolyással bír a beszerzési ár a drónok terjedésére, több táblázat együttes vizsgálatára van szükség. Először meg kell vizsgálni, hogy azoknak akik már rendelkeznek drónnal vagy mint szolgáltatás vették őket igénybe, mik voltak a tapasztalataik a felhasználásuk során és mekkora az újra vásárlási kedvük. A vizsgálat szempontjából fontos kategóriaként azokat a felhasználókat jelöltem meg, akik vettek már igénybe szolgáltatást, de valamilyen okból nem szeretnék saját drónt vásárolni. Az adatbázis segítségével, a megfelelő szűrők beállításával folytattam ezt a vizsgálatot:

Ebből a csoportból 9 személy jelölte meg a magas kezdőköltségeket, mint legnagyobb hátrányt. Ebből a 9-ből mindössze egy személy az, aki nem rendelkezik drónnal és nem is szeretne sajátot venni. A többiek annak ellenére is venni, fognak, hogy magasnak tartják az árát. 7 személy az erős szívet jelölte meg, közülük 4-an ennek ellenére is vásárolni szeretnék új eszközöket. A legális használatához szükséges dokumentációval kapcsolatos válaszokat egy csoportban kezeltem és az ezt követő vizsgálatoknál is így fogom venni. 21 személy jelölte meg a kötelező dokumentációk és engedélyek megszerzését mint legnagyobb hátrányt. Közülük 4 személy nem rendelkezik saját drónnal és nem is tervezi saját drón vételét, hanem megelégedik vele bérelt szolgáltatásként. Ezek alapján a megállapítható, hogy ezen kategóriában a vásárlásra befolyással lévő viszonylag magas kezdőköltségek, illetve szükséges dokumentációk mint tényezők aránya: 1:4

A következő vizsgált csoport, akik pozitívan állnak a technikához, de még nem rendelkeznek saját drónnal, illetve nincs is tapasztalatuk a felhasználásról. A magas

kezdőköltségeket 13 személy jelölte meg elrettentő tényezőként, 8 személyt teljesen el is tántorít a vásárlástól ez a tényező. 8 előzetes tapasztalattal nem rendelkező illető szerint az erős szél miatti korlátozott használat lehet a vásárlási kedv elmaradásának fő indoka. A teljesjogú működtetéshez szükséges ügyintézésre 25 gazdálkodó voksolt és 15-öt közülük ez a vásárlástól való elzárkózásra készítetett. Ebben a csoportban a fentebb is vizsgált arány így: 8:15

A következő, 10 főt számláló csoport azok, akik még nem akiknek még semmilyen személyes tapasztalatuk nincs a drónokkal kapcsolatban, de nyitottak az innovációra. A drón ára csak 1 embert készítet megtorpanásra a vásárlás felé vezető úton. 5 gazdálkodó nyilatkozott úgy, hogy szerinte a bonyolultnak vélt ügyintézés a fő ok erre. Így ebben a szegmensben az arány 1:5.

Az utolsó csoportba soroltam azokat, akik elzárkóznak ettől a féle technikai eljárástól. A véleményük nehezen vonható össze a többi csoportéval, ugyanis egyikőjük bejelölte a magas költségeket, a másik két személy viszont nem használta ki a lehetőséget a válaszadásra. Ezért ezen csoport válaszait a téma szempontjából elhanyagolhatónak tekintem.

Az általam kategorizált és figyelembe vett csoportok válaszainak szegmensek szerinti összevetése után, a kapott eredményeket összevetve 10:24 a magas költségek miatti nem-potenciális vásárlók és a kötelező ügyintézés miatti nem-potenciális vásárlók aránya. Vagyis máshogy megfogalmazva, a gazdálkodókat jobban elriasztja a vásárlástól a szükséges dokumentációk beszerzésének feltételezett bonyolultsága és a rá fordítandó időtartam, mint a szerkezetek ára. A fenti arány szerintem elég ahhoz, hogy ezt a hipotézist is helytállónak minősítsem.

