

SZAKDOLGOZAT

BESZTERI ISTVÁN

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

SZENT ISTVÁN Campus

KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET – TALAJTANI TANSZÉK

PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI SZAKMÉRNÖK szakirányú

továbbképzési szak

SZŐLŐÜLTETVÉNYEK DRÓNOS PERMETEZÉSI LEHETŐSÉGÉNEK

VIZSGÁLATA

Belső konzulens: DR. AMBRUS ANDREA
EGYETEMI DOCENS

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Növénytermesztési-
tudományok Intézet/Precíziós gazdálkodási és
Agrárdigitalizációs Tanszék

Készítette: BESZTERI ISTVÁN

SZENT ISTVÁN CAMPUS

2023

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalom

TARTALOMJEGYZÉK	3
1. BEVEZETÉS	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. A permetező drónok gyors ütemben terjednek a világban	7
2.2. A permetezés hatékonyságát befolyásoló tényezők.....	8
3. SAJÁT VIZSGÁLATOK	13
3.1. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	13
3.1.1. Az UAV	13
i. A vízérzékeny lap	16
ii. A fúvókák.....	17
iii. A kísérleti terület.....	18
iv. Környezeti tényezők	19
v. A kísérlet beállítása	21
vi. A kísérlet eredményének elemzési módszertana	24
3.2 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	26
3.3. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	33
4. ÖSSZEFOGLALÁS	35
5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	36
6. IRODALOMJEGYZÉK.....	37
3. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	42
4. MELLÉKLET	44

1. BEVEZETÉS

A témaválasztásom oka az, hogy napjainkban a mezőgazdaságban a drónok forradalma zajlik, ami sok kérdést felvet és vitákat generál. A világban sok helyen komoly drónfelhasználás látható, számos mezőgazdasági ágban. A drónok használata sok előnnyel jár, ráadásul pénzügyileg is kifizetődő. Az EU-ban ez a forradalom egyelőre nem bontakozott ki teljes szélességében, mivel az EU nehezen engedélyezi a drónos növényvédelmi kezeléseket. Ennek ellenére kísérleti jelleggel és indokolt esetben történnek drónos kezelések a szabályozási oldal lassúsága ellenére. Mindezek jól tükrözi az a tény, hogy a szakdolgozat készítésének időpontjában összesen egy növényvédőszer kapta meg a drónos kijuttatáshoz az engedélyt.

A témaválasztásnak személyes érintettsége is van. Nemrégiben én is vásároltam vállalkozás számára egy DJI AGRAS T30-as drónt és remélem, hogy hamarosan beléphetek a növényvédelmi szolgáltatók körébe. Lakhelyem Eger, egy borvidék kellős közepén helyezkedik el és bízom benne, hogy sok terület kezelésére kapok megbízást. Az új tevékenységi kör bevezetése előtt azonban, alapos piackutatást követően arról is meg szeretnék győződni, hogy milyen lehetőségei és korlátai vannak a drón használhatóságának. A fenti aspektusok miatt választottam a kutatás témakörét.

Meglepetésemre a szakirodalomban viszonylag kevés munkát találtam ebben a témakörben, és maga a DJI sem ad túl sok információt. Ezért a konzulensemmel egyeztetve, abba az irányba indultunk el, hogy megvizsgáljuk egyrészt a szőlőültetvényekben a permetezés hatását és hatékonyságát, valamint azt, hogy a különböző kezelésekre mennyire alkalmas a drón.

A két kérdés tehát, amelyre a kutatás eredményei és azok elemzése után választ várunk:

1. Milyen hatékonyságú a drónos kezelés a szőlőültetvényekben?
2. Milyen kezeléseket lehet végezni? (Ebben a kérdéskörben alapvetően a kontakt és szisztémikus készítmények kijuttatására gondoltunk).

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A szőlő növényvédelmében döntő fontosságú a gombabetegségek elleni védekezés. Magyarországon a kialakult gyakorlat szerint tavasszal lemosó permetezést végzünk kontakt szerekkel, majd szükség szerint hajtásképződéskor megismételjük ezeket a kezeléseket. A szezon eleji permetezésekkel elsősorban a lisztharmat ellen védekezünk. A kontakt szerekkel történő kezeléseknél az a célja, hogy a növényvédőszer a növény minél nagyobb felületére kijuttassuk, ennek érdekében pedig nagy lémenységgel kell dolgozni (200-1000l/ha), amennyiben földi géppel végezzük a kezeléseket. Tapasztalatok szerint a földi növényvédő gépekkel egy nap 5-10 ha/nap szőlő permetezhető le terepviszonyoktól függően.

Később, a virágzás és fürtképződés idején a fürtök védelme érdekében főleg felszívódó szereket használunk, fertőzéstől függően, kombinációban. Ilyenkor a lisztharmat és a peronoszpóra a fő betegségek. Ezek a szerek nagyon hatékonyak, azonban egészségre károsak, ezért a várakozási idejük hosszú. Nagy előnyük, hogy kisebb lémenységgel kijuttathatóak, így a permetezés logisztikája egyszerűbbé válik. Ezek a készítmények pilóta nélküli légi permetező rendszerekkel (UASS) is biztonságosan kijuttathatóak, alacsony lémenységgel (10-20 l/ha).

Ezeket a kezeléseket általában fürtzáródásig lehet folytatni, onnantól kezdve ismét kontakt szerekkel kell védekezni, mivel a bogyóképződéstől kezdve a felszívódó szerek várakozási ideje miatt kockázatosá válik a használatuk. A betakarítás előtt fontos a szürkepenész elleni védekezés. A kontakt szerek használatának előnye a rövid várakozási idő, mivel a növény és a fürt felszínén maradnak, így lemoshatóak és nem szívódnak fel. A nagy lémenység miatt a drónos kijuttatás ez esetben nehezebb, de nem lehetetlen. A nagyobb kapacitású drónok által 1 ha-ra maximálisan egy fordulóval kijuttatható lémenység kb. 100 l. (pl. DJI T30). Ez jelentősen egyszerűbbé teszi a permetezés munkaszervezését, hiszen nem kell sok vizet szállítani. A magas lémenységű permetezéseknél a nem hasznosult permetlé aránya magas, elsodródik vagy nem jut a célterületre.

A szőlőben a gombabetegségek elleni védekezés függ az évjárattól. A 2022-es év száraz időjárása nem igényelt nagy számú kezelést. A 2023-as évben viszont folyamatosan védekezni kellett a nagy csapadékmennyiség miatt. Az Egri Borvidéken 2023-ban elsősorban a peronoszpóra fertőzöttség volt magas, ez folyamatosan jelen volt, így a permetezést sok helyen

folyamatos fordulókbán végezték. A 2023-as év szerencsés volt olyan szempontból, hogy a csapadékos napok után általában volt lehetőség a növényvédelmi munkát elvégezni. De többször előfordult már, hogy az adott területre hosszabb időn keresztül nem lehetett földi géppel eljutni.

A szőlőtermesztés során a felhasznált növényvédőszer mennyisége évről-évre változhat. Míg 2022-ben a szőlő növényvédelmében alig volt szükség védekezésre, a 2023-as év nagyszámú beavatkozást igényelt, aminek az a következménye, hogy a kezelések során a felhasznált vegyszerek egy része nem hasznosul, a talajba kerül vagy elsodródik. A nagyszámú növényvédelmi kezelés eredménye az, hogy a termésben a növényvédőszer maradványok aránya megemelkedik. A megnövekedett számú kezelés miatt az Európai Unió országaiban a növényvédőszer maradvány túllépés aránya a borszőlőben 0,4%-ról 0,9%-ra emelkedett [1].

Az Európai Unió 2009-től kezdődően a növényvédőszer használatának drasztikus csökkentését tűzte ki célul. 2009-ben a peszticidek fenntartható használatának elérését célzó közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról szóló 2009/128/EK számú EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE [2] határozza meg a kemikáliák mennyiségének szükségességét. A közelmúltban meghirdetett „Európai Zöld Megállapodás” a növényvédőszer és egyéb kemikáliák 50%-os csökkentését tűzte ki célul 2030-ig [3]. Az intézkedések célja, hogy a „termelőtől az asztalig” (farm to fork) stratégiát meg lehessen valósítani, ezáltal egészséges és fenntartható élelmiszereket lehessen biztosítani.

A mezőgazdasági termelés környezetvédelmi és gazdaságossági szempontból is megköveteli a pontos, célirányos és minimális vegyszerfelhasználást. Ez elsődleges feltétele a minőségi termék előállításának

A célok elérésének érdekében a mezőgazdaságban igénybe kell venni minden olyan technológiát, amely precízebb és célirányosabb növényvédőszer felhasználást tesz lehetővé. Ennek támogatására manapság egyre több drónos megoldás áll rendelkezésre.

2.1. A permetező drónok gyors ütemben terjednek a világban

A pilóta nélküli légi permetező rendszerek (UASS) olyan drónokból állnak, amelyek növényvédőszer kijuttató egységet hordoznak. Ezeket vezérlőrendszer működteti, és érzékelőkkel vannak felszerelve. Az elmúlt években ezeket a permetezésre alkalmas UASS-eket gyors ütemben fejlesztették. [4]

A dróngyártás piaci vezetője jelenleg Kína. A drónos kezeléseket itt kísérletezték ki, mivel Kínában nagyon sok olyan terület van, amely földi technológiákkal csak nagyon költségigényesen művelhető. Kínában 2014-ben 1000 db drón üzemelt 0,28 millió ha teljesítménnyel, míg 2020 végére 106 ezer db drón dolgozik 64 millió hektár területen. [5]

Kína után az USA a fő felvevő piac. Az USA-ban a mezőgazdaság szerkezete eltér Kínától. Itt a nagy összefüggő területek permetezése a feladat, amire repülőgépes kijuttatást jelenleg is alkalmaznak. Ezzel együtt a nagyméretű drónok használatára komoly igény van. A drónfejlesztés iránya egyrészt a méret növeléséből áll (40-50 literes drónok kaphatóak) másrészt a permetezés hatékonyságának növelése és az elsodródás csökkentése a cél.

Ezzel szemben Európában a korlátozások miatt (2009/128/EK) a drónos permetezési technológiákat nem használják nagy területen. [6]

A hegyvidéki szőlőtermesztő területeken a termelők nagy érdeklődést mutatnak a UASS technológia iránt. [7] Az UASS hegyvidéki és meredek lejtőkkel tarkított területeken is jól használható, mert a mozgását nem akadályozzák a tereptárgyak. [8] Mivel ezeken a területeken sokszor csak háti permetezővel lehetett eddig dolgozni, ezért a drónhasználatnak nagy előnye, hogy a kijuttató eszközt és a vegyszertartályt el lehet egymástól választani. [9]

Ezen túl a költségek nagymértékben csökkenthetők a kijuttatási idő és a vegyszermennyiség csökkentésével. [10]

Az UASS kezelések egyaránt hatásosak kórokozók és kártevők ellen inszekticidek vagy fungicidek kijuttatásával. [11-12] Meredek lejtőkön növény fák esetén a kezelés minőségét a lidar-ral támogatott terepkövető rendszer repülési magasság érzékelői részben korlátozzák. [13-14] Ezen túlmenően a nagyobb levélfelület is korlátozza a cseppek behatolását. [15-16]

A fenti okok miatt az UASS kezelésekkel kapcsolatosan, 3D növények esetében hegyvidéki és dombos területeken további kutatások folynak. Bár a piac nyitott az UASS-ok fogadására, az elsodródás veszélye jelentősnek mondható ilyen kezeléseknél. [17]

Az UASS-ok hatékonysága az elmúlt 5 évben a 2-3 ha/h értékről 15-20 ha/h növekedett. [18] Ez azt jelenti, hogy egységnyi idő alatt jóval több vegyszert lehet kijuttatni, [19] ezzel együtt azonban az elsodródó vegyszercseppek száma növekszik. [20]

Az elsodródás veszélye csökkenthető, ha a repülési magasságot csökkentik, ez jelenleg 3-10 méter közt van. [21] A repülési sebesség 1-6 m/s. [22] A repülési magasság és a sebesség a vegyszercseppek hosszabb idejű sodródását okozhatják. Mindazonáltal a természetes légáramlatok és a helyspecifikus klímaviszonyok is befolyásolják az elsodródást. [23]

A precíziós vegyszerkijuttatás a definíció szerint azt jelenti, hogy a munkavégzés megkezdése előtt a célterületről sok információknak van: ismerjük a növények magasságát, alakját, elrendezését, a lombfelület sűrűségét. Ezeket az információkat szenzorokkal, kamerákkal, ultrahanggal és lézerekkel szerezhetjük. [24] A precíziós vegyszerkijuttatás a kijuttatott vegyszerek arányát csökkenti azáltal, hogy a növényel ritkán vagy nem fedett területekre kisebb mennyiségű permetszert vagy semmit nem juttat ki. [25]

2.2. A permetezés hatékonyságát befolyásoló tényezők

Sebesség

A haladási sebesség, az elsodródást és a permet növényen történő szétterülését befolyásolja. A nagyobb sebesség növeli az elsodródást és rontja a szétterülést. Egyes kutatásokban kimutatható volt, hogy nagyobb sebességnél a felső leveleken a terülés jobb volt, miközben az alsó leveleken nem változott. [26] Ez az eredmény ellentmond más kutatásoknak, ami azért lehet, mert a vizsgált terület lombfelülete nagyon sűrű volt, így a nagyobb sebesség kisebb terülést okozott. A permetezőtől távolodva a szétterülés egyenletessége csökken. [27] Összeségében megállapítható, hogy az áthatolás és az egyenletesség magasabb sebességnél kisebb, ezért a sebesség fontos tényező olyan esetekben, ahol fontos a permetezés egyenletessége és a lombkorona mélysége.

