

PANNON EGYETEM
GEORGIKON KAR

ÁLLAT- ÉS AGRÁRKÖRNYEZET-TUDOMÁNYI
DOKTORI ISKOLA
Környezettudományok Tudományág

Iskolavezető:
Dr. habil. Anda Angéla
Az MTA doktora

Témavezető:
Dr. Pályi Béla tanszékvezető
egyetemi docens

NÖVÉNYVÉDELMI GÉPEK TISZTÍTÁSA SORÁN
KELETKEZŐ KONCENTRÁLT TERHELÉSEK ÉS
ELJÁRÁSTECHNIKAI ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Készítette:
Sándor Tamás

DOI: 10.18136/PE.2014.548

KESZTHELY
2014

**NÖVÉNYVÉDELMI GÉPEK TISZTÍTÁSA SORÁN KELETKEZŐ
KONCENTRÁLT TERHELÉSEK ÉS ELJÁRÁSTECHNIKAI
ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
*a Pannon Egyetem Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi
Doktori Iskolájához tartozóan*.

Írta:
Sándor Tamás

**Készült a Pannon Egyetem Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori iskolája/
programja/alprogramja keretében

Témavezető: Dr. Pályi Béla, egyetemi docens (PhD)

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)**

A jelölt a doktori szigorlaton%-ot ért el,

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem

.....

(aláírás)

Bíráló neve:) igen /nem

.....

(aláírás)

***Bíráló neve:) igen /nem

.....

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el.

Veszprém/Keszthely,

.....
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDHT elnöke

Megjegyzés: a * közötti részt az egyéni felkészülők, a ** közötti részt a képzésben résztvevők használják, *** esetleges

Tartalomjegyzék

KIVONAT	7
ABSTRACT	8
ABSTRAKT	9
1. BEVEZETÉS	10
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	12
2.1. A NÖVÉNYVÉDELEM ÉS ALKALMAZÁSTECHNIKÁJÁNAK FEJLŐDÉSE	12
2.1.1. ÓKOR	13
2.1.2. KÖZÉPKOR	13
2.1.3. ÚJKOR	14
2.2. A VEGYSZERES NÖVÉNYVÉDELEM TECHNOLÓGIAI FEJLŐDÉSE	15
2.2.1. NÖVÉNYVÉDŐ GÉPEK ÉS RENDSZEREINEK FEJLŐDÉSE	16
2.2.2. KÖZVETLEN HATÓANYAG ADAGOLÁS	16
2.2.3. NÖVÉNYÉRZÉKELÉSES PERMETEZÉS, VALÓS IDEJŰ KIJUTTATÁS.....	17
2.2.4. VESZTESÉGEK CSÖKKENTÉSE.....	19
2.2.4.1. Szélarányos permetezés	20
2.2.4.2. Légzsákos permetezőgépek.....	20
2.2.5. SZABÁLYOZÓ- ÉS VEZÉRLŐRENDSZEREK.....	22
2.2.5.1. GPS a növényvédelemben.....	22
2.2.5.2. GIS alapú növényvédő szer kijuttatás	24
2.2.5.3. Dózisszabályozók.....	26
2.2.6. ÚJ SZÓRÓFEJ KONSTRUKCIÓK.....	28
2.2.7. NÖVÉNYVÉDELMI GÉPEK KARBANTARTÁSA	28
2.2.8. ÖBLÍTŐ- (TISZTAVIZES) TARTÁLY	29
2.2.9. VEGYSZERBEMOSÓ TARTÁLY	29
2.2.10. AZ ELKÖVETKEZŐ IDŐSZAK FŐ FEJLESZTÉSI IRÁNYAI	31
2.3. KÖRNYEZETI TERHELÉSEK	31
2.3.1. A KÁROSÍTÓ ANYAGOK FELDÚSULÁSI LEHETŐSÉGEI	33
2.3.2. TALAJTERHELÉSEK.....	34
2.3.2.1. A biocidok.....	35
2.3.2.2. Herbicidek (gyomirtószer) hatásai	35
2.3.2.3. Fungicidek (gombaölőszer) jellemzői és veszélyei.....	35
2.3.2.4. Inszekticidek (rovarölőszer) terhelései.....	36
2.4. NÖVÉNYVÉDELMI GÉPEK MŰSZAKI, KÖRNYEZETVÉDELMI KÖVETELMÉNYEI, A GÉPEK MINŐSÍTÉSE, VIZSGÁLATA	36