## 5. KUTATÁSI HIPOTÉZISEK IGAZOLÁSA, ELVETÉSE

A kutatás elején megfogalmazott hipotéziseket és a vizsgálatuk során kapott eredmények által kialakított következtetéseket írja le az alábbi 3. táblázat.

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Feltételezhető, hogy a permetező drónok helyettesíthetik a szántóföldi, illetve a légi permetezést, növényvédőszer kijuttatást                                                   | A hipotézis részben helytálló. Főleg a gyümölcsstermesztéssel foglalkozó gazdák körében számíthatunk a permetező drónok alkalmazásának terjedésére.                                                                    |
| Feltételezhető, hogy a monitoring drónok által gyűjtött adatok elősegítik a precíziós mezőgazdasági gyakorlatokat, így csökkentve a felesleges erőforrások felhasználását        | A hipotézis bizonyítást nyert, mert a előszeretettel alkalmazzák őket költséghatékony megoldásként és a monitoring drónt használók többsége tervezi permetező drón vásárlását.                                         |
| Feltételezhető, hogy a drónok magyarországi elterjedését jobban befolyásolják a velük kapcsolatos dokumentációs és tanfolyamelvézési követelmények, mint a viszonylag magas árak | A hipotézis helytállónak bizonyult, mert a válaszadók által a témával összefűzhető kérdésekre adott válaszokat összesítve közel kettő és félszer annyi gazdát tántorít el a vásárlástól a bürokrácia, mint a magas ár. |

3. táblázat: Hipotézisek igazolása, elvetése

Forrás: Saját szerkesztés

## **6. A KUTATÁS SORÁN TAPASZTALT HIBÁK ÉS MEGOLDÁSAIK**

A gazdálkodókkal folytatott személyes beszélgetések során sokszor merült fel a tapasztalatok megosztásának hiánya. Pedig a gazdáktól nem áll távol az internet használata. Már napjainkban is kötelező a permetezési e-napló használata és jók a felhasználói tapasztalatok vele kapcsolatban. A „MyDroneSpace” alkalmazást alapul véve és továbbfejlesztve fejleszthető lenne egy olyan alkalmazás, ahol rögzíteni lehetne a monitoring drónok által készített felvételeket. Ezáltal létrehozható lenne egy olyan adathalmaz, amiben pontosan nyomon lehetne követni, melyik gazdálkodó mit ültetett, a pontos GPS koordináták által meghatározott területén, milyen a szóban forgó terület állapota és milyen kezelések szükségesek. Ezt az adathalmazt az összes gazdálkodó számára hozzáférhetővé kellene tenni. Jogosan merülhetnek fel ellenvetések személyesnek érzett adatok megosztása ellen. Ennek elkerülése érdekében önkéntessé kellene tenni az adatszolgáltatás, de ezen adatokhoz csak azok férhetnének hozzá, akik önmaguk is adatot szolgáltatnak. Így el lehetne kerülni azt is, hogy olyanok nyerjenek rendkívül hasznos monitoring drónos információkat, akik nem vettek igénybe ilyen szolgáltatást. Az így generált térkép naprakész információkat nyújtana arról, hol és milyen fertőzés ütötte fel a fejét, valamint várhatóan milyen irányban terjed tovább.

Az elsodródás kiküszöbölésére ha a drónok permetszórás közben csak a szél felőli fűvókákat üzemeltetik. Az így keletkező nyomáskülönbségből adódó forgatónyomatékat, a giroszkóp működési elvét alapul véve, a szélárnyékos oldalon lévő rotorok tolóerő növekedéssel egyenlítenék ki. Az így keletkező, földfelszín felé irányuló tolóerőtöbblet képes lehet megakadályozni kisméretű cseppek elsodródását. A hátránya ennek a lehetséges eljárásmodnak, hogy gyakorlatilag megduplázná a kijuttatás időigényét.

A permetező drónok megtérülési idejét rövidítheti, ha a permetezésen kívüli időszakokban is munkára fogjuk őket. Alkalmazhatjuk őket locsolásra és napelemek lemosására is. Olyan magas épületek esetében, ahol nem fontos a precíz munka, lemeztetők vagy akár üvegházak lefestésében is segítséget nyújthatnak. A nyári munkák idején túl sok üresjáratra nem számíthatnak a mezőgazdasági gépek, amennyiben viszont mégis akadna ilyen, a zenei fesztiválok porban és melegben kóválygó közönsége biztosan örömmel fogadna egy kis hűsítő drónzáport.