Távolság

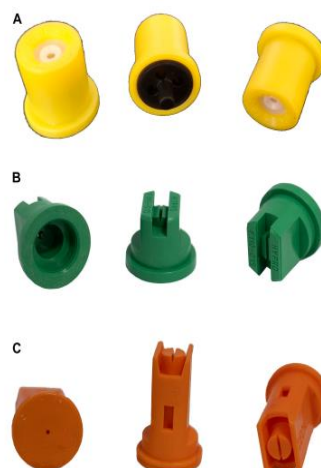
A permetező és a lombkorona távolsága szintén fontos paraméter, amely befolyásolja az elsodródás mértékét. [28] A nagyobb sebesség és a nagyobb lombkorona távolság növeli az elsodródás esélyét. A permetcseppek mérete is fontos tényező, mert a kisebb cseppek könnyebben elsodródhatnak, de jobb növényfedést biztosítanak. A permetező és a lombfelület közti távolság növelése csökkenti a szétterülést a leveleken. [29] Guava fák esetében a szétterülés értéke a lombkorona mélységével arányos különböző sebességeknél, a felső leveleken mért maximumokkal. [30] A zöldfelülethez közelebb lévő fúvókák csökkentik az elsodródás mértékét anélkül, hogy a szétterülést módosítanák. [31]

Fúvókák

Az elsodródást befolyásolja a fúvókák típusa, mérete és permetezéskor használt nyomása. A fúvókaválasztásánál figyelembe kell venni a permetlé mennyiségét, a fúvókátípust és a nyomást. Az 1. ábrán a gyakran használt hidraulikus fúvókák láthatóak. A hidraulikus fúvókák földi permetezésre lettek fejlesztve, de ezeket használják az UASS-okban is.

A vegyszert egy adott nyomás alatt porlasztják a fúvóka üregén keresztül, és egy folyadékfilm képződik. A folyadékfilm megnyúlik és filamentté alakul a nyomáskülönbség hatására. Amikor a folyadékfilm találkozik a viszonylag statikus levegővel, apró cseppekre szakad fel. [32-33]

1. ábra Hidraulikus fúvókák. (A) üreges kúpos fúvóka (TR80-02c, Lechler) (B) lapos sugarú fúvóka (HYPRO 110-015) (C) légbeszívásos lapos sugarú fúvóka (IDK 120-01, Lechler) Forrás: Chen et al., 2022)



Az porlasztást a nyomás beállításával és a felületi feszültség változtatásával (légbeszívás, Venturi fúvóka) lehet módosítani. [34] A korai UASS-oknál a permet áramlási sebességét a fúvóka változtatásával vagy a repülési sebesség módosításával változtatták. Ez azért nem volt

megfelelő, mert a fúvókák változtatásával a cseppméret is változik. Az áramlási sebességet jelenleg a szivattyúk és a fúvókák számának növelésével szabályozzák.

Rotorok

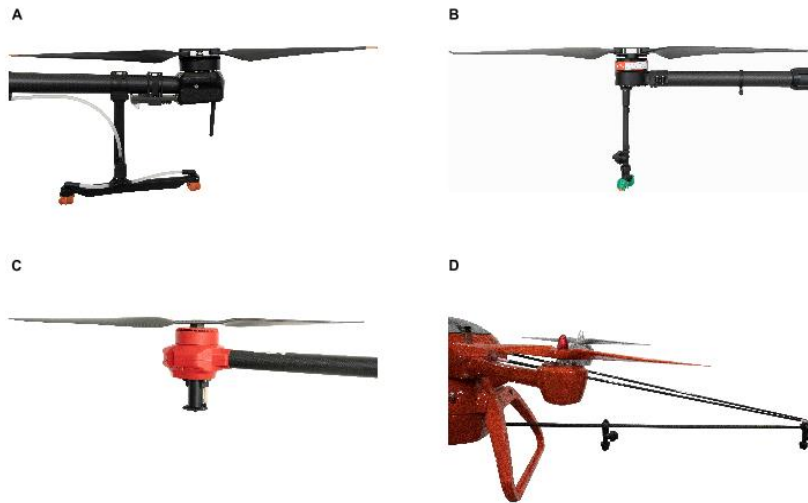
Az UASS-ok vagy egyrotorosak vagy többrotorosak lehetnek. Az egyrotoros gépek nagyobb területet képesek lefedni, mint a multirotorosak, de a multirotoros gépek is képesek hasonló felszállótömeg elérésére. A multirotoros gépek nagyobb lefelé irányuló légáramlást képesek generálni, de ennek a hatását az elsodródásra nem tudjuk még kielégítően magyarázni. A technológia fejlődése jelenleg olyan mértékű, hogy az új típusok paramétereinek megismerése jelenleg nehézségekbe ütközik. A DJI T30-as modellje 2021-ben került piacra, de már kapható Kínában és az USA-ban a T40-es típus, amely a T30 utódja lesz. A rotorok elsodródásra gyakorolt hatása elfogadott, de ennek pontos mikéntje nem ismert. Az elsodródás karakterisztikája üreges kúpos fúvókáknál és légbefecskendezéses fúvókáknál különböző rotorszámú UASS-eknél 90%-os elsodródási távolságnál azt mutatta, hogy az egyrotoros gép mindig kisebb elsodródási értéket adott. [35]

A rotor forgása a levegőben elegendő emelőerőt biztosít a drón számára, ezzel együtt egy lefelé irányuló légáram elnevezésű jelenséget okoz. A légáram segíti a permetcseppek levélfületre jutását, ami segíti a szétterülést és csökkenti az elsodródást. A rotor áramlási területén erős örvényáramlás mező keletkezik ami egy kúpszerű örvényt (vortex) hoz létre. [36-37] Azonban a rotorok végén keletkező örvények a permetcseppeket felemelhetik a drón fölé, növelve ezzel a permet elsodródását.

Egy nagyméretű mezőgazdasági UAV (FR-200, Feirui Aviation Technology Co., Ltd, Jiangsu, Kína) permetáramlás jellemzőit tanulmányozták számítógépes áramlásdinamika (CFD) segítségével. Az eredmények azt mutatták, hogy a lefelé irányuló légáram függőleges sebességeloszlása aszimmetrikus volt. A függőleges sebesség először nőtt, majd csökkent a rotor felé haladva a permetezőkarnál és a sebesség a maximális értékét a $x/R=0,8$ közelében (a UAV előre repülésének iránya a negatív irány volt x szempontjából; R pedig a légcsavar sugara) érte el. A rotor lefelé irányuló légáramának szélessége a növényi lombkorona felületén a permetezési magasság csökkenésével nőtt, a jó repülési magasság 4 méter volt. [38-39]

A 2. ábra a rotor és a fúvókák egymáshoz viszonyított elhelyezését mutatja különböző géptípusoknál.

2. ábra A rotor és a fúvóka egymáshoz viszonyított elhelyezkedése (A) A rotor alatt a géptest felé (DJI T30) (B) a rotor alatt (Tuogong 3WWDZ) (C) a rotor alatt (XAG P30) (D) karos kialakítás (SCAU kongzhongbaoma) (Forrás: Chen et al., 2022)



Biglia , M. Grella et al. [40] kísérlete arra irányult, hogy meghatározzák a legjobb kijuttatási módszert a vizsgáltak közül. A vizsgálatban 6 rotoros drónt használtak, amellyel teljes lombzatban lévő szőlőterületet kezeltek. A kezelésben 3 kijuttatási módszert alkalmaztak. Az első szerint a sorokra merőlegesen repültek, a másodikban a sorokban merőlegesen majd a ültetvény szélén visszafordulva visszafelé is permeteztek, a harmadik módszer pedig a sorokkal párhuzamos szórás volt.

A kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a permetezés hatékonyságát leginkább a repülési mód határozta meg. A sorokkal párhuzamos kijuttatás sokkal hatékonyabb volt, jóval több permetlé került a növényekre és jóval kevesebb a talajra. Itt jegyzem meg, hogy a drónok használati útmutatójában sosem javasolják a sorokra merőleges permetezést, ezt erősíti meg a kísérleti eredmény. Még az a kezelés sem volt hatékony, ahol a sor végén visszafordultak és visszafelé úton is permeteztek. A permetezés hatékonyságának másik fontos befolyásolója a fúvóka típusa. A légbeszívós fúvókát azért fejlesztették ki, hogy az elsodródás mértékét csökkentsék. Jelen esetben azonban a légbeszívós fúvóka nagyon lecsökkentette a lombzatra kerülő lémenyiséget miközben nagyobb mennyiségű permet került a talajra. A hagyományos fúvókák ebben az összehasonlításban sokkal jobban szerepeltek. A lombzatra kerülő cseppek aránya jóval nagyobb és kevesebb a talajra jutó veszteség.

A magasabb (3 m/s) UASS sebesség megnövelte a lombzatra kerülő lémenyiséget és csökkentette a veszteséget különösen a hagyományos fúvókánál.

A sorokkal párhuzamos repülés hagyományos fúvóka esetén, 3 m/s sebességnél, 53 l/ha lémmennyiséggel nem megfelelő a szükséges borítás biztosításához. A borítottság a levelek 90%-nál nem volt megfelelő ezzel a technológiával.

A hagyományos földi technológia hatékonyságával történő összehasonlítás akkor lehetséges, ha a földi gép alacsony vízmennyiséggel dolgozik. Légi kijuttatás esetén a lémmennyiség növelése szükséges, hogy a megfelelő borítottság elérhető legyen.

A lombzat különböző magasságaiban mérhető fedettség a kijuttatás módjától függetlenül igazolja, hogy a fúvóka és a lombzat távolsága kulcsfontosságú a fedettség szempontjából.

3. SAJÁT VIZSGÁLATOK

3.1. ANYAG ÉS MÓDSZER

A szakdolgozatban arra keresem a választ, hogy a szőlő permetezésében milyen hatékonysággal és milyen mértékben vehetnek részt a drónok. Fontos megismerni, hogy a drónok milyen kezeléseknél alkalmazhatóak a növényvédelemben. Tudnak-e olyan hatékonysággal dolgozni, mint a földi gépek? Alkalmasak-e kontakt és szisztémikus kezelések elvégzésére is? A vizsgálati módszer a drónnal kiszórt permetlé eloszlásának vizsgálata. A vizsgálatot vízérzékeny papírral végezzük és nyolc beállítást vizsgálunk. A vízérzékeny papírok elemzését photoshop segítségével végeztük el.

3.1.1. Az UAV

A használt UAV a DJI AGRAS T30-as modellje. A gyári modellt nem módosítottuk, az eredeti kialakítással végeztük a kísérletet.

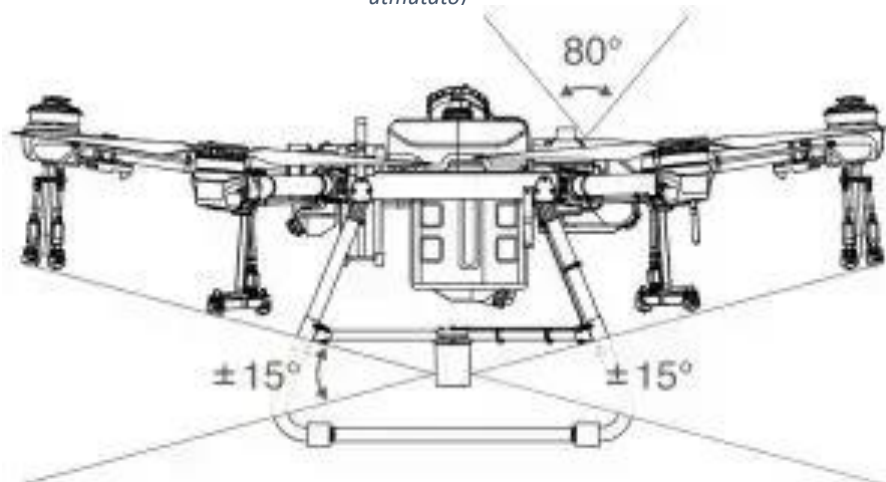
Az Agras T30 a DJI következő generációs drónja, amely képes akár 30 kg-os teherbírással dolgozni. A DJI digitális mezőgazdasági megoldásainak használatával a növényvédelmi műveletek teljesítménye és hatékonysága nagymértékben javítható. Az előre és hátrafelé irányuló FPV kamerákkal és fényes spotlámpákkal a rendszer átfogóan biztosítja a működési biztonságot éjjel-nappal, különböző időjárási körülmények között. Az új dugattyús szivattyúknak és a 16 szórófejnek köszönhetően a permetezőrendszer jobb permetezési szélességet, sebességet, eloszlást és hatékonyságot kínál. A 2 csatornás elektromágneses áramlásmérő és a folyamatos folyadékszintmérő minden eddiginél pontosabb mérést tesz lehetővé. A drón IP67 (IEC 60529) védelmi besorolással rendelkezik, és az alapvető alkatrészek háromszoros védelemmel rendelkeznek, így a T30 korrózióálló, porálló és vízálló, így közvetlenül vízzel lemosható. A „Smart Controller Enterprise DJI OCUSYNC™ Enterprise” átviteli technológiát használ, maximális átviteli távolsága akár 7 km, és támogatja a Wi-Fi-t és a Bluetooth-t. A távirányító 5,5 hüvelykes, világos képernyővel és beépített frissített DJI Agras alkalmazással rendelkezik. A műveletek centiméteres pontossággal tervezhetők,

ha az RTK vevő csatlakozik a távirányítóhoz. A beépített elem és a külső akkumulátor egyaránt használható a távirányító áramellátására.

A távirányító 4 órás üzemidővel rendelkezik, így ideális hosszú ideig tartó műveletekhez. A T30 négyszögletű összecsukható szerkezettel rendelkezik a gyors összecsukhatóság és az egyszerű tárolás érdekében. A repülőgép támogatja a centiméter pontosságú pozicionálást, ha a fedélzeti D-RTK™-vel használják, míg a kétantennás technológia erős védelmet biztosít a mágneses interferencia ellen.