2.4.1.	NÖVÉNYVÉDELMI GÉPEK MINŐSÍTÉSE	37
2.4.1.1.	Növényvédő gépek minősítése Európában	37
2.4.1.2.	Növényvédő gépek típusminősítése Magyarországon	38
2.4.1.3.	Európai megfelelés új növényvédelmi gépek esetében	43
2.4.2.	ÜZEMELŐ PERMETEZŐGÉPEK IDŐSZAKOS FELÜLVIZSGÁLATA	44
2.4.2.1.	Permetezőgépek időszakos felülvizsgálata Európában	44
2.4.2.2.	Permetezőgépek időszakos felülvizsgálata Magyarországon.....	45
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER	48
3.1.	AZ ISO 22368 SZABVÁNY KELETKEZÉSE ÉS TARTALMA ..	48
3.1.1.	ISO 22368-1:2004 – A PERMETEZŐGÉPEK TELJES BELSŐ TISZTÍTÁSA	50
3.1.2.	ISO 22368-2:2004 – A PERMETEZŐGÉPEK KÜLSŐ FELÜLETÉNEK TISZTÍTÁSA	51
3.1.2.1.	„A” mérés – megismételhető külső szennyezés előállítása.....	51
3.1.2.2.	„B” mérés – külső felület tisztítóberendezéseinek hatékonyságának megállapítása...	53
3.1.3.	ISO 22368-3:2004 – A PERMETEZŐGÉP TARTÁLYÁNAK BELSŐ TISZTÍTÁSA	54
3.2.	A PERMETEZŐGÉP TARTÁLYTISZTÍTÓ BERENDEZÉSEINEK HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATAI (ISO 22368-3:2004)	55
3.2.1.	A REFERENCIAFOLYADÉK MEGHATÁROZÁSA	55
3.2.2.	PERMETEZŐGÉP KIVÁLASZTÁSA A KÍSÉRLETEKHEZ.....	56
3.2.3.	A TISZTÍTÓRENDSZER KIALAKÍTÁSA A VIZSGÁLATOKHOZ.....	57
3.2.4.	A FELHASZNÁLT NÖVÉNYVÉDŐSZER ÚJRAHASZNOSÍTÁSA	58
3.2.5.	A PERMETEZŐGÉPEK MOSÓFÚVÓKÁI	59
3.2.6.	A MÉRÉS FOLYAMATA	61
3.2.7.	A STANDARDOK, VALAMINT A MINTÁK ELŐKÉSZÍTÉSE ÉS A KONCENTRÁCIÓK MEGÁLLAPÍTÁSA.....	63
3.3.	A PERMETEZŐGÉPEK KÜLSŐ FELÜLETÉNEK TISZTÍTÁSA, „A” MÉRÉSI MÓDSZER – MEGISMÉTELHETŐ SZENNYEZŐDÉS ELŐÁLLÍTÁSA (ISO 22368-2:2004)	67
3.3.1.	A REFERENCIAFOLYADÉK MEGHATÁROZÁSA	67
3.3.2.	PERMETEZŐGÉP KIVÁLASZTÁSA A MÉRÉSHEZ	67
3.3.3.	KÍSÉRLETI PÁLYA KIALAKÍTÁSA ÉS A MÉRÉSI FOLYAMAT PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA	68
3.3.4.	A MÉRÉS FOLYAMATA	70
3.3.5.	A STANDARDOK, VALAMINT A MINTÁK ELŐKÉSZÍTÉSE ÉS A KONCENTRÁCIÓK MEGÁLLAPÍTÁSA.....	72
3.4.	A MÉRÉSEK KIÉRTÉKELÉSÉHEZ ALKALMAZOTT STATISZTIKAI MÓDSZEREK	75
3.4.1.	VARIANCIAANALÍZIS	75
3.4.2.	KÉT MENNYISÉGI ISMÉRV KÖZÖTTI KORRELÁCIÓ ÉS REGRESSZIÓ SZÁMÍTÁSA.....	76
3.4.3.	LINEÁRIS REGRESSZIÓ ÉS KORRELÁCIÓ MÉRÉSE	77
3.4.4.	A NEM-LINEÁRIS KÉTVALTOZÓS REGRESSZIÓS KAPCSOLATOK.....	77