## 7. ÖSSZEGZÉS

A kutatás eredménye alapján a taposási kár elkerülése kiemelten fontos a gazdálkodóknak. Egy kisebb gazdaságban a számításaim szerint nincs olyan termesztett növényfajta ma Magyarországon, aminek a taposási kárának elkerülése, önálló indokként megérne egy ekkora befektetést, de egy nagyobb területen gazdálkodó vállalkozónak már ezen a százaléokban alacsonynak tűnő tétel is többmilliós kiesést jelenthet. Erre utalhat az is, hogy a 300 hektárnál nagyobb területen gazdálkodók közel fele ezt jelölte meg első helyen motivációként, a többiek pedig a költséghatékonyságot, a második helyen pedig ugyanezt a két motivációs tényezőt, csak fordított arányban. Ez előre vetíti a permetező drónok várható terjedését. Az, hogy ez a terjedés szabályos keretek között menjen végbe, okvetlenül szükség van minél több permetszer engedélyezésére. A szolgáltatásként való igénybevételnek és valamennyire a saját felhasználásnak is gátat vet, hogy egy kivételtől eltekintve, nincs szabályosan drónos kijuttatásra felhasználható permetszer a piacon. Így torzul a verseny és a szolgáltatás ára magasan marad a szántóföldi kijuttatáshoz képest. Véleményem szerint az egyetemeknek részt kellene venniük a permetszerek kísérleteiben. A Nébih-nek pedig el kellene fogadnia az egyetemek kísérleteinek eredményeit. Ugyanakkor az egyetemeket érdekelté kellene tenni ezen kísérletek véghezvitelében.

A területfelmérő drónok által készített minden felvétel hasznosítható valamilyen formában a mezőgazdaságban. A hagyományos RGB felvételekkel a terület vadállománya és az általuk okozott károk, illetve a haszonállatok is megfigyelhetőek. A multispektrális felvételek pedig alkalmasak a növények általános állapotának és tápanyaggal való ellátottságának, vagy a kórokozók való fertőzöttségének megfigyelésére. Önmagukban azonban nem szolgáltatnak egyértelmű információkat a növényekben kialakulóban lévő betegségekről. A drónok jelenlegi és várható elterjedését jól mutatja, hogy a válaszadók 17%-a rendelkezik már saját drónnal és több mint 45%-a tervezi drón vagy további drónok vásárlását az elkövetkező három évben. A technológiába vetett hitet és a pozitív tapasztalatokat jól mutatja, hogy kevesebb mint 4% szerint jobbak a hagyományos eljárások mint a drónok által elérhető képalkotás. Gyakorlatilag az országban minden mezőgazdasági ágazat használja őket, még a haltermelés is. A válaszadók átlagosan 8,87% termelékenységnövekedést tapasztaltak. Ez

elmarad a hangzatos ígéretektől, de mindenképpen számottevő. 16% feletti növekedést is tapasztaltak zömében gabonafélék termesztésével foglalkozó gazdák. Ezen növekedés nagyrészt a területről nyert pontos információknak köszönhető.

A drónok használatának terjedésére nagyobb befolyással hat a velük kapcsolatos dokumentációk beszerzésének szükségessége, mint az áruk. A kutatás során kialakult véleményem szerint a drónok árát jól pozícionálták a kereskedők. Aki szeretne venni, az meg tudja venni, aki pedig úgy érzi, hogy nincs rá szüksége, az nem vesz csak azért, hogy legyen neki egy. Mindezen nehezítő körülményre szükség van, mert túl sok drón, avatatlan kezekben hatalmas elsodródásokat és egyéb károkat okozhat. Ez biztonságtechnikai szempontból is fontos, mert így remélhetőleg tényleg csak azok lesznek tulajdonosok, akik el is végzik a szükséges képzéseket. Azonban ezek a képzések eléggé drágák, így sok ember számára elérhetetlenek. A felsőoktatási intézmények tananyagába viszont jól beilleszthető lenne egy ilyen képzés, ami akár a további kutatásokat is előmozdíthatná.