A kettős FPV-kameráknak köszönhetően a felhasználók elöl és hátul is követhetik a műveletet. A frissített Útvonal üzemmód tartalmazza a „Connection Routing”-ot. A repülőgép változó arányú szórást tud végrehajtani úgy, hogy az elkészített térképeket importálja a távirányítóba és az alapján végzi a vegyszeradagolást. „A Spherical Radar System Omnidirectional Digital Radar”-ból és „Upward Radar”-ból áll, amelyek magasságérzékelést és stabilizálást tesznek lehetővé előre, hátra és lefelé, valamint akadályérzékelést minden vízszintes és felfelé irányuló irányban Route, A-B Route és Manual Plus üzemmódban. A radar képes érzékelni a lejtő szögét, és automatikusan beállítja, hogy ugyanazt a távolságot tartsa a felszíntől még hegyvidéki terepen is. Útvonal és A-B Útvonal üzemmódban a radar hatékonyan érzékeli az akadályokat, és képes az akadályokat aktívan elkerülni. A permetezőrendszer dugattyús szivattyúkkal és folyamatos folyadékszint-mérővel van felszerelve az egyenletes és pontos permetezés érdekében. (DJI AGRAS T30 kezelési útmutató, 3. ábra)

3. ábra A DJI AGRAS T30 UAV sematikus rajza a radarok működési szögeivel és fényképe (Forrás: DJI AGRAS T30 kezelési útmutató)



Eszközspezifikáció a DJI AGRAS T30 modell esetében:

- 2858*2685*790 mm (a karok és a propellerek kinyitva)
- 2030*1866*790 mm (a karok kinyitva a propellerek behajtva)
- 1170*670*857 mm (a karok és propellerek behajtva)
- maximális teljesítmény: 3600 W/rotor (6 db rotor van),
- maximális áramerősség: 60 A,
- a szerkezet tömege: 26,3 kg, az akkumulátor tömege: 10,2 kg, a maximális lémenység: 30 kg, összesen 66,5 kg (maximális felszálló tömeg tengerszinten)
- a maximális kiszórható mennyiség 7,3 l/perc az általunk használt fúvókával (XR11001VS),
- permetezési szélesség: 4-9 m (12 fúvóka 1,5-2 méter magasan),
- kamera: 2 db FPV (első, hátsó),
- jelátvitel: 2,4 GHz, 5,8 GHz,
- D-RTK pontosság: horizontális +/- 10 cm, vertikálisan, +/- cm
- GNSS pontosság (GPS): horizontális +/-0,6 m, vertikális: +/- 0,3 m,
- lebegési idő: 20,5 perc (36,5 kg felszálló súllyal 29000 mAh akkumulátorral)
7,8 perc (66,5 kg felszálló súllyal 29000 mAh akkumulátorral)
- maximális szórási repülési sebesség: 7 m/s (25,2 km/h),
- maximális repülési sebesség: 10 m/s (36 km/h) (DJI AGRAS T30 kezelési útmutató)
- az akkumulátor kapacitása: 29000 mAh, maximális terhelési teljesítmény: 7200W

- 4. ábra DJI AGRAS T30 modell (Forrás: saját kép, 2023)



i. A vízérzékeny lap

A kísérletben azt szerettem volna megtudni, hogy a kiszórt vízmennyiség hogyan oszlik el a leveleken. Ehhez szükség volt valamilyen közegre, amin rögzíteni tudom a kiszórt vízcseppeket.

A szóráskép detektálására a következő módszerek merültek fel lehetőségként:

1. sárga színű ételfesték, közvetlenül levélre kijuttatva, majd az eredmények szkennelése közvetlenül a levelekről
2. E-102 tartrazine sárga festék közvetlenül levélre kijuttatva, majd az eredmények szkennelése közvetlenül a levelekről
3. UV alapú festéket is az ajánlott maximális koncentrációval, közvetlenül levélre kijuttatva, majd az eredmények szkennelése közvetlenül a levelekről
4. Syngenta által forgalmazott vízérzékeny tesztlap, majd az eredmények szkennelése a tesztlapról

1. Elsőként egy sárga színű ételfestéket próbáltam ki, amely használata nem adott értékelhető eredményt, a leveleken semmi nem volt látható, így ezt a módszert elvettem.
2. A sikertelen kísérletet követően utánanéztem, hogy a szakirodalomban ajánlott sárga festék [40] hogyan lenne alkalmazható. Az E-102 tartrazine sárga festék alkalmazásáról is kedvezőtlen gyakorlati tapasztalattal rendelkeztek a kollégák, ráadásul a 85%-os koncentráció (v/v%) elérése lehetetlennek tűnt a szükséges nagy lémenység miatt.
3. Kipróbáltunk egy UV alapú festéket is az ajánlott maximális koncentrációval, de az sem működött megfelelően. Mérhetetlen lett volna az eredmény.
4. Ezután vizsgáltuk meg a Syngenta által forgalmazott vízérzékeny tesztlap használatának lehetőségét (5. ábra). A vízérzékeny tesztlap sárga színű, víz hatására színe kékre változik. A lap valóban rendkívül érzékeny, a kéz nedvességére is bekövetkezik a reakció, ezért a kihelyezést és a különböző műveleteket gumikesztyűben kell végrehajtani. További probléma, hogy a begyűjtött minták megfelelő tárolásáról gondoskodni kell, mert már rövidebb távon is képes a lap elkékülni és az eredmények későbbi

időpontban kiértékelhetetlenné válnak. A kísérlet befejezése után azonnal lefényképezni és/vagy beszkenneálni a lapokat. Mi mindkét lépést megtettük, a szkennelés sikeresebb volt, mint a fényképezés. A vízérzékeny lapok nagy előnye, hogy nem kell keverési arányokat számolni és oldatokat kezelni, elég tiszta vízzel rápermetezni. A kísérletben semmilyen egyéb anyagot nem használtunk, egyedül tiszta vízzel (normál keménység) permeteztünk. Nem használtunk sem tapadásfokozót, sem cseppnehezítőt.

5. ábra A vízérzékeny lap becsomagolt állapotban (Forrás: saját kép, 2023)

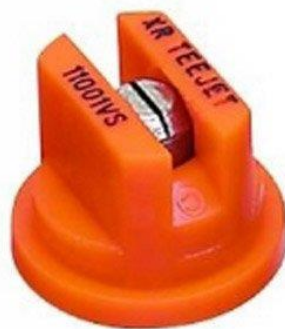


ii. A fúvókák

A DJI AGRAS T30 drónt a típusjelzésű fúvókákkal szerelik fel gyárilag (6. ábra). A gyártó semmilyen információt nem közöl arról, hogy milyen fúvókát ajánl szőlőültetvények permetezéséhez. A drónos kijuttatásban jártas szakemberektől érdeklődtem, hogy szerintük mi lehetne jobb, mint a gyári kiadás, amire azt a választ kaptam, hogy ennél a fúvókánál valószínűleg nem találok jobbat a szőlőültetvényhez. A szőlőültetvény ugyanis nem a klasszikus ültetvénytípus, ahol a permetezést megfelelő sortávolság esetén a fák vagy bokrok közt el lehet végezni, esetleg kicsit följük emelkedve szöget bezáró karokkal jobb eredményt lehet elérni. Ilyen esetben lehet értelme más fúvókátípussal próbálkozni, de itt csak függőleges permetezés jöhet szóba, arra pedig A. Biglia, M. Grella et al. tanulmányában is ezt a fúvókát javasolják a

kijuttatáshoz. A tanulmány szerint a szerzőpáros többféle fúvókával kísérletezett, de az alapfúvóka volt a legeredményesebb [40]. Emiatt az én kísérletemben nem próbáltunk ki más fúvókákat. A XR11001VS egy lapos sugarú fúvóka XR 110 , melynek szórásszöge 110 fok, lapos legyező típusú, 3 bar nyomásnál 0,4 l/min az áramlása, az üzemnyomás tartománya 1-4 bar, nem excenteres fúvóka ([Lapos sugarú fúvóka XR 110 narancssárga V2A megvásárlása - KRAMP](#)).

6. ábra XR11001VS egy lapos sugarú fúvóka XR 110° (Forrás: Chen et al., 2022)



iii. A kísérleti terület

A terület kiválasztásánál fontos szempont volt, a könnyű megközelíthetőség mivel extrém csapadékos évjárat volt a 2022-es év, aminek következtében technológiai munkálatokkal is alaposan elmaradtak a gazdák, így őszre tolódott a kísérlet elvégzése. A kísérleti helyszín Egerben volt, jó kondícióban lévő, megfelelően gondozott, egészséges szőlő ültetvényen, amely könnyen megközelíthető volt. A szőlő 2016-ban lett telepítve, Kékfrankos. Az ültetvény Guyot művelési módú, 2,4 méter sortávolságú és 1 méter tőtávolságú (4166 tő/ha), a sorok magassága kb. 1,8 m volt. A sorok hossza 100 m, a terület viszonylag sík és egyenletes, akadályokat nem tartalmazott. Az ültetvény megfelelően beállott, hiány alig volt benne, a zöldmunkákat elvégezték. A terület kiválasztásakor szem előtt tartottam, hogy megfelelő lombfelülettel rendelkezzen az ültetvény. Az első repülési nap 2023.09.30-a volt, szüret után, de ezen a napon nem kaptunk értékelhető eredményt. Ennek a kései repülésnek az volt a

hátránya, hogy a szőlőfürtök már nem voltak rajta a tőkén, de a levélzet ép és zárt volt, mivel kézzel szüreteltek. (7-8. ábra)

7. ábra A kísérleti terület helye a Google Maps-en és a terület drónról készült fényképe (Forrás: googlemaps.com)



8. ábra Drónfelvétel az eqri kísérleti területről (Forrás. Saját kép, 2023)



iv. Környezeti tényezők

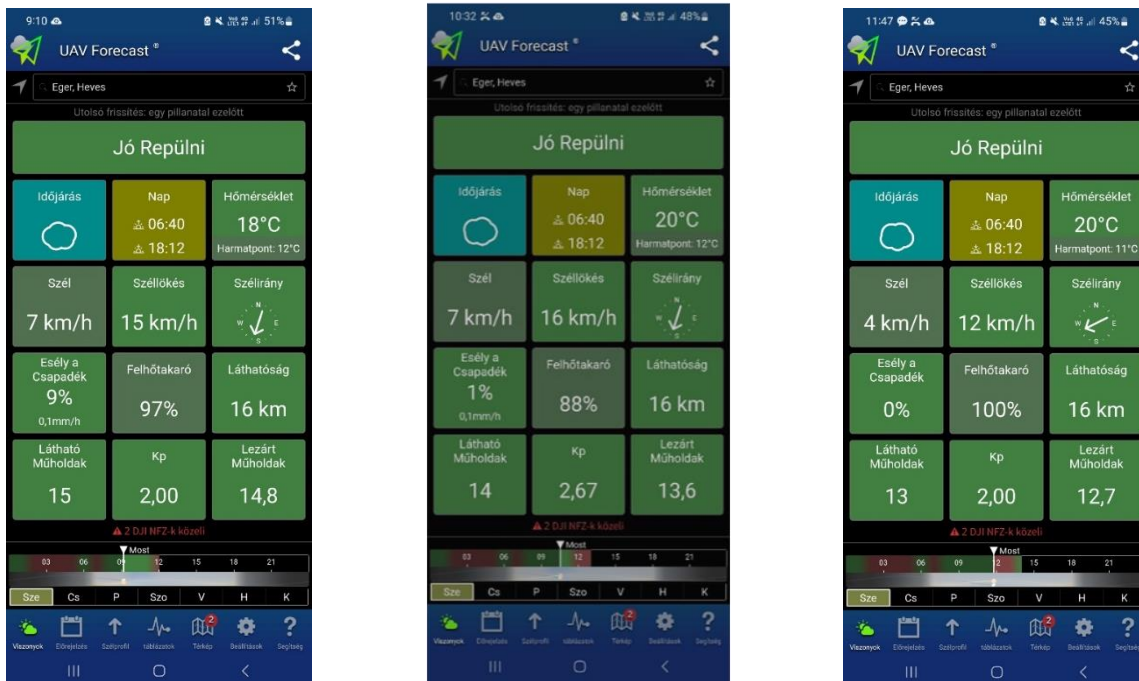
A kísérletet végül két nap alatt végeztük el. Az egyik nap 2023.10.04. volt (7.ábra), a másik pedig 2023.10.13. (8. ábra) Az ismétlés oka az volt, hogy az első napon elvégzett repülések közül néhány eredménye nem volt értékelhető. A környezeti tényezők rögzítésére a „UAV Forecast” nevű alkalmazást használtuk. Ez az alkalmazás

széles körben elterjedt a drónos szolgáltatást végzők körében, mivel releváns információkkal szolgál a repülés időtartama alatt, ráadásul eléggé megbízható. Az applikáció mutatja a hőmérsékletet, a szélirányt, a szélsébséget és a széllelőések nagyságát, a felhőtakarót, a csapadék esélyét, a láthatóságot, a látható és a lezárt műholdak számát, valamint a geomágnese vihar indexet (Kp – 4,00 érték felett kockázatos a repülés).

A második napi repülés jóval rövidebb volt, azért ott csak egyszer rögzítettük az értékeket. Az időjárás mindkét nap jó volt, napsütés és felhőtlen ég. Az első napon 20°C körüli hőmérséklet, 7 km/h szél erősség és 15 km/h körüli széllelőések voltak, dél körülre pedig gyakorlatilag szélcsend lett (4 km/h szél és 12 km/h széllelőések). Elegendő műhold látszott, a szélirány északi volt, a láthatóság 16 km (9. ábra).

A második napon 23°C, 12 km/h szél és 25 km/h széllelőés, ami nem volt optimális és egy esetben befolyásolta az eredményt is. A szélirány dél-keleti volt, majdnem felhőtlen ég és 16 km láthatóság. 17 db műhold látszott és 15,9 műhold volt lezárva, a geomágnese vihar index 3,33 volt (10. ábra).