3.4.5.	KAPCSOLAT SZOROSSÁGÁNAK MÉRÉSE KÉTVÁLTOZÓS KAPCSOLATOKNÁL.....	78
3.4.6.	AZ IBM SPSS STATISTICS PROGRAMRENDSZER RÖVID ISMERTETÉSE.....	78
4.	EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK.....	80
4.1.	A MÉRÉSEK SORÁN FELMERÜLT NEHÉZSÉGEK.....	80
4.1.1.	A BELSŐ TISZTÍTÁS HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATAI.....	80
4.1.2.	A TARTÁLY KÜLSŐ FELÜLETÉN LERAKÓDÓ SZERMENNYISÉG FELMÉRÉSE.....	81
4.2.	BELSŐ TISZTÍTÁSI HATÉKONYSÁG VIZSGÁLATAINAK EREDMÉNYEI.....	81
4.2.1.	A REFERENCIAFOLYADÉK VISELKEDÉSE ÉS FELHASZNÁLÁSA.....	81
4.2.2.	TISZTÍTÓFÚVÓKÁK VISELKEDÉSE.....	82
4.2.3.	A SZABVÁNY ÁLTAL KAPOTT EREDMÉNYEK.....	83
4.2.4.	STATISZTIKAI SZÁMÍTÁSOK KIÉRTÉKELÉSE.....	84
4.3.	A PERMETEZŐGÉP KÜLSŐ FELÜLETÉN LERAKÓDÓ SZERMENNYISÉG FELMÉRÉSÉNEK EREDMÉNYEI.....	88
4.3.1.	A PERMETEZŐGÉP AXIÁL VENTILÁTORÁNAK BEFOLYÁSOLÓ HATÁSA.....	88
4.3.2.	ÜZEMI NYOMÁS VÁLTOZÁSÁNAK HATÁSA A LERAKÓDÁS MÉRTÉKÉRE.....	91
4.3.3.	A PERMETEZÉSI MÓD HATÁSA A LERAKÓDÁS MÉRTÉKÉRE.....	95
4.3.4.	A KÜLSŐ LERAKÓDÁS FELMÉRÉSÉNEK ÖSSZEGZŐ ÉRTÉKELÉSE.....	98
5.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	100
6.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK (THESIS).....	102
6.1.	TÉZISEK.....	102
6.2.	THESES.....	102
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	104
	IRODALOMJEGYZÉK.....	105

Kivonat

NÖVÉNYVÉDELMI GÉPEK TISZTÍTÁSA SORÁN KELETKEZŐ KONCENTRÁLT TERHELÉSEK ÉS ELJÁRÁSTECHNIKAI ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA

A növényvédelem meghatározó szerepet játszik a mezőgazdasági termelésben és ezzel közvetetten befolyásolja az emberiség életfeltételeit és a környezetet egyaránt. A növényvédelmi munkák során használatos gépek rossz műszaki állapota vagy helytelen beállítása is jelentős környezeti terhelés forrása lehet. Mechanikai hibák miatt és tisztítás során a vegyszerek nagy koncentrációban, közvetlenül juthatnak az élővizetekbe és így az ivóvízkészletekbe egyaránt. A jobb termésátlagok elérése és a környezet kímélése érdekében újabb és újabb anyagok, eljárások, technológiák kerülnek kidolgozásra. Az új technológiák minőségügyi és alkalmazástechnikai ellenőrzésére keletkezett az ISO 22368 szabvány, melynek három fejezete a növényvédelmi gépek tisztítását szolgáló berendezések hatékonyságának mérését írja le. A disszertáció célja, a szabvány által leírt, a gépek tisztító berendezéseire kidolgozott mérési módszerek vizsgálata. A szerző választ próbál keresni a szabvány második és harmadik fejezetén keresztül, hogy ezen eljárási módszerek alkalmasak-e a permetezőgépek új technikáinak, tisztító berendezéseinek felmérésére és a gépekre lerakódó szennyeződés mértékének megállapítására; valamint megoldásokat keres e mérések és vizsgálatok javítására és fejlesztésére. Ezen túlmenően, különböző alkalmazástechnikai megoldások mellett, milyen változások következnek be e technikák, berendezések hatékonyságában.

Abstract

EXAMINATION OF NASCENT CONCENTRATED ENVIRONMENTAL ENDURANCES DURING BY CLEANING OF PLANT PROTECTION SPRAYERS

The plant protection plays a crucial role in the agricultural production and thereby affects indirectly the condition of life of humanity and the environment too. To improve the average yields and sparing the environment new materials, processes and technologies are being developed. For the quality control of these new technologies the ISO 22368 standard has been made, which three chapters describes the measurements of the efficiency of the plant protection systems cleaning devices. The goal of this dissertation is the examination of the measuring methods of the cleaning systems in the standard described. The author is trying to find an answer through the standards second and third chapter, that these methods are usable for the testing of the new techniques, procedures and equipment, determining the degree of contamination the machines and finding solutions to make improvements and developments for the measurement. Furthermore, in addition to different technical solutions, how changes these techniques the efficiency of the equipment.