## **8. TOVÁBBI KUTATÁSI CÉLOK**

Sajnos a környezetvédelem és ezzel együtt az optimális vízgazdálkodás háttérbe szorul a többi tényező mellett. Pedig a monitoring drónok képesek a talaj és a növények vízellátottságának vizsgálatára, az szükséges minimális öntözés beállítása érdekében. Az optimális vízgazdálkodást mindössze 8% jelölte meg a kérdőív kitöltésekor. Ez a szám valószínűleg még tovább csökkent volna, ha az adott kérdésre csak egy választ lehetett volna megjelölni. Ez annak függvényében furcsa, hogy az előző évek híradásai az aszályról szóltak... Megoldást kellene találni arra, hogy hogyan lehet minél kevesebb víz felhasználására ösztönözni a gazdákat anélkül, hogy ez a termelékenység rovására menne és általános elégedettséget váltana ki az agráriumban.

A drónos kijuttatás egyik legnagyobb költségnövelője a Combiprotec csalianyag alkalmazására való kötelezettség. Így hiába fogyaszt nagyságrendekkel kevesebb üzemanyagot és növényvédőszert, sem a környezeti lábnyoma, sem pedig az anyagi vonzata nem lesz kisebb. A tapasztalatok szerint a cseresznyelégység kedveli a meleget és ezért főleg a fák délkeleti oldalát, a lombkorona tetejét részesíti előnyben. Így elégséges lehet csak ezt a részt permetezni. A további kutatásoknak az ehhez hasonló megfigyeléseket kellene vizsgálni, a foltkezelések pontosítása végett.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. Elliot, Alex (2017): Drónok kézikönyve. CSER Kiadó pp.17-28

### Elektronikus hivatkozások

1. Az Európai Unió hivatalos lapja, 2019. június 11. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0945&rid=1> (Utolsó letöltés: 2023. november 11.)
2. Az Európai Unió hivatalos lapja, 2019. június 11. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&rid=1http://www.eur-lex> (Utolsó letöltés: 2023. november 11.)
3. RANI, A. L. K. A., et al. Drone: The green technology for future agriculture. Harit Dhara, 2019, 2.1: 3-6. (utolsó letöltés: 2023. november 11.)
4. WHITEHEAD, Ken; HUGENHOLTZ, Chris H. Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 1: A review of progress and challenges. Journal of Unmanned Vehicle Systems, 2014, 2.3: 69-85. (Utolsó letöltés: 2023. november 12.)
5. <https://www.heliguy.com/blogs/posts/multispectral-drones-benefits-and-applications> (Utolsó letöltés: 2023. december 01.)
6. <https://enterprise-insights.dji.com/blog/thermal-drone-basics> (Utolsó letöltés: 2023. november 06.)
7. DUTTA, Gopal; GOSWAMI, Purba. A drónok alkalmazása a mezőgazdaságban: áttekintés. International Journal of Chemical Studies , 2020, 8.5: 181-187. (Utolsó letöltés: 2023. november 20.)
8. SÁNDOR, Zsolt; PUSZTAI, Máté. Pilóta nélküli légi járművek a mezőgazdaság szolgálatában–a hazai hatósági szabályozási keretrendszer= Unmanned Aerial Vehicles in the Service of Agriculture–The Hungarian National Agricultural Regulatory Framework. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK: A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTSZTIKÉPZŐ KAR TUDOMÁNYOS KIADVÁNYA, 2022, 34.3: 47-57. (Utolsó letöltés: 2023. november 20.)