9. ábra A kísérlet első napján mért környezeti adatok (Forrás: UAV forecast applikáció–2023. 10. 04)



10. ábra A kísérlet 2. napján mért környezeti adatok (UAV forecast applikáció–2023.10.13)



v. A kísérlet beállítása

A kísérletben beállításonként a drónnal egyszer repültünk, egy irányba. Nem használtunk RTK rendszert, csak a GNSS-t. A felmérést úgy végeztük, hogy a repülési irány minél inkább párhuzamos legyen a sorokkal, ami többé-kevésbé sikerült, bár az RTK rendszer nagy segítség lett volna, ezt érdemes használni a szőlőültetvény permetezéskor.

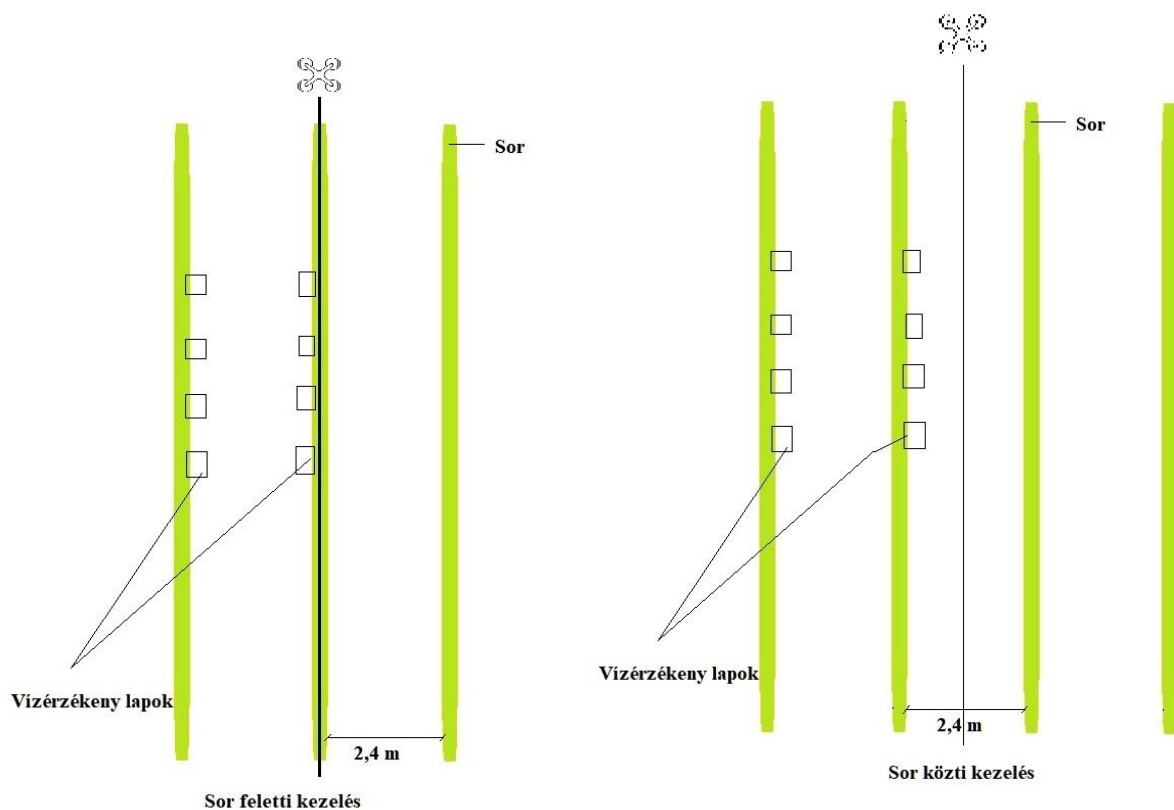
A kísérlet koncepciója szerint kétféle repülést próbáltunk ki: az egyikben a sor felett repültünk, a másikban két sor között, középen. Mindkét esetben vizsgáltuk a legközelebbi sorokra jutó permetlé mennyiségét, valamint a szomszédos sorokba jutó permetlé mennyiségét is. A vízérzékeny papírokat nem a sor legelejére helyeztük el, hanem kb. 10 méterre a sorban belülré, így a szegélyhatásból adódó invalid adatokat kiküszöböltük. Tapasztalat szerint a sor elején lehetnek permetborítási problémák, de a sorokban egyenletes a szórás főleg akkor, ha nincs akadály útközben. Ez a szőlőterület azért volt jó választás, mert semmilyen akadály nem volt a drón útjában. A drónok energiafogyasztása és területteljesítménye akkor változik komolyan, ha kijelölt vagy váratlan akadállyal találkozunk, ez alapvetően befolyásolja a kezelés időtartamát.

Amennyiben sík terület felett repül a drón akadálymentes területen a területteljesítmény jelentősen magasabb. (11. ábra)

Minden repülésnél négyszeres ismétléssel dolgoztunk, ami azt jelenti, hogy soronként 4 db papírlapot helyeztünk el, egymástól 1,5-2 méterre, mert a szórás egyenletesség egy ilyen területnél alapvetően megvan. A papírlapok a szőlőlevelekre rögzítettük. A levelek színére egyet és a fonákjára egyet. A rögzítés módján sokat tanakodtunk, végül felkapcsoltuk tűzőgéppel.

A közvetlen a drón alatt lévő sortól (középső sor, k) számított következő sorban is helyzetünk el lapokat (szélső sor, sz). Azonban a távolabbi sorokban csak az „A” szintre tettünk lapokat, azzal a megfontolással, hogy az alsó szint esetleges fedettsége nagyban múlik azon, hogy a forduló után permetező drón hogyan takar.

11. ábra A kísérleti repülés beállításai (Forrás: saját, 2023)



Nagyon fontos azt tudni, hogy a kipermetezett cseppek milyen mélyre jutnak le. Ennek vizsgálatára a sorokat vertikálisan két szintre osztottuk fel: „A” szintre és „B” szintre a 12. ábra szerint. A vízérzékeny lapokat igyekeztünk minél magasabbra helyezni az „A” szinten és ahhoz

képest minél közelebbre tenni a fonáki oldalra kerülő lapot, de külön levelekre, hogy a lapok súlya ne befolyásolja a VORTEX hatást. A „B” szintre kerülő lapokat kb. 0,8-1 méter magasságra helyeztük el a levél színére és ehhez minél közelebbre a levél fonákjára. (13. ábra)

12. ábra A kísérleti „A” és „B” szint kijelölése valamint a felhelyezett vízérzékeny lapkák (Forrás: saját kép, 2023)



13. ábra A szőlőre felhelyezett vízérzékeny lapkák (Forrás: saját kép, 2023)



Ezen kívül egy-egy beállításban vizsgáltuk azt, hogy a magasság milyen módon befolyásolja a borítottságot, ennek érdekében két magasságban végeztünk repülést: 3 méteren illetve 4 méteren. Vizsgáltuk továbbá a lémenység hatását a fedettségi értékre, ezért egy-egy repülést végeztünk 25 l/ha és 65 l/ha mennyiséggel.

Így tehát 8 repülést végeztünk: sor felett 3 méteren, 4 méteren, 25 liter/ha mennyiséggel és 65 liter/ha mennyiséggel. ezen kívül vizsgáltuk a drónhoz közeli sorban az „A” szinten a fedettséget színen és fonákon valamint ugyanígy a „B” szinten is. A dróntól távolabbi sorban csak „A” szinten történt vizsgálat.

vi. A kísérlet eredményének elemzési módszertana

Az elemzést Photoshop 2022 szoftverrel végeztük. Az elemzés célja az volt, hogy a vízérzékeny lapokon a színeltéréseket vizsgálva mérjük le a fedettséget, azaz, hogy meghatározzuk, hogy a sárga alapszínű lapokon mekkora az elszíneződés mértéke. Az elszíneződés mértéke mutatja ugyanis, hogy a szőlő leveleit helyettesítő lapocskák mekkora részét érte el a permetezés a kísérlet változó körülményei mellett.

A kísérlet során használt vízérzékeny lapokat csoportosítottuk, majd szkennel segítségével a csoportosított lapokat digitalizáltuk. A lapcsoportok alkotása a permetezés magassága és a felhasznált permetlé mennyisége valamint a repülés helye és a sor elhelyezkedése alapján történt. A szkennelést 600x600 dpi minőségben végeztük és jpg fájl formájában hoztuk létre. Ez a rendelkezésre álló szkennel teljesítménye volt (Kyocera FX1128MFP). A későbbiekben kiderült, hogy érdemes lett volna ettől nagyobb felbontású szkennelvel dolgozni.

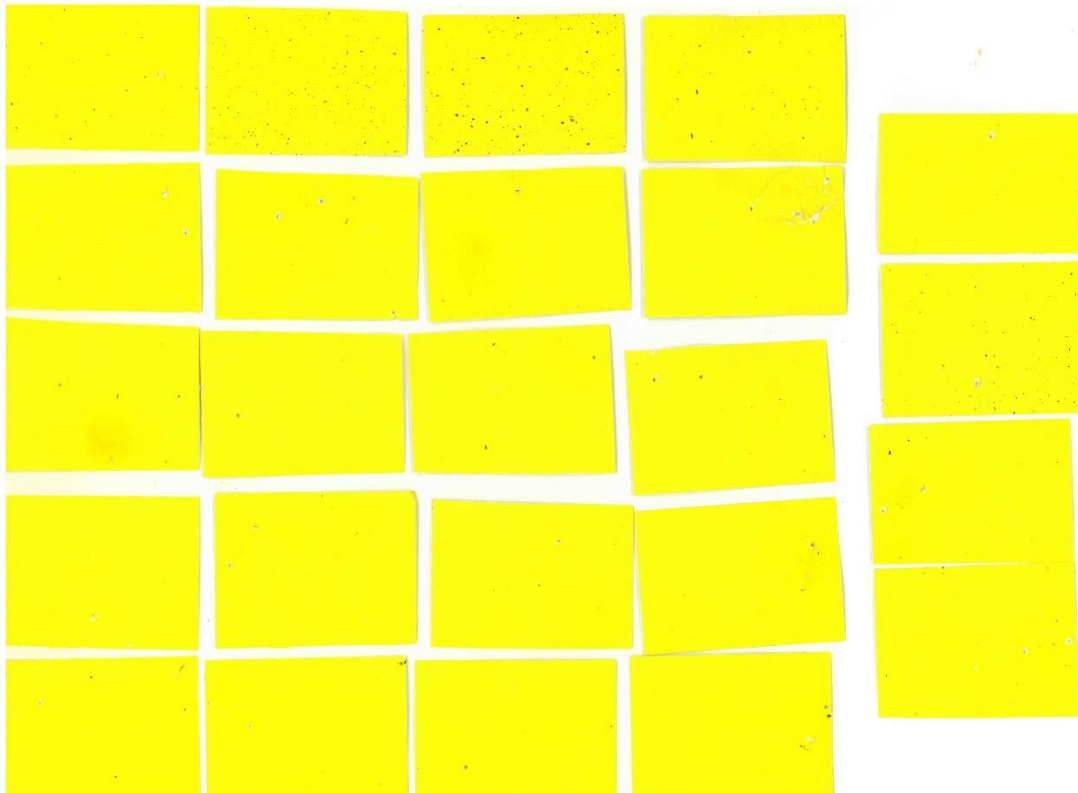
Az ilyen formán digitalizált, a vízérzékeny lapcsoportokat A4-es oldalon tartalmazó képek (jpg) mérete 700 KB és 1,2 MB körül alakult. A 8 db A4-es lap darabonként változó mennyiségű vízérzékeny lapot tartalmazott a meghatározott csoportosításnak megfelelően. Ezután az egyes beállításokat repülésenként ismétléscsoport alapján elkülönítettük, azaz egy csoportban 4 db ismétléses lapkép került. (14. ábra)

A képek felesleges, információt nem tartalmazó részeinek törlése után a színes képeket a könnyebb színmérhetőség kedvéért szürkeárnyaltos képekké alakítottuk, majd élesítettük, s az így keletkezett képen mértük a vízérzékeny lapokon található világos és sötét pixelek számát (kijelölési tolerancia: 12 pixel). Ebből a két értékből később számolt arányszám adja a lefedettség százalékát. Ennek a technikának a nehézsége, hogy hiába egyszerűsítettük a képeket szürkeárnyaltosra még így is került torzítás a képekre a

különböző színek átfedése miatt. Emiatt a problémás képeknél végeztünk egy külön színelemzést egy Online Image Tools – Image Analyzer nevű programmal, ami finomította az értékeket, de ez sem teljesen pontos.

A mintavételből mért adatok pontosságát némileg torzítja, hogy néhány vízérzékeny lapcsoport utólagosan is nedvesedett, és némelyiken a rögzítés céljából szolgáló tűzőkapocs nyomata erőteljesen megmaradt. Ezeket a torzító tényezőket a táblázatban feltűntettük, és igyekeztünk a mért pixelértékeknél figyelembe venni.