Abstrakt

UNTERSUCHUNG DER ZUSAMMENHÄNGE VON APPLIKATIONSTECHNIK UND DER AUFTRETENDEN KONZENTRIERTEN UMWELTBELASTUNGEN BEIM REINIGUNG VON PFLANZENSCHUTZGERÄTEN

Der Pflanzenschutz spielt eine entscheidende Rolle in der landwirtschaftlichen Produktion und indirekt beeinflusst ebenfalls die Lebensbedingungen der Menschheit und die Umwelt. Um bessere Ernteerträge und die Schonung der Umwelt erreichen zu können werden neue Stoffe, Verfahren und Technologien ausgearbeitet. Um diese Technologien zu prüfen kam der ISO 22368 Standard zu Stande, dessen drei Kapitel die Wirksamkeit der Messungen der Reinigungseinrichtungen der Pflanzenschutzgeräte beschreibt. Das Ziel dieser Dissertation ist die Untersuchung des im Standard beschriebenen und ausgearbeiteten Messverfahrens der Reinigungsgeräte der Maschinen des Standardplans. Der Verfasser versucht Antwort darauf zu finden durch das zweite und dritte Kapitel des Standards, dass diese Messverfahren für die Untersuchung dieser neuen Techniken, Geräten und zu Feststellung der Ausmaß der Kontamination der Maschinen geeignet sind; sowie darauf Lösung zu finden diese Messungen zu verbessern und weiter zu entwickeln. Außerdem, bei Nutzung verschiedene Applikationstechniken, welche Veränderungen verursacht in der Wirksamkeit der Techniken und Geräten.

1. Bevezetés

A növényvédelem a mezőgazdasági termelésben a nélkülözhetetlen munkaműveletek egyike, mivel nélküle terményeink sokkal nagyobb veszélynek vannak kitéve kórokozók, gyomnövényekkel és állati kártételekkel szemben. Másfelől a vegyszeres védekezések jelentős költségtényezőt jelentenek a mezőgazdasági termelő számára, melynek mértékét a környezeti tényezők befolyásolják.

A növényvédelmi gépek rossz műszaki állapota vagy helytelen beállítása jelentős környezeti terhelés forrása lehet. Mechanikai hibák miatt és tisztítás során a vegyszerek nagy koncentrációban, közvetlenül juthatnak az élővizekbe és így az ivóvízkészletekbe egyaránt. Természetesen permetezéskor a szél hatására (elsodródás) szintén eljuthat a permetszer az élővizekbe. Emellett a híradásokban is sokat hallhattunk olyan zöldség- és gyümölcszállítmányokról, melyekben a vegyszermaradványok mértéke jóval az egészségügyi határértékek felett volt. A permetező gép használata során különböző vegyszereket alkalmazunk mezőgazdasági kultúráink védelmében (rovarölő, gombaölő, gyomirtó, stb.), melyek csak egy bizonyos növénytípusra jók és általában más szerekkel nem keverhetők.

Gazdasági szempontból is jelentőséggel bír, mivel az Európai Unió a területalapú támogatásokat a környezetbarát gazdálkodással és a helyes gyakorlattal összhangban fizeti ki, így a gazdáknak jobban oda kell figyelniük a növényvédelem gépeinek (permetezőgép, csávázógép) tisztítására is.

E veszélyek miatt az Európai Unió példaértékű lépéseket tett, melyek irányelvek és szabványok formájában láttak napvilágot, amellyel jelentős mértékben meghatározzák a növényvédőszer (1991) és növényvédő gépek (EN 12761 szabvány; 2001) forgalomba hozatalának feltételeit. A gépek szempontjából a változások a kötelező típusvizsgálatokban, a használatban lévő permetező berendezések időszakos felülvizsgálati rendszerében és a tartálytisztító berendezések felszerelésében nyilvánultak meg.

Ezek az újítások jelentősen javították az élelmiszerbiztonságot mind a fogyasztó mind a gazdálkodó részéről.

Sajnálatos módon a tartálytisztító berendezések megjelenésekor nem voltak kidolgozva kritériumok e rendszerek hatékonyságának vizsgálatait illetően, így egyáltalán nem voltak információk arról, hogy milyen hatékonyan tudják kitisztítani az

adott permetezőgép tartályát, valamint a külső tisztítás esetleges pontszerű terhelésére és a lerakódódó mennyiségekről sem álltak rendelkezésre adatok.