9. <https://www.lidrone.hu/DJI-Agras-T10-Spray-csomag-bronz> (Utolsó letöltés: 2023. december 08.)
10. <https://www.lidrone.hu/DJI-Agras-T10-Spray-csomag-bronz> (Utolsó letöltés: 2023. december 08.)
11. <https://www.dji.com/hu/t30/specs> (Utolsó letöltés: 2023. december 08.)
12. <https://abzdrone.com/termek/dji-agras-t30/> (Utolsó letöltés: 2023. december 08.)
13. <https://magyarnovenyorvos.hu/megjelent-a-mospilan-sg-modositott-engedelyokirata-2023-08-19> (Utolsó letöltés: 2023. november 12.)
14. [https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/221861/Mospilan20SG\\_mod\\_20131219.pdf/bbb00976-9318-4fd0-a33e-b18d59c6f027](https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/221861/Mospilan20SG_mod_20131219.pdf/bbb00976-9318-4fd0-a33e-b18d59c6f027) (Utolsó letöltés: 2023. november 12.)
15. <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalatas/mezogazdasagi-termeles/106510-objektiven-a-permetezo-dronokrol-x-hangzatos-hirdetese-es-amit-ki-lehet-olvasni-beloluk> (Utolsó letöltés: 2023. november 20.)

## **MELLÉKLETEK**

### **Drónok mezőgazdasági alkalmazása**

A kérdőívre adott összes válasz teljesen önkéntes alapú. Minden válasz kihagyható, amennyiben a válaszadó nem kíván valamelyikre válaszolni. A kérdőív teljesen anonim, nem része semmilyen piackutatásnak vagy felmérésnek, pusztán a szakdolgozatom írásához szeretnék minél tisztább képet kapni a hazai mezőgazdasági drónhasználatról és annak lehetséges jövőjéről.

Kitöltését mindenkinek Előre is Köszönöm!

### **Az Ön vállalkozás melyik vármegyében végez mezőgazdasági tevékenységet?**

**Több választ is megjelölhet.**

- Bács-Kiskun
- Baranya
- Békés
- Borsod-Abaúj-Zemplén
- Csongrád-Csanád
- Fejér
- Győr-Moson-Sopron
- Hajdú-Bihar
- Heves
- Jász-Nagykun-Szolnok
- Komárom-Esztergom
- Nógrád
- Pest

- Somogy
- Szabolcs-Szatmár-Bereg
- Tolna
- Vas
- Veszprém,
- Zala

**Összesen mekkora területen gazdálkodik?**

- 0-100 ha
- 101-200 ha
- 201-300 ha
- 301-400 ha
- 401-500 ha
- 501-nél több ha

**Mi az Ön gazdaságának a fő profilja?**

- Haszonállattenyésztés
- Takarmánynövények termesztése
- Gabonafélék termesztése
- Zöldségtermesztés
- Gyümölcsstermesztés
- Egyéb haszonnövények termesztése
- Haltermelés

**Találkozott-e már drónok használatával a mezőgazdaságban?**

- igen, nagyon tetszett, felkeltették az érdeklődésemet
- igen, kicsit körülményesnek találtam a használatát, de azért tetszett

- igen, de biztos, hogy nem fogok venni meg bérelni se
- nem, de nyitott vagyok a modern megoldásokra
- nem és nem is érdekel a téma

**Ön rendelkezik-e drónnal, vagy vesz-e igénybe rendszeresen drónos szolgáltatást?**

**Több választ is megjelölhet.**

- nem rendelkezem és nem is veszek igénybe ilyen szolgáltatást
- permetező drónom van
- területfelmérő drónom van
- permetező drónos szolgáltatást bérek
- területfelmérő drónos szolgáltatást bérek

**Ha nem rendelkezik saját drónnal, tervezi-e drón vásárlását az elkövetkező három évben? Több választ is megjelölhet.**

- nem
- igen, permetező drónt, 5-10 literes kapacitással
- igen, permetező drónt, 11-29 liter kapacitással
- igen, permetező drónt, 30 liter vagy nagyobb kapacitással
- igen, területfelmérő drón vásárlását tervezem

**Ha tervezi drón vásárlását vagy drónos szolgáltatás használatát illetve ha már rendelkezik drónnal mi, vagy mik voltak a motivációi a drón igénybevételére? Több választ is megjelölhet.**

- taposási kár elkerülése
- költséghatékonyság
- agyagos, nehezen járható talaj, meredek terület
- nehezen megközelíthető terület
- környezetterhelés csökkentése