14. ábra A beszkenelt vízérzékeny lapkák az egyik beállításnál (sor felett 4m 25 l/ha) (Forrás: saját kép, 2023)



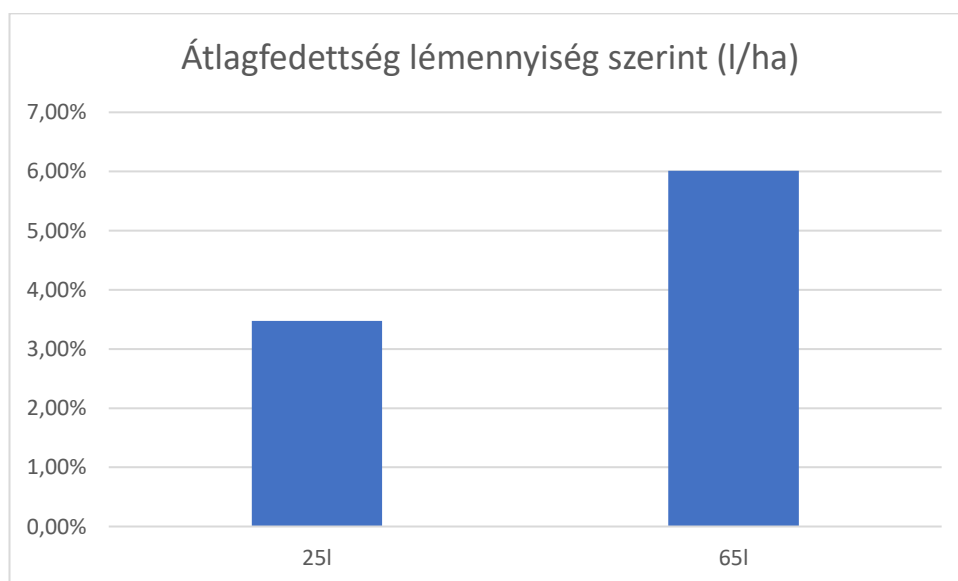
3.2 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgálatot a leírtak szerint sorok között (sk), sorok felett (f), 3m és 4m magasságban, 25l/ha és 65 l/ha lémenyiséggel végeztük, amit két szinten, egy felső „A” és egy alsó „B” szinten (a és b) néztünk, a repüléshez képest a középső és szélső sorban (k és sz) valamint a levelek színén és fonákján (sz és f) vízerzékeny lapok segítségével. Ennek megfelelően az alábbi rövidítéseket fogjuk használni az értékelésben: az első betű a helyzetet jelöli, azaz a középső és a szélső sort, a második az „A” vagy „B” szintet, a harmadik a szint vagy a fonákot, tehát a kasz jelzés azt jelenti, hogy a középső sor A szintjén, a levél színén lévő eloszlásról van szó. A lémenyiséget, a magasságot és a sorok közti vagy sorok feletti helyzetet minden esetben kiírjuk. A szélső soroknál nem vizsgáltuk a „B” szintet.

Az eredmények egyrészt elég látványosak, másrészt megjósolhatóak voltak bizonyos esetekben. Az a korábbi tapasztalataink alapján világos volt, hogy a cseppeloszlás, ha semmi zavaró tényező nincs, rendkívül egyenletes, köszönhetően a drón technológiai színvonalának. Ezzel itt külön nem foglalkoztunk.

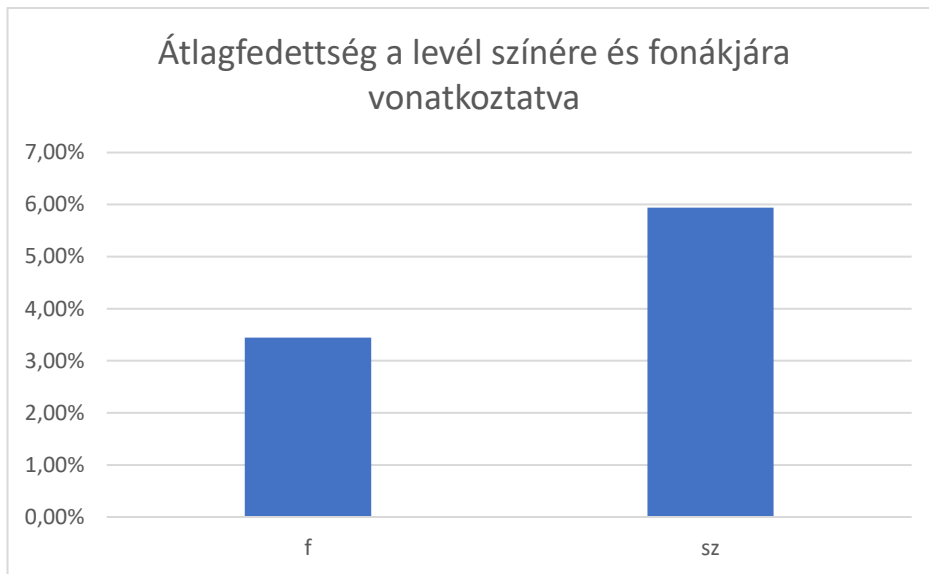
A 15. ábrán látható a legnagyobb eltérést mutató beállítást, ahol a lémenyiség változtatása nagy változást jelent a fedettségi értékekben, 3,4% illetve 6,01%. Az értékek a teljes kísérlet átlagát mutatják.

15. ábra Átlagfedettség lémenyiség szerint (Forrás saját, 2023)



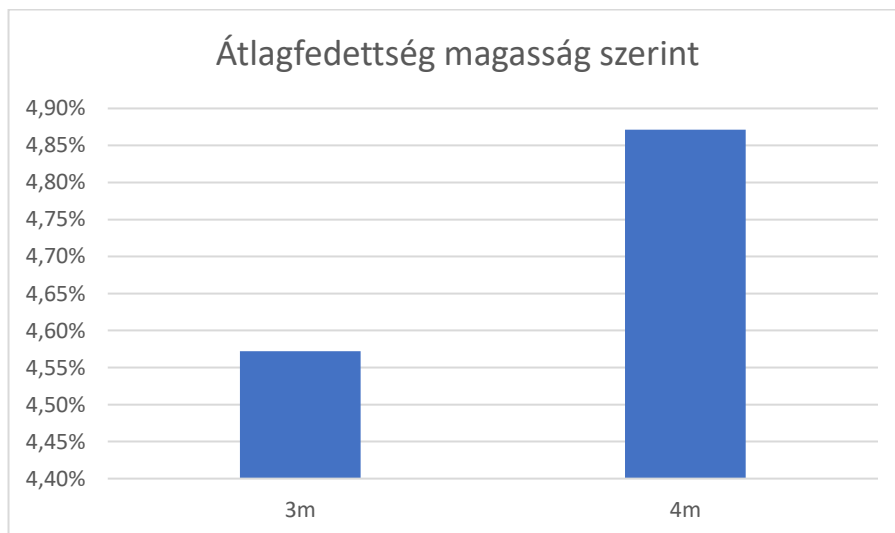
Hasonló arányt ad a levél színének és fonákjának fedettségi értéke, 3,44% és 5,93% (16. ábra).

16. ábra Átlagfedettség a levél színére és fonákjára vonatkoztatva (Forrás: saját, 2023)



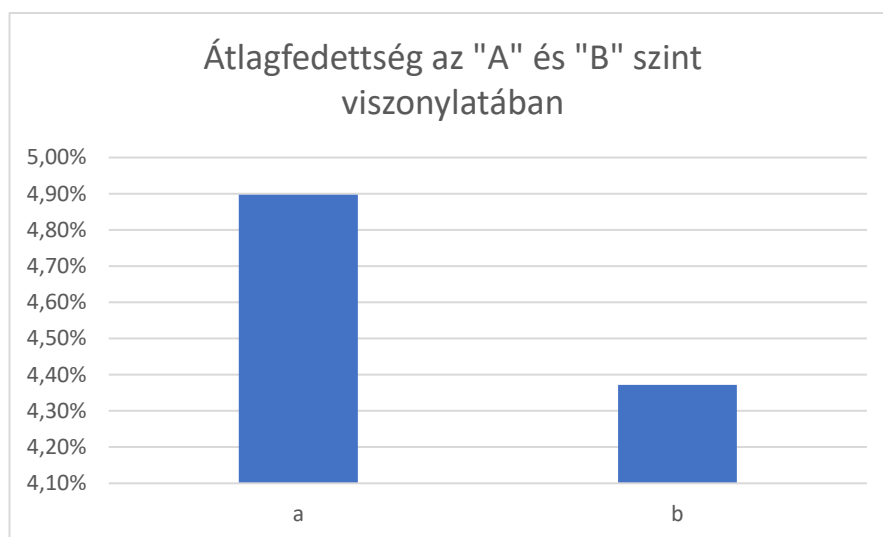
A repülési magasság növelése nem okoz jelentős eltérést a fedettségi értékben (4,57% és 4,87%). Annyit érdemes megállapítani, hogy a 6,2% eltérést akkor lehet kihasználni, ha a szélesség minimális. Hazánkban a repülési magasság többnyire 3 méter az elsodródás miatt, de ültetvényeknél a fedettség növelése miatt érdemes lehet egy kicsit magasabbra emelkedni (17. ábra).

17. ábra Átlagfedettség magasság szerint (Forrás: Saját, 2023)



Az „A” és „B” szint értékei nem mutatnak nagy eltérést (18. ábra), 4,89% és 4,37%. Ez azért fontos, mert a szintek közti fedettség, különösen a fűtők fedettsége elsődleges szempont a kezeléseknél. Ezt az eltérést a sebesség növelésével tovább lehet csökkenteni, mert a behatolási mélységet a sebesség és a Vortex növeli.

18. ábra Átlagfedettség az "A" és "B" szint viszonylatában



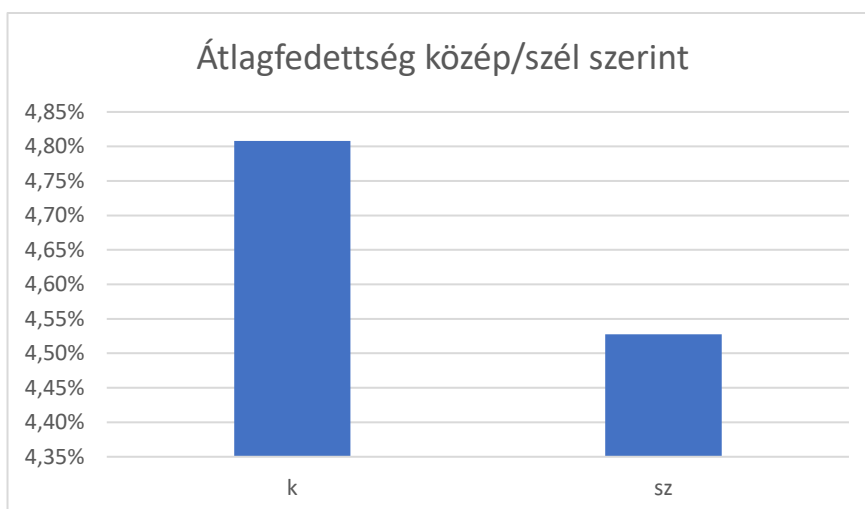
A sor/sor közötti repülés esetén, a repülés előtt ki lehet számolni, hogy a sor feletti 3 sort érintő repülés vagy a négy sort érintő sor közti repülést érdemes választani. Ennek logisztikai jelentősége van, mivel a sor közti repülésnél kevesebbszer kell fordulni. Amit nem vizsgáltam, de érdemes lenne megvizsgálni az az, hogy visszaútban a szélső sorok fedettségi értéke hogyan alakul. A két repülés közt 13,44%-nyi eltérés volt, az átlagfedettség sor felett 5,06% sorközt 4,38% volt.

19. ábra Átlagfedettség sor/sorköz szerint (Forrás: Saját, 2023)



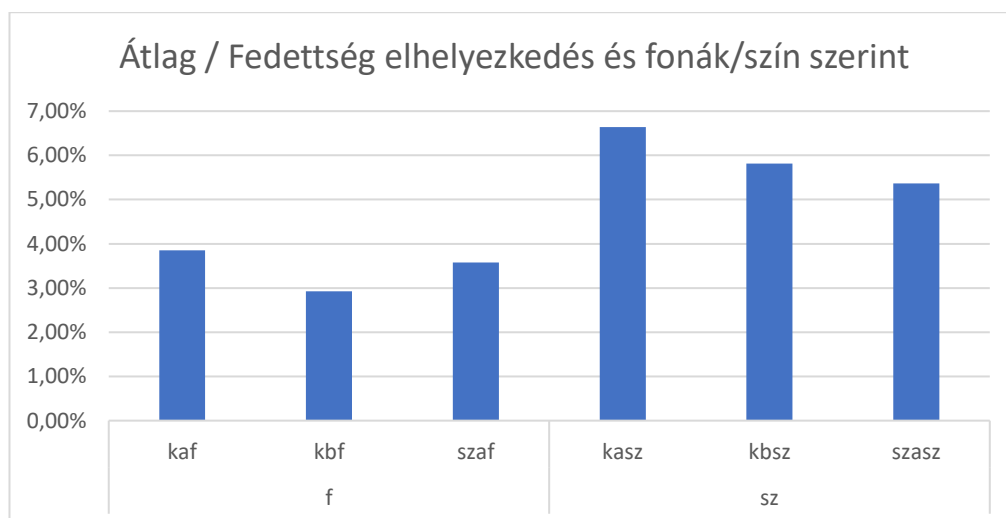
Az utolsó egyváltozós vizsgálat a szél és közép szerinti repülési beállításban történt. A különbség nem jelentős, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a következő fordulónál a szélső sorok fedettsége növekedhet. Az átfedettségi közép beállításban 4,8%, szél beállításban 4,52% volt (20. ábra).