Ezeknek a céloknak megvalósítása érdekében az ISO 1999-ben egy munkacsoportot állított fel a Julius Kühn-Institut - Növényvédelmi Alkalmazástechnikai Intézet vezetésével (JKI, jogelőd: BBA), melynek munkájába tanszékünk is bekapcsolódott. A munkacsoport feladata olyan mérési módszerek kidolgozása, melyekkel értékelhető a permetezőgépek növényvédő szerekkel való szennyezettsége, illetve tisztítóberendezéseinek hatékonysága. A munka eredményeképp 2002 márciusában napvilágot látott az ISO 22368 szabvány, ami 2012 júliusában elismert nemzetközi szabvánnyá lépett elő. Maga a szabvány három részből áll. Az első rész a növényvédő gép teljes belső tisztításával, a második fejezet a gép külső mosásával, a harmadik szakasz pedig a permetlé tartály belső öblítésével foglalkozik. A kutatásaim a szabvány alkalmasságának vizsgálata mellett a tisztítóberendezések hatékonyságára, illetve a permetezőgép külső felületén lerakódó vegyszerlerakódás mérési és értékelési módszereire is kitérnek.

A vizsgálatok célkitűzései

Az egyik fő célunk a belső tisztítás során alkalmazható fűvókák összehasonlító vizsgálatainak elvégzéséhez megfelelő mérési feltételek kialakítása, majd azok elvégzése, mellette párhuzamosan a szabvány erre vonatkozó eljárásrendi alkalmazhatóságának, megismételhetőségének és időigényességének felmérése.

A második fő cél a növényvédelmi gépek felületére jutó növényvédőszer mennyiségének mérése. Ezen vizsgálatok több lehetőséget is biztosítanak, mivel a vizsgálatok elvégzése különböző körülmények és beállítások mellett végezhető. Így vizsgálatokat folytattunk az üzemi nyomás, a ventilátor fordulatszámának változtatása, valamint kísérleti és valós körülmények mellett. Továbbá a permetezőgép átalakításának hatásait is vizsgálat tárgyává tettük. Itt is a szabvány alkalmassága kerül előtérbe, továbbá annak időigényessége.

A harmadik cél ezen ismeretek függvényében javaslatok tétele, hogy mit és hogyan lehetne javítani a szabvány mérési eljárásaiban, valamint újabb lehetőségek keresése e vizsgálatok jobb, hatékonyabb elvégzésére.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A növényvédelem és alkalmazástechnikájának fejlődése

A károkozók elleni védekezést már a kezdetekben is a szükség hozta előtérbe, amikor a növényi állományt kellett megvédeni a fertőzésektől. A kártevők elleni védekezés az emberi történelem kezdetéig nyúlik vissza, amikor a készletek gondos tárolásával kezdtek el foglalkozni. Későbbiekben, amikor az extenzív termelésről (vadászat és gyűjtögetés) áttértek az intenzív földművelésre, a szántóföldi termelés elkezdésével és a vele összeköthető, az emberi fogyasztásra is alkalmas növények kultiválásával, kénytelenek voltak a kultúrák kártevők elleni védekezéséről is intézkedni (MAYER, 1959). Így a növényvédelem első nyomait a szántóföldi művelés kezdetével lehet egy időpontra tenni, ami i.e. 4000 körülre tehető, mely az Indus, Mezopotámia, Egyiptom, Palesztina és Kína termékeny földjeiről ismert. Miközben az állati kártevőkről már korán jellemzéseket készítettek, addig a növényi kártételekről, egy-két kivételtől eltekintve, a sokkal későbbi évszázadokban tesznek említést. Erről tesznek tanúbizonyságot az akkori feljegyzések, kéziratok és rajzok, melyek sáskákat, hernyókat, bogarakat, legyeket, rothadó gyümölcsöket, férgeket, rágsálókat, valamint a bibliában is említett gombás megbetegedéseket, mint a rozsdát, de a gyomnövényeket is igen jól leírták (TRAPPMAN, 1949).

A növényi kártétel többé-kevésbe már szabad szemmel is észrevehető volt, amíg magát a kórokozóját már nehezen vagy egyáltalán nem lehetett felismerni, még napjainkban sem. Mindezek ellenére jól értettek a növényi betegségek megfigyeléséhez, ahogy azt például Basilius feljegyzései (330 – 379) a 4. század körül bizonyítják (BRAUN, 1965).

Ez a megfigyelés kifejezetten igaz a rozsban azonnal szembetűnő sötétlila, hosszú, meggömbült magformájú anyarozs vagy másik nevén a varjúköröm (*Claviceps purpurea*) esetében. I.u. 994-ben írásos feljegyzés készült, melyben leírták, hogy Limoges környékén körülbelül 40.000 ember halt meg az anyarozs által okozott mérgezésben (Szent Antal tüze – Ergotizmus). Különösen a középkorban okozott az anyarozssal szennyezett gabona mérgezéseket falvakban és városokban. A hiedelmeknek köszönhetően még a boszorkányüldözések is ezeknek köszönhetőek egyes források szerint, ami viszont még nem bizonyított (1692 – Salemi boszorkányper). Először 1853-ban ismerte fel L. R. Tulasne mikológus, hogy gomba a felelőse a mérgezéseknek, ami a

XX. század második harmadáig halálos áldozatokat szenvedett Franciaországban (200 fő – 1951) vagy az egykori Szovjetunióban (11.000 fő – 1926/27; JASKOLLA, 2006).