- permetezés közbeni adatgyűjtés lehetősége
- munkaerő kiváltás
- optimális vízgazdálkodás meghatározásának segítése

**Amennyiben drón vásárlását tervezi rendelkezik-e drón és a kiszolgáló gépek szállításához megfelelő eszközzel? Ha már rendelkezik drónnal, vagy nem tervezi drón vásárlását, kérem hagyja ezt a kérdést figyelmen kívül.**

- nem, mert nem érzem szükségesnek
- nem, mert már rendelkezem ilyen szállítóeszközzel
- igen, tervezek ilyen célú beruházást is

**Kizárólag a példa kedvéért: egy DJI Agras T30 drón, minden eszközzel ami szükséges a hatékony üzemeltetéséhez, plusz a kezeléséhez elengedhetetlen tanfolyammal, forgalmazótól függően, kb 9-10 millió forintba kerül. Ön szerint ez az összeg mennyi idő alatt térülhet meg egy Önéhez hasonló gazdaságban?**

- 1 év
- 2 év
- 3 év
- 4 év
- 5 év
- több mint 5 év

**Ön szerint melyik az a hátrány, amely leginkább elijesztheti a drón használatától a gazdákat?**

- viszonylag magas kezdőköltségek
- erős szélben nehéz a precíz használata
- bonyolultabb a folyamat mint a hagyományos permetezési eljárásoknál
- a 30 napos előre jelentési kötelezettség
- saját tulajdon esetén képzések elvégzésére, engedélyek megszerzésére való kötelezettség

**Véleménye szerint az alábbi listából melyik vagy melyek azok a feladatok, amelyekre jobb drónt alkalmazni, mint a hagyományos munkagépeket illetve közvetlen személyes jelenlétet?**

**Több választ is megjelölhet.**

- területmérés
- permetezés
- talajszenzoros vizsgálatok a tápanyagszükséglet felmérésére
- vadkárok felmérése, a terület vadállományának monitorozása
- talajnedvesség felmérése az optimális öntözés meghatározására
- termés megfigyelése az optimális betakarítási időpont meghatározásának érdekében
- a növények általános állapotának meghatározása, kártevők, gyomnövények felmérése
- a fentiek közül egyik sem, minden esetben jobb a hagyományos módszer

**Saját tapasztalatai alapján milyen arányban tudta drón használatával növelni a termelékenységét?**

- nincs ilyen tapasztalatom
- semennyire
- 0-5%
- 6-10 %
- 11-15%
- 16-20%
- 21-nél több %

## **TARTALMI KIVONAT**

A dolgozat témája a Magyarországon pár éve a köztudatba kerülő, mezőgazdasági drónok alkalmazhatóságának és a velük kapcsolatba kerülő gazdálkodók tapasztalatainak vizsgálata. Az első fejezetben olvashatóak a kutatási körülmények és a drónokkal kapcsolatos általános tudnivalók. A további részekben bemutatásra kerül a multispektrális képalkotás és az általa kapott információk felhasználási lehetőségei a növények termesztése során. Az ezen szekunder kutatás eredményeit felhasználva került sor egy kérdőív összeállítására. A dolgozat második felében ezen kérdőívre adott válaszok elemzése szerepel. Az így végzett empirikus kutatás átfogó képet nyújt a technológia jelenlegi és várható jövőben elterjedéséről. Végezetül a kutatási eredmények, a feltárt problémák, lehetséges megoldások és további kutatásra váró területek kerülnek bemutatásra.

## **SUMMARY**

The subject of the thesis is the examination of the applicability of agricultural drones, which have become public knowledge in Hungary a few years ago, and the experiences of farmers who did come into contact with them. In the first chapter, you can read the research conditions and general information about drones. In the following sections, the possibilities of using multispectral imaging and the information obtained by it during the cultivation of plants will be presented. Using the results of this secondary research, a questionnaire was compiled. The second half of the thesis includes an analysis of the responses to this questionnaire. The empirical research conducted in this way provides a comprehensive picture of the current and expected future spread of the technology. Finally, the research results, the revealed problems, possible solutions and areas for further research are presented.