20. ábra Átlagfedettség közép/szél szerint (Forrás: Saját, 2023)



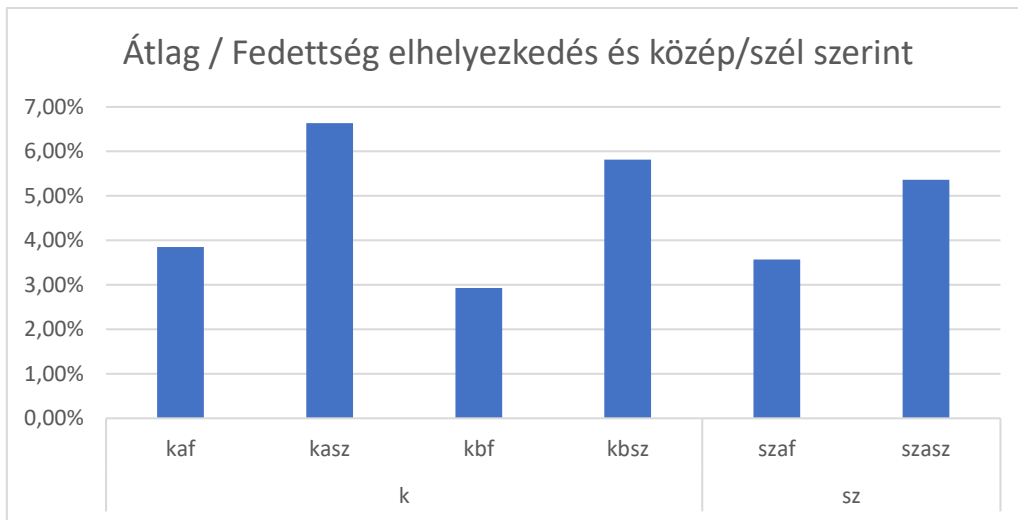
A 21. ábrán az átlagos fedettségi értékeket láthatjuk elhelyezkedés szerint, amelyből jól látható, hogy a fedettségi értékek a levélfonákon kisebbek, mint a levél színén. Az „A” szinten magasabbak, mint a „B” szinten és a szélső sorokon jobb a fedettség, mint a „B” szinten.

21. ábra Átlag / Fedettség elhelyezkedés és fonák/szín szerint (Forrás: Saját, 2023)



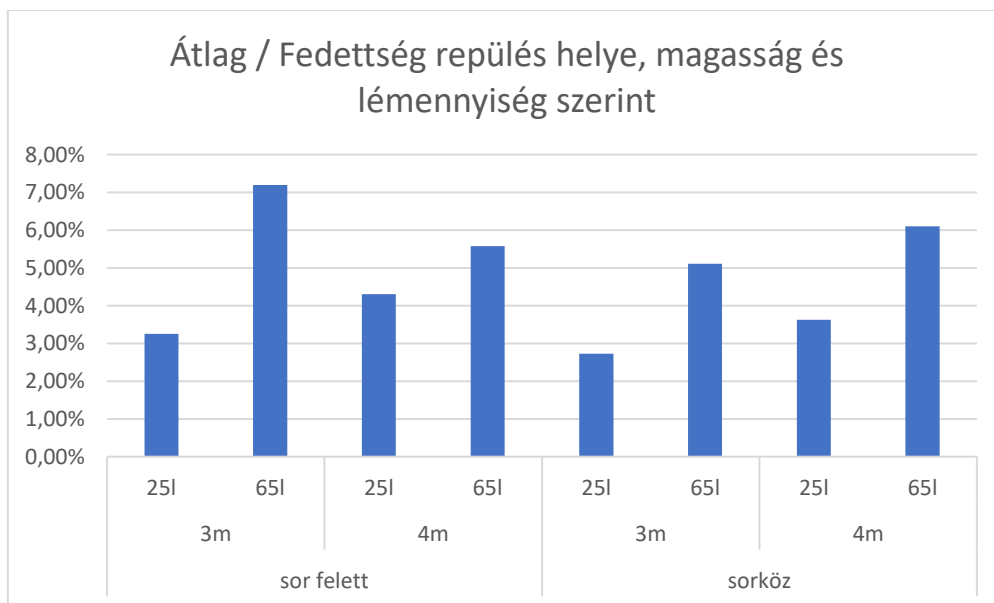
A 22. ábrán a sor közötti illetve sor feletti repülés átlagfedettségi adatait láthatók, amely esetben összehasonlítást befolyásolja, hogy a szélső sor „B” szintjét nem vizsgáltuk. A középben végzett repülés átlagosan jobb fedettséget adott még a „B” szinten is, mint a szélső sorban.

22. ábra Átlag / Fedettség elhelyezkedés és közép/szél szerint (Forrás: Saját, 2023)



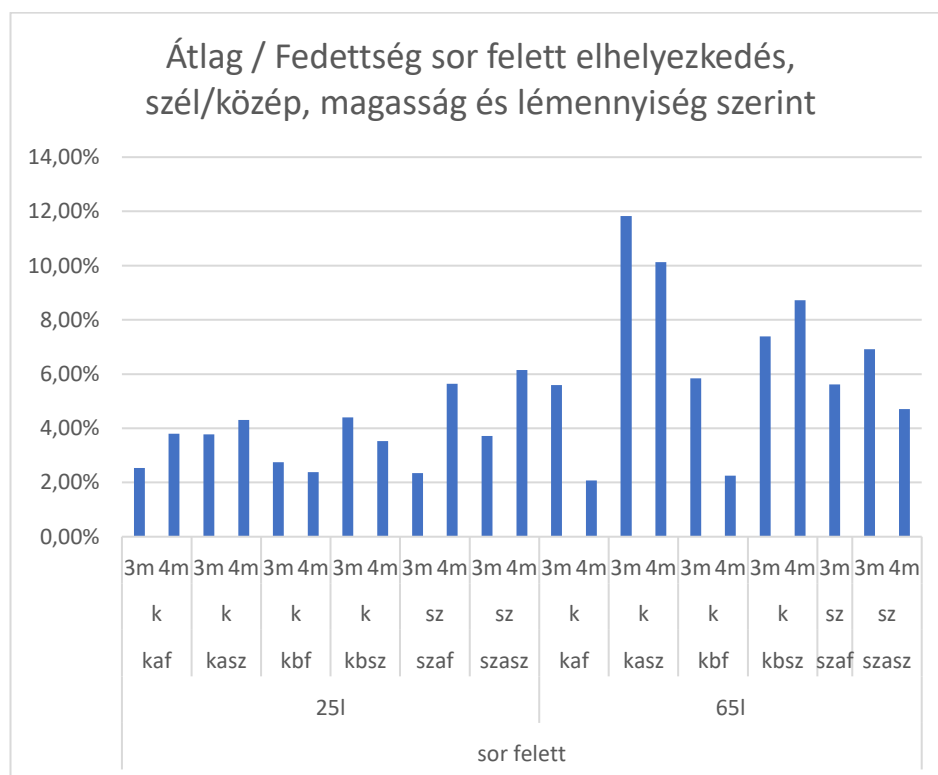
Szólónél felmerül a kérdés, hogy a sor felett vagy a sor közben érdemesebb-e a repülést végezni. A sor feletti és a sor közötti repülések közt 3 méteren egyértelműen nagyobb fedést adnak a sor feletti repülések (3,2% és 7,19%), míg a sorközi repülésnél ez az érték 2,7% és 5,1%. 4 méteren ez nem ennyire egyértelmű (23. ábra). A nagyobb lémenységgel végzett repülésnél a sorközi repülés jobb eredményt ad (6,1%), mint a sor feletti 5,57%.

23. ábra Átlag / Fedettség repülés helye, magasság és lémenység szerint (Forrás: Saját, 2023)



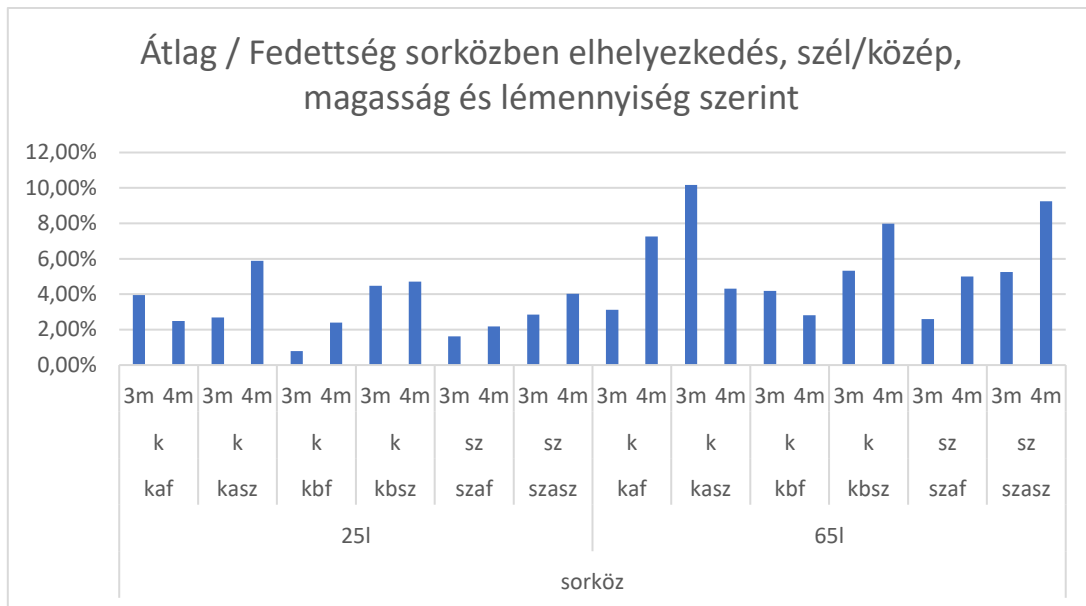
A 24. ábrán a sor feletti kezelésekből adódó átlagos fedések láthatók, ahol nagyobb lémenyiségnél a várt eredményt láthatjuk 3 és 4 méteren is. A középső sor „A” szintjének színe kapta a legtöbb lémenyiséget, a legkevesebbet pedig 3 méternél szélső sor „A” szintje, 4 méternél pedig a „B” szint fonákja. A 25 l/ha-nál viszont 3 méternél a szélső sor „A” szintjének fonákja, míg 4 méteren a szélső sor „A” szintjének színe. A középső sor „A” szintjének színe majdnem harmadik lett a „B” szint színe mögött. Ez valószínűleg a szellőkések miatt volt így, a 4 méteres magasságnál szinte biztos, hogy ez történt.

24. ábra Átlag / Fedettség sor felett elhelyezkedés, szél/közép, magasság és lémenyiség szerint (Forrás: Saját, 2023)



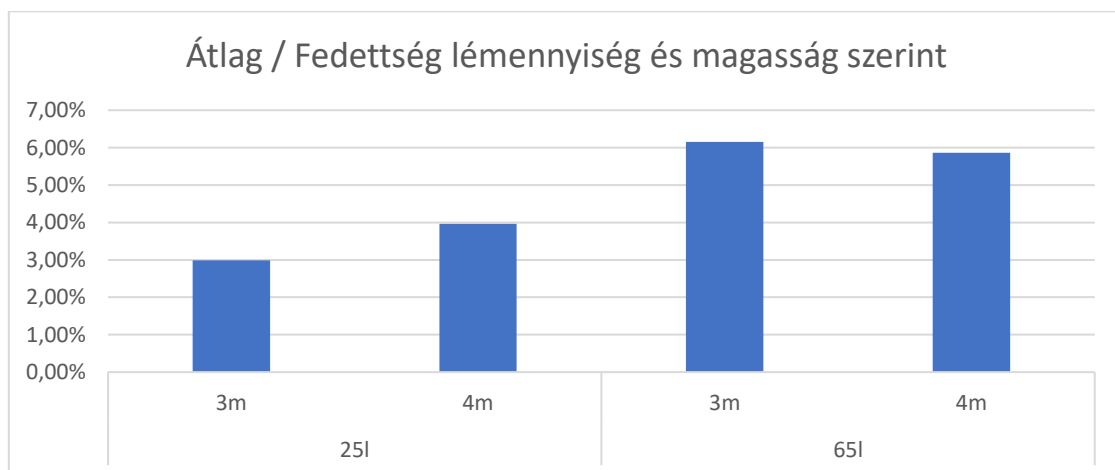
A sorköz permetezésnél ha lehet még érdekesebb eredmények adódtak (25. ábra). A 25 l/ha kezelésnél a középső „B” szint színe volt a legjobban terített. A középső „A” szint színe csak a 4. lett, még az „A” szint fonákja is megelőzte. Itt jól látható, hogy sok tényező befolyásolhatja a permetezés hatékonyságát, nem mindegy milyen levélre kerül a vízerzékeny papír, mekkora az elsodródás stb. A 65 literes permetezésnél 3 méteren a középső „A” szint színe lett a legjobb, ahogy azt várni lehetett, de a 4 méteres szinten a szélső sor „A” szintjének színe lett a legjobban fedett. Ez a magasságból adódó nagyobb elsodródási veszélyre példa.

25. ábra Átlag / Fedettség sorközben elhelyezkedés, szél/közép, magasság és lémmennyiség szerint (Forrás: Saját, 2023)



A magasság és a fedettség összefüggésére (26. ábra) a 25 l/ha mennyiségű permetezésnél a 4 méteres magasság fedettsége jelentősen nagyobb, mint 3 méternél(2,99% és 3,96%), a 65 l/ha mennyiségénél viszont nincs jelentős eltérés (6,15% és 5,86%).

26. ábra Átlag / Fedettség lémmennyiség és magasság szerint (Forrás: Saját, 2023)



3.3. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A legfontosabb következtetés, hogy a kezelés ezekkel a lémenyiségekkel megfelelő lehet szisztémikus szerek kijuttatására, de nem megfelelő a fedettség a kontakt szerekhez, különösen azért nem, mert a fedettségi értékek rosszabbak a fonákon és a „B” szinten. A drónos kezelésnek mindenképpen helye van a szőlőültetvényekben az egyszerűségük és a hatékonyságuk miatt. A 25 literes lémenyiség a kísérlet és a szakirodalom szerint is elegendő a szisztémikus kezeléshez. A lémenyiség eljut az alsóbb szintekre, sőt a szomszédos sorokra is, ami szisztémikus kezelésnél elegendő. Megfelelő időjárási és szélviszonyok között a 4 méteres magasság jobb terítődést biztosít.