2.1.1. Ókor

Az ókorban neves görög és római természettudósok a „feljegyzéseikben” információkat hagytak az utókor számára a növénybetegségek elleni védekezésekről. Az írásokban hasznos tanácsok találhatók egyes, a természetben előforduló jelenségekről, melyeket a mezőgazdasági munkáknál ajánlatos figyelembe venni. A magok csávázását is ebben a korban említik először, még hozzá Demokritos (ie. 460 - 380) nevéhez köthető, aki a Crassulaceae levének hatásosságát írta le. A rágcsálók által okozott kártételekről Aristophanes (ie. 455 – 387) írt, mely Athént és környékét sújtotta. Tőle tudjuk azt is, hogy már akkor használtak egércsapdákat, melyek elefántcsontból készültek (BRAUN – FRÖHLICH – MÜHLE, 1967). Emellett az Istenek segítségét is kérték, melyek különböző áldozati-ünnepek formájában történtek (PLOSS, 1968). A másik jelentősebb problémát a sáskajárások okozták; amik Egyiptom, Kína és AsszírIA területeit sújtották, valamint a Biblia is említi. Utánuk csak éhínség és nyomor maradt. Európában, a középkorban és az újkorban, a legóvatosabb becslések szerint 134 igazolt sáskajárás volt. Egy közepes raj mérete 700 milliótól 2 milliárd egyedig terjedhet és 5-12 km² közti területet lephetnek el (JASKOLLA, 2006).

2.1.2. Középkor

A középkorban a katolikus egyház befolyása egyre nőtt, mellyel arányosan a természettudományok egyre inkább háttérbe szorultak. Az oktatás joga pedig kizárólagosan a kolostorok kezébe került. Azokat az embereket, akik nem értettek egyet az egyház dogmatikus nézeteivel, kivétel nélkül üldözték. Istentiszteleteket tartottak szárazság, zivatarok, jégeső, egerek és sáskák ellen. A sáskákat és a hernyókat pedig különböző egyházi perek keretében száműzték a rovarok által megszállt területekről.

Amellett az adott területekről az egyház visszavonulásra szólította fel a károkozókat, melyek természetesen nem tűntek el. Ilyenkor az egyház a helyi lakosokra terelte a felelősséget a bűnös életmódjukra hivatkozva. Ezen túlmenően a helyi lakosok harangszóval, dobpergéssel, pisztoly-, sőt ágyútűzzel próbáltak megszabadulni a kártevőktől. Más csapások ellen pedig „boszorkánypereket” tartottak, mivel olyan tébolyító vélemények is voltak, hogy a „boszorkányok” békákat küldenek a szőlőültetvények megsemmisítésére. Így a középkori emberek mindennapi életéhez

tartoztak a károkozók elleni istentiszteletek. Gyomirtást is például csak újholdkor javasolták, valamint a vetést csak néma csendben lehetett elvégezni (JASKOLLA, 2006).

2.1.3. Újkor

Az újkorban az egyház dogmatikus tévhiteit a tudomány gyors fejlődése újra és újra megcáfolta. A tudományos ismeretek terjedését elősegítette a könyvnyomtatás feltalálása. Az úgynevezett „családapa irodalmakban” már jellemeztek különböző növényi károkozókat. Ezekben az irományokban tett javaslatok nagyrészt a régi görög-római hagyományokon alapultak és gyakorlati szemszögből volt vezérelve. Így például csávázáshoz javasolták a sós vizet, a hagyma főzeteit és kivonatait, a fokhagymát és a borsmentát. A gyümölcsfákon megtelepedő mohák és zuzmók ellen téli permetezést tanácsoltak mész – konyhasó – kálium-/nátriumszilikát keverékkel. Rovarok elleni védekezésnél mész, szappan, halolaj, terpentinolaj és faszesz került bevetésre. Patkányok és egerek ellen pedig gipszet alkalmaztak. A kémiai szerek mellett a mechanikus védekezési módszereket is bevonták, mint például a kártevők elfogása és csapdák felállítása.