Két lehetőséget látok ebben a témában:

1. ***A lémenyiséget növelni kell***, hogy a kontakt szerek is megfelelően takarjanak, de akkor a drón egyik előnye, a logisztika egyszerűsége elveszhet. Meg kellene vizsgálni, hogy 100 l/ha vagy afölötti mennyiségeknél a fedettségi értékek hogyan változnak.
2. ***A technológiát úgy kellene kialakítani, hogy a kontakt kezeléseket elhagyjuk***. Ehhez olyan készítmények kellene, amelyek a teljes időszakban kijuttathatók szisztémikusan. Ez egy nagy témakör, de egyre inkább lehet realitása, pl. létezik szisztémikus rézkészítmény és a kénkészítmény kifejlesztése is folyamatban van.

A kísérlet csak a kezdete egy lehetséges átfogóbb kutatásnak, azonban a rendelkezésre álló idő és források most ennyire voltak elegendőek. Az eredmények látványosak, de egyrészt további finomításra és másrészt sokféle más beállításra, további változók kísérletbe bevonására is szükség lenne.

Fontos lenne a vizsgálatokat egy teljes szezonban tényleges kezelésekkal elvégezni egy kísérleti parcellán. Ott meg lehetne vizsgálni, hogy a lombzatnak, a fűrtöknek és a különböző beállításoknak illetve növényvédelmi készítményeknek milyen hatása van.

Fontos lenne azt megvizsgálni, hogyha a teljes táblát kezeljük, akkor az itt kapott értékek hogyan változnak, azaz, ha nem csak egy irányban reptetjük a drónt, akkor milyen értékek adódnak a kezelésnél. Ebből azt is meg lehetne állapítani, hogy a kezelést milyen térközzel érdemes elvégezni.

Mivel a VORTEX szempontjából fontos a drón sebessége, ezért a sebesség növelése vagy csökkentése különböző eredményeket adhat a különböző beállításoknál.

A további vizsgálatoknál figyelembe kell venni a mostani tapasztalatokat:

- a vízérzékeny lapok elhelyezését át kell gondolni (hogyan, mennyit és hova),
- a repüléshez lehetőleg RTK-t kell használni, nem GNSS-t,
- a lapok feldolgozását minél előbb meg kell kezdeni egy jó minőségű szkennelvel,
- a lapok elemzését jobban ki kell dolgozni, hogy az eredmények még pontosabbak legyenek, érdemes lenne a vízpettyeket is összeszámolni, lehetőleg valamilyen applikáció segítségével.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatom témája egy aktuális, sokakat érintő és érdeklő téma, amely azért fontos számomra, mert magam is szeretnék drónos szolgáltatást nyújtani és egy borvidék közepén lakom (Eger).

A permetezés minősége alapvetően meghatározza a termesztési technológia sikerességét, ezért körültekintően kell megtervezni és végrehajtani. A drónos permetezés egyre elterjedtebbé válik Európában és a világban, ezért érdemes ennek lehetőségét megvizsgálni. A szőlőültetvények drónos permetezésének vizsgálatára meglepően kevés példa van, pedig az indokoltságához nem fér kétség.

A szőlőültetvények különösen érzékenyek a különféle betegségekre és évszaktól függően sok kezelésre lehet szükség, ami nagy kihívás a termelőknek, mivel a kezelések számos akadályt állíthatnak a gazdák elé. Ezek egy részére jó megoldás a drón használata.

Kísérletünkben egy jól kezelt, beállt ültetvényen vizsgáltuk a drónos kezelések hatását. A vizsgálat tárgya az volt, hogy eldöntsük, hogy a sor közötti vagy a sor feletti kezelések hatékonyabbak valamint a repülési magasság és a lémenység mennyiben befolyásolja a kezelés hatékonyságát. A vizsgálatot vízérzékeny papírral végeztük 3-4 méteres magasságban, sor feletti, sor közötti kezeléssel, valamint 25 és 65 literes lémenységgel. A kísérlet eredménye, hogy a legjobb eredményt a 3 méteres 65 literes kezelés adja, sor közötti repüléssel. A legfontosabb és legnagyobb eltérés mutató érték a lémenység volt, ezen kívül fontos a levélszint és levél színe/fonákjának borítottságát vizsgálni. A kísérlet azt mutatja, hogy ezekkel a lémenységekkel a szisztémikus kezelések eredményesen elvégezhetőek (mindenhova jut lé), míg a kontakt kezelések további vizsgálatot kívánnak, mert a teljes fedettség ilyen módon nem oldható meg.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet kívánom kifejezni mindenkinek, aki segítette a dolgozat elkészítését és türelmesen kivárták, amíg kitaláltam, amit szerettem volna.

Külön szeretném megköszönni Dr Ambrus Andrea egyetemi docensnek, hogy elvállalta, hogy konzulensem lesz, a feleségemnek Natáliának, hogy türelmes volt és sok mindent leírt a kísérleteknél, ami nekem nem jutott eszembe valamint segített a kísérlet kivitelezésében. Köszönöm továbbá Kiss Zsoltnak, aki érdeklődően segítette a munkámat és rendelkezéseimre bocsátotta a szőlőterületét a kísérlethez. Köszönöm Störk Józsefnek, hogy tanácsokkal látott el hol keressek szakirodalmat és megosztotta tapasztalatait a dolgozatírás rejtélyeiről. Köszönöm Hársfalvi Tímeának, aki segített az elemzés elkészítésében.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. EFSA (European Food Safety Authority), Carrasco Cabrera, L., Medina Pastor, P., 2021. The 2019 European Union report on pesticide residues in food. EFSA J. 19, e06491. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6491>.
2. A peszticidek fenntartható használatának elérését célzó közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról szóló 2009/128/EK számú EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE [Az Európai Parlament és a Tanács 2009/128/EK irányelve \(2009. október 21.\) a peszticidek fenntartható használatának elérését célzó közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról EGT-vonatkozású szöveg \(europa.eu\)](#)
3. COM(2019) 640 final A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, AZ EURÓPAI TANÁCSNAK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK Az európai zöld megállapodás [pdf \(europa.eu\)](#)
4. He, Y., Xiao, S., Fang, H., Dong, T., Tang, Y., Nie, P., et al. (2018). Development situation and spraying decision of spray nozzle for plant protection UAV. Transac. Chin. Soc. Agric. Eng. 34, 113–124. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.13.014
5. Zhang, Y., Huang, X., Lan, Y., Wang, L., Lu, X., Yan, K., et al. (2021). Development and prospect of UAV-based aerial electrostatic spray technology in China. Appl. Sci. 11:4071. doi: 10.3390/app11094071
6. Reger, M., Bauerdick, J., and Bernhardt, H. (2018). Drones in agriculture: current and future legal status in Germany, the EU, the USA and Japan. Landtechnik 73, 62–79. doi: 10.15150/lt.2018.3183
7. Bloise, N., Ruiz, M. C., D’Ambrosio, D., and Guglieri, G. (2020). “Preliminary design of a remotely piloted aircraft system for crop-spraying on vineyards,” in Proceedings of the 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor). (Trento: IEEE), 1–6. doi: 10.1109/MetroAgriFor50201.2020.9277607
8. Delpuech, X., Gorioux, H., and Pouxviel, G. (2022). Évaluation de la Qualité de la Pulvérisation par Drone en Vignoble de forte pente: Article Prenant sa Source de l’article “Pulvérisation par Drone en vignoble de forte pente”(Phytoma-La santé des

végétaux n° 741, février 2021). Paris: vine and wine. doi: 10.20870/IVES-TR.2022.5402

9. Wang, G., Han, Y., Li, X., Andaloro, J., Chen, P., Hoffmann, W. C., et al. (2020). Field evaluation of spray drift and environmental impact using an agricultural unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer. *Sci. Total Environ.* 737:139793. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139793
10. Morales-Rodríguez, P. A., Cano Cano, E., Villena, J., and López-Perales, J. A. (2022). A comparison between conventional sprayers and new UAV sprayers: A study case of vineyards and olives in extremadura (Spain). *Agronomy* 12:1307. doi: 10.3390/agronomy12061307
11. Yan, X., Yuan, H., Chen, Y., Shi, X., Liu, X., Wang, Z., et al. (2022). Broadcasting of tiny granules by drone to mimic liquid spraying for the control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). *Pest Manag. Sci.* 78, 43–51. doi: 10.1002/ps. 6604
12. Meng, Y., Lan, Y., Mei, G., Guo, Y., Song, J., Wang, Z. G., et al. (2018). Effect of aerial spray adjuvant applying on the efficiency of small unmanned aerial vehicle for wheat aphids control. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 11, 46–53. doi: 10.25165/j.ijabe.20181105.4298
13. Meng, Y., Zhong, W., Liu, Y., Wang, M., and Lan, Y. (2022b). Droplet Distribution of an Autonomous UAV-Based Sprayer in Citrus Tree Canopy. Bristol: IOP Publishing. doi: 10.1088/1742-6596/2203/1/012022
14. Wang, C., Liu, Y., Zhang, Z., Han, L., Li, Y., Zhang, H., et al. (2022). Spray performance evaluation of a six-rotor unmanned aerial vehicle sprayer for pesticide application using an orchard operation mode in apple orchards. *Pest Manag. Sci.* 78, 2449–2466. doi: 10.1002/ps.6875
15. Chen, P., Lan, Y., Huang, X., Qi, H., Wang, G., Wang, J., et al. (2020b). Droplet deposition and control of planthoppers of different nozzles in two-stage rice with a quadrotor unmanned aerial vehicle. *Agronomy* 10:303. doi: 10.3390/agronomy10020303
16. Yu, K., Liu, Y., Gong, Z., Liang, Y., Du, L., Zhang, Z., et al. (2022). Chemical topping improves the efficiency of spraying harvest aids using unmanned aerial vehicles in high-density cotton. *Field Crops Res.* 283:108546. doi: 10.1016/j.fcr. 2022.108546

17. Wang, C., He, X., Zeng, A., Herbst, A., and Wanlin, G. (2020a). Measuring method and experiment on spray drift of chemicals applied by uav sprayer based on an artificial orchard test bench. *Transac. Chin. Soc. Agric. Eng.* 36, 56–66. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2020.13.007
18. Chen, H., Lan, Y., Fritz, B. K., Hoffmann, W. C., and Liu, S. (2021). Review of agricultural spraying technologies for plant protection using unmanned aerial vehicle (UAV). *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 14, 38–49. doi: 10.25165/j.ijabe.20211401. 5714
19. Wang, Z., Hussain, M., Huang, G., Yin, J., Guo, Y., Mo, Y., et al. (2022). Better droplet deposition and internode shortening effects of plant growth regulator EDAH on maize applied by small unmanned aerial vehicle than electric knapsack sprayer. *Agriculture* 12:404. doi: 10.3390/agriculture12030404
20. Liu, Q., Chen, S., Wang, G., and Lan, Y. (2021). Drift evaluation of a quadrotor unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer: effect of liquid pressure and wind speed on drift potential based on wind tunnel test. *Appl. Sci.* 11:7258. doi: 10.3390/app11167258
21. Wang, G., Lan, Y., Yuan, H., Qi, H., Chen, P., Ouyang, F., et al. (2019). Comparison of spray deposition, control efficacy on wheat aphids and working efficiency in the wheat field of the unmanned aerial vehicle with boom sprayer and two conventional knapsack sprayers. *Appl. Sci.* 9. doi: 10.3390/app9020218
22. Chen, H., Lan, Y., Fritz, B. K., Hoffmann, W. C., and Liu, S. (2021). Review of agricultural spraying technologies for plant protection using unmanned aerial vehicle (UAV). *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 14, 38–49. doi: 10.25165/j.ijabe.20211401. 5714
23. Chen, P., Ouyang, F., Wang, G., Qi, H., Xu, W., Yang, W., et al. (2021). Droplet distributions in cotton harvest aid applications vary with the interactions among the unmanned aerial vehicle spraying parameters. *Ind. Crop. Prod.* 163:113324. doi: 10.1016/j.indcrop.2021.113324
24. Esau, T.J.; Zaman, Q.U.; Chang, Y.K.; Schumann, A.W.; Percival, D.C.; Farooque, A.A. Spot-application of fungicide for wild blueberry using an automated prototype variable rate sprayer. *Precis. Agric.* 2014, 15, 147–161.
25. Jejčič, V.; Godeša, T.; Hočevcar, M.; Širok, B.; Malneršič, A.; Štancar, A.; Lešnik, M.; Stajnko, D. Design and testing of an ultrasound system for targeted spraying in orchards. *Stroj. Vestn. J. Mech. Eng.* 2011, 57, 587–598.

26. Whitney, J.D.; Salyani, M.; Churchill, D.B.; Knapp, J.L.; Whiteside, J.O.; Littell, R.C. A field investigation to examine the effects of sprayer type, ground speed, and volume rate on spray deposition in Florida citrus. *J. Agric. Eng. Res.* 1989, 42, 275–283.
27. Salyani, M.D.; Whitney, J. Ground speed effect on spray deposition inside citrus trees. *Trans. ASAE* 1990, 33, 361–366.
28. Derksen, R.C.; Zhu, H.; Fox, R.D.; Brazee, R.D.; Krause, C.R. Coverage and drift produced by air induction and conventional hydraulic nozzles used for orchard applications. *Trans. ASABE* 2007, 50, 1493–1501.
29. Derksen, R.C.; Gray, R.L. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchard sprayers. *Trans. ASAE* 1995, 38, 5–11.
30. Wandkar, S.V.; Bhatt, Y.C.; Jain, H.K.; Dhande, K.G. Performance evaluation of newly developed variable rate sprayer for spray deposition in guava orchard. *Int. J. Plant. Prot.* 2017, 10, 96–102.
31. Jong, A.D.; Michielsen, J.M.G.P.; Stallinga, H.; Van De Zande, J.C. Effect of sprayer boom height on spray drift. *Comm. Agric. Appl. Biol. Sci.* 2000, 65, 919–930.
32. ASAE ANSI/ASABE (2020). Spray nozzle classification by droplet spectra. Standard 572.3. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
33. He, Y., Xiao, S., Fang, H., Dong, T., Tang, Y., Nie, P., et al. (2018). Development situation and spraying decision of spray nozzle for plant protection UAV. *Transac. Chin. Soc. Agric. Eng.* 34, 113–124. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.13.014
34. Al Heidary, M., Douzals, J. P., Sinfort, C., and Vallet, A. (2014). Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: a literature review. *Crop Prot.* 63, 120–130. doi: 10.1016/j.cropro.2014.05.006
35. Tang, Q., Chen, L., Zhang, R., Deng, W., Xu, M., Xu, G., et al. (2021). Effects of application height and crosswind on the crop spraying performance of unmanned helicopters. *Comput. Electron. Agric.* 181:105961. doi: 10.1016/j.compag.2020.105961
36. Zhou Y E, Xu G H, Shi Y J. High-resolution numerical research on formation and evolution mechanism of rotor blade tip vortex. *Acta Aeronaut. Astronaut. Sin.*, 2017; 38(7): 43–53. (in Chinese)

37. Li J Y, Lan Y B, Shi Y Y. Research progress on airflow characteristics and field pesticide application system of rotary-wing UAV. *Trans CSAE*, 2018; 34(12): 104–118. (in Chinese)
38. Wang J F, Xu W B, Wen J L, Wang X Y, Luo B T. Numerical simulation on gas-liquid phase flow of large-scale plant protection unmanned aerial vehicle spraying. *Trans CSAM*, 2017; 48(9): 62–69. (in Chinese)
39. Xu W B, Wang J F, Wen J L, Wang X Y. Numerical simulation for downwash flow field of large-size plant protection unmanned helicopter hedgehopping. *Journal of Jiangsu University*, 2017; 38(6): 665–671. (in Chinese)
40. A. Biglia, M. Grella et al. UAV-spray application in vineyards: Flight modes and spray system adjustment effects on canopy deposit, coverage, and off-target losses, *Science of the Total Environment*, 2022

3. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra Hidraulikus fúvókák. (A) üreges kúpos fúvóka (TR80-02c, Lechler) (B) lapos sugarú fúvóka (HYPRO 110-015) (C) légbeszívásos lapos sugarú fúvóka (IDK 120-01, Lechler) Forrás: Chen et al., 2022)	9
2. ábra A rotor és a fúvóka egymáshoz viszonyított elhelyezkedése (A) A rotor alatt a géptest felé (DJI T30) (B) a rotor alatt (Tuogong 3WWDZ) (C) a rotor alatt (XAG P30) (D) karos kialakítás (SCAU kongzhongbaoma) (Forrás: Chen et al., 2022)	11
3. ábra A DJI AGRAS T30 UAV sematikus rajza a radarok működési szögeivel és fényképe (Forrás: DJI AGRAS T30 kezelési útmutató)	14
- 4. ábra DJI AGRAS T30 modell (Forrás: saját kép, 2023)	15
5. ábra A vízérzékeny lap becsomagolt állapotban (Forrás: saját kép, 2023).....	17
6. ábra XR11001VS egy lapos sugarú fúvóka XR 110° (Forrás: Chen et al., 2022).....	18
7. ábra A kísérleti terület helye a Google Maps-en és a terület drónról készült fényképe (Forrás: googlemaps.com).....	19
8. ábra Drónfelvétel az egri kísérleti területről (Forrás. Saját kép, 2023).....	19
9. ábra A kísérlet első napján mért környezeti adatok (Forrás: UAV forecast applikáció–2023. 10. 04).....	20
10. ábra A kísérlet 2. napján mért környezeti adatok (UAV forecast applikáció–2023.10.13)	21
11. ábra A kísérleti repülés beállításai (Forrás: saját, 2023).....	22
12. ábra A kísérleti „A” és „B” szint kijelölése valamint a felhelyezett vízérzékeny lapkák (Forrás: saját kép, 2023)	23
13. ábra A szőlőre felhelyezett vízérzékeny lapkák (Forrás: saját kép, 2023)	23
14. ábra A beszkenelt vízérzékeny lapkák az egyik beállításnál (sor felett 4m 25 l/ha) (Forrás: saját kép, 2023)	25
15. ábra Átlagfedettség lémenyiség szerint (Forrás saját, 2023).....	26
16. ábra Átlagfedettség a levél színére és fonákjára vonatkoztatva (Forrás: saját, 2023)..	27
17. ábra Átlagfedettség magasság szerint (Forrás: Saját, 2023)	27
18. ábra Átlagfedettség az "A" és "B" szint viszonylatában	28
19. ábra Átlagfedettség sor/sorköz szerint (Forrás: Saját, 2023).....	28

20. ábra Átlagfedettség közép/szél szerint (Forrás: Saját, 2023)	29
21. ábra Átlag / Fedettség elhelyezkedés és fonák/szín szerint (Forrás: Saját, 2023)	29
22. ábra Átlag / Fedettség elhelyezkedés és közép/szél szerint (Forrás: Saját, 2023)	30
23. ábra Átlag / Fedettség repülés helye, magasság és lémenyiség szerint (Forrás: Saját, 2023).....	30
24. ábra Átlag / Fedettség sor felett elhelyezkedés, szél/közép, magasság és lémenyiség szerint (Forrás: Saját, 2023)	31
25. ábra Átlag / Fedettség sorközben elhelyezkedés, szél/közép, magasság és lémenyiség szerint (Forrás: Saját, 2023).....	32
26. ábra Átlag / Fedettség lémenyiség és magasság szerint (Forrás: Saját, 2023)	32

4. MELLÉKLET

Sorszám	Kép megnevezése	Hol repül	magasság	lémennység	elhelyezkedés	szél/közép	szint	szín/fonák	Fedettség
1	Sor felett 3m 25l - kasz	sor felett	3m	25l	kasz	k	a	sz	3,77%
2	Sor felett 3m 25l - kaf	sor felett	3m	25l	kaf	k	a	f	2,53%
3	Sor felett 3m 25l - kbsz	sor felett	3m	25l	kbsz	k	b	sz	4,40%
4	Sor felett 3m 25l - kbf	sor felett	3m	25l	kbf	k	b	f	2,75%
5	Sor felett 3m 25l - szasz	sor felett	3m	25l	szasz	sz	a	sz	3,72%
6	Sor felett 3m 25l - szaf	sor felett	3m	25l	szaf	sz	a	f	2,35%
7	sor felett 4m 25 l - kasz	sor felett	4m	25l	kasz	k	a	sz	4,30%
8	sor felett 4m 25 l - kaf	sor felett	4m	25l	kaf	k	a	f	3,80%
9	sor felett 4m 25 l - kbsz	sor felett	4m	25l	kbsz	k	b	sz	3,53%
10	sor felett 4m 25 l - kbf	sor felett	4m	25l	kbf	k	b	f	2,38%
11	sor felett 4m 25 l - szasz	sor felett	4m	25l	szasz	sz	a	sz	6,15%
12	sor felett 4m 25 l - szaf	sor felett	4m	25l	szaf	sz	a	f	5,65%
13	Sor felett 4m 65l - kasz	sor felett	4m	65l	kasz	k	a	sz	10,13%
14	Sor felett 4m 65l - kaf	sor felett	4m	65l	kaf	k	a	f	2,07%
15	Sor felett 4m 65l - kbsz	sor felett	4m	65l	kbsz	k	b	sz	8,72%
16	Sor felett 4m 65l - kbf	sor felett	4m	65l	kbf	k	b	f	2,25%
17	Sor felett 4m 65l - szasz	sor felett	4m	65l	szasz	sz	a	sz	4,71%
18	Sorköz 3m 65l 1- kasz	sorköz	3m	65l	kasz	k	a	sz	10,17%
19	Sorköz 3m 65l 1 - kaf	sorköz	3m	65l	kaf	k	a	f	3,11%
20	Sorköz 3m 65l 1 - kbsz	sorköz	3m	65l	kbsz	k	b	sz	5,32%
21	Sorköz 3m 65l 1 - kbf	sorköz	3m	65l	kbf	k	b	f	4,18%
22	Sorköz 3m 65l 1 - szasz	sorköz	3m	65l	szasz	sz	a	sz	5,26%
23	Sorköz 3m 65l 1 - szaf	sorköz	3m	65l	szaf	sz	a	f	2,59%
24	Sor között 3m 25l - kasz	sorköz	3m	25l	kasz	k	a	sz	2,69%
25	Sor között 3m 25l - kaf	sorköz	3m	25l	kaf	k	a	f	3,95%

26	Sor között 3m 25l - kbsz	sorköz	3m	25l	kbsz	k	b	sz	4,48%
27	Sor között 3m 25l - kbf	sorköz	3m	25l	kbf	k	b	f	0,79%
28	Sor között 3m 25l - szasz	sorköz	3m	25l	szasz	sz	a	sz	2,86%
29	Sor között 3m 25l - szaf	sorköz	3m	25l	szaf	sz	a	f	1,62%
30	Sor köz 4m 25l - kasz	sorköz	4m	25l	kasz	k	a	sz	5,89%
31	Sor köz 4m 25l - kaf	sorköz	4m	25l	kaf	k	a	f	2,49%
32	Sor köz 4m 25l - kbsz	sorköz	4m	25l	kbsz	k	b	sz	4,72%
33	Sor köz 4m 25l - kbf	sorköz	4m	25l	kbf	k	b	f	2,41%
34	Sor köz 4m 25l - szasz	sorköz	4m	25l	szasz	sz	a	sz	4,03%
35	Sor köz 4m 25l - szaf	sorköz	4m	25l	szaf	sz	a	f	2,19%
36	Sor köz 4m 65l 6,5 kmh - kasz	sorköz	4m	65l	kasz	k	a	sz	4,31%
37	Sor köz 4m 65l 6,5 kmh -kaf	sorköz	4m	65l	kaf	k	a	f	7,26%
38	Sor köz 4m 65l 6,5 kmh - kbsz	sorköz	4m	65l	kbsz	k	b	sz	7,97%
39	Sor köz 4m 65l 6,5 kmh - kbf	sorköz	4m	65l	kbf	k	b	f	2,82%
40	Sor köz 4m 65l 6,5 kmh - szasz	sorköz	4m	65l	szasz	sz	a	sz	9,26%
41	Sor köz 4m 65l 6,5 kmh - szaf	sorköz	4m	65l	szaf	sz	a	f	4,99%
42	sor felett 3m 65 l 2 - kasz	sor felett	3m	65l	kasz	k	a	sz	11,83%
43	sor felett 3m 65 l 2 - kaf	sor felett	3m	65l	kaf	k	a	f	5,59%
44	sor felett 3m 65 l 2 - kbsz	sor felett	3m	65l	kbsz	k	b	sz	7,38%
45	sor felett 3m 65 l 2 - kbf	sor felett	3m	65l	kbf	k	b	f	5,84%
46	sor felett 3m 65 l 2 - szasz	sor felett	3m	65l	szasz	sz	a	sz	6,92%
47	sor felett 3m 65 l 2 - szaf	sor felett	3m	65l	szaf	sz	a	f	5,62%

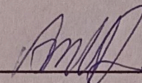
NYILATKOZAT

Beszteri István (hallgató Neptun azonosítója: V1JXDF) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő, 2023 év október hó 31 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Beszteri István
A Hallgató Neptun kódja: V1JXDF
A dolgozat címe: SZŐLŐÜLTETVÉNYEK DRÓNOS PERMETEZÉSI LEHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Precíziós gazdálkodási és Agrárdigitalizációs Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

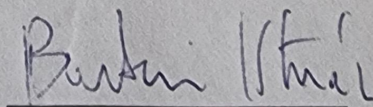
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: Gödöllő, 2023 év október hó 31 nap



Hallgató aláírása

SZŐLŐÜLTETVÉNYEK DRÓNOS PERMETEZÉSI LEHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

BESZTERI ISTVÁN

PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI SZAKMÉRNÖK szakirányú továbbképzési szak LEVELEZŐ
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET – TALAJTANI TANSZÉK

Belső témavezető: Dr. Ambrus Andrea egyetemi docens

A szakdolgozatom témája egy aktuális, sokakat érintő és érdeklő téma, amely azért fontos számomra, mert magam is szeretnék drónos szolgáltatást nyújtani és egy borvidék közepén lakom (Eger). A permetezés minősége alapvetően meghatározza a termesztési technológia sikerességét, ezért körültekintően kell megtervezni és végrehajtani. A drónos permetezés egyre elterjedtebbé válik Európában és a világban, ezért érdemes ennek lehetőségét megvizsgálni. A szőlőültetvények drónos permetezésének vizsgálatára meglepően kevés példa van, pedig az indokoltságához nem fér kétség. A szőlőültetvények különösen érzékenyek a különféle betegségekre és évjárártól függően sok kezelésre lehet szükség, ami nagy kihívás a termelőknek, mivel a kezelések számos akadályt állíthatnak a gazdák elé. Ezek egy részére jó megoldás a drón használata. Kísérletünkben egy jól kezelt, beállt ültetvényen vizsgáltuk a drónos kezelések hatását. A vizsgálat tárgya az volt, hogy eldöntsük, hogy a sor közötti vagy a sor feletti kezelések hatékonyabbak valamint a repülési magasság és a lémenyiség mennyiben befolyásolja a kezelés hatékonyságát. A vizsgálatot vízérzékeny papírral végeztük 3-4 méteres magasságban, sor feletti, sor közötti kezeléssel, valamint 25 és 65 literes lémenyiséggel. A kísérlet eredménye, hogy a legjobb eredményt a 3 méteres 65 literes kezelés adja, sor közötti repüléssel. A legfontosabb és legnagyobb eltérés mutató érték a lémenyiség volt, ezen kívül fontos a levélszint és levél színe/fonákjának borítottságát vizsgálni. A kísérlet azt mutatja, hogy ezekkel a lémenyiségekkel a szisztémikus kezelések eredményesen elvégezhetőek (mindenhova jut lé), míg a kontakt kezelések további vizsgálatot kívánnak, mert a teljes fedettség ilyen módon nem oldható meg.