1800 körül a konyhasó mellett már alkalmazták a vasgálicot, salétromot, ként, sósavat és keserűsót is, amikkel már a XVII. században J. R. Glabuer (1604-1670) kísérleteket folytatott gabona csávázására. Az viszont nem egyértelmű, hogy ezt a fajta sót (Nátriumszulfát) gombabetegségek elleni küzdelemre vagy, ahogy az iránymutatásából kiderül a magok stimulálására alkalmazta. Ezenkívül kémikusként egy hernyóenyv és egy vadriasztó szer előállításával is foglalkozott.

Az újkor kezdetével, a több évszázadon át „elhanyagolt” növénybetegségek különösen a természettudósok figyelmét keltették fel, valószínűleg a mikroszkóp feltalálásának is köszönhetően. Mint oly sokszor a tudomány és a kutatás területén a kor emberei nem értették meg őket. A XVI. században megjelenő új kultúrafajták, melyek a mai növénytermesztés szempontjából nélkülözhetetlenek, meghatározó szerepet töltöttek be a növényvédelem fejlődésében. Elsősorban a burgonya (*Solanum tuberosum*), a dohány (*Nicotiana tabacum*), a kukorica (*Zea mays*) és a takarmányrépa (*Beta vulgaris*; Braun, 1965). A XIX. században a burgonyatermesztés súlyos károkat szenvedett Európában (1843) és Észak-Amerikában (1844) a burgonyavész (*Phytophthora infestans*) miatt. Hasonlóan végzetes volt ebben a korban a lisztharmit (*Uncinula necator*) szőlőben (*Vitis*). Miután 1845-ben Angliában kimutatták a betegséget, három évvel később Franciaországban, öt évvel később Spanyolországban, Olaszországban és

Németországban is megjelent. Lisztharmat rezisztens fajták Észak-Amerikából történő behozatalával akarták orvosolni 1858-ban a problémát. Sajnos ezekkel a fajtákkal egy azonos nagyságrendű problémát hoztak létre, a szőlőgyökértetű behurcolásával, akkoriban ez nem volt még előre látható. A szőlőgyökértetű rezisztens fajták behozatalával pedig egy, a szőlőre veszélyes gombabetegséget, a peronoszpórát (*Plasmopara viticola*) hurcolták be. Így ebben a korszakban a növényvédelem gyors fejlődésének egyik oka az új betegségek megjelenése volt. Ennek köszönhetően a növényvédelem különálló tevékenységként jelent meg a növénytermesztés mellett.

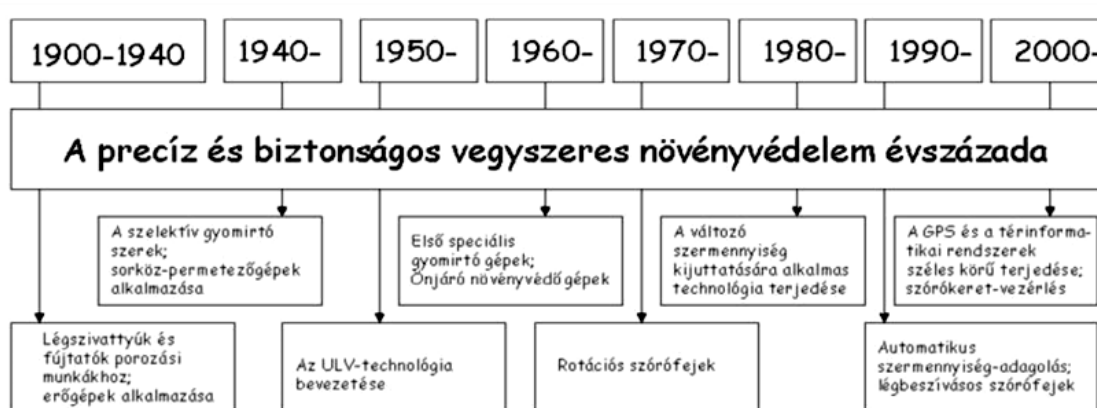
A XX. század közepétől kezdve rendkívüli mértékben felgyorsult a mezőgazdaságban a természeti és emberi erőforrások (munkaerő) helyettesítése ipari eszközökkel és ipari ráfordításokkal az úgynevezett „gépesítési és kemizálási” folyamatban. Kialakultak az iparszerű, intenzív eszköz- és inputhasználatra épülő technológiák és gazdálkodási rendszerek. Ennek a folyamatnak a hajtóereje gyakran az egyre nagyobb átlaghozamokra való törekvés volt. Ez a cél bizonyos szintig indokolt illetve szükséges is, hiszen az egyes országok és a Föld növekvő népességének eltartása, élelmezési biztonságának megteremtése elképzelhetetlen lenne korszerű fajták és bizonyos munkaerő-hatékonyságot növelő technológiai megoldások nélkül. Szintúgy ebben a században jelent meg a „Phytomedizin” kifejezés, ami a „Phytopathológia” és a „növényvédelem” együttes tudománya, mely úgy is értelmezhető, hogy a növények orvoslása. Ez a fogalom napjainkban a modernkori növényvédelem fogalmával azonosnak tekinthető (MÜHLE, 1967; JASKOLLA, 2006).

2.2. A vegyszeres növényvédelem technológiai fejlődése

A károkozók és a gyomok elleni védekezésnél a növényvédő gépek, eszközök teszik lehetővé, hogy a kémiai és egyéb megoldásokat környezetvédelmi és gazdaságossági szempontból egyaránt megfelelő módon tudjuk alkalmazni. E mezőgazdasági gépek kategóriájába tartoznak különböző konstrukciójú földi, illetve merev és forgószárnyú légi növényvédő gépek, melyeket a mezőgazdaságban és erdőgazdálkodásban egyaránt használunk. A II. világháborút követően a műszaki és tudományos fejlődésnek köszönhetően a növényvédelem berendezéseinek fejlesztése is nőtt. Új növényvédő szerek megjelenésével olyan műszaki megoldások váltak szükségessé, melyek javították a kijuttatás hatásfokát, így javulhatott a szerek hatékonysága is a felhasználó és környezet védelmének érdekében egyaránt (TAKÁCSNÉ, 2011).

2.2.1. Növényvédő gépek és rendszereinek fejlődése

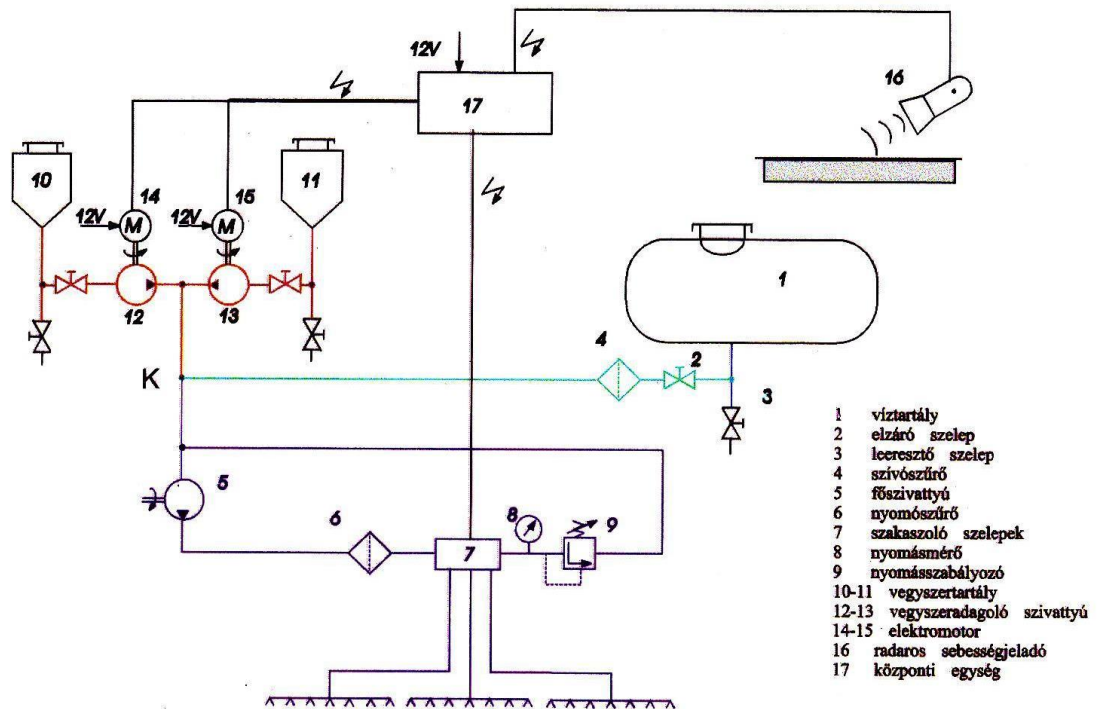
A kezdetekben ecseteket és kisebb seprűket alkalmaztak a növényvédő szerek célba juttatásához, ezeket viszont hamar felváltotta a szórófejek használata. Párhuzamosan sok növényvédő szert por formában juttattak ki. A fűvókák és a porozó berendezések alkalmazása javította a munkaidő ráfordítást, a kijuttatás egyenletességét és a fedettséget is. Az 1900-as évek elején a lóvontatású permetező- és porozógépek gyorsan kedveltek lettek, egyben serkentve a kis teljesítményű belső égésű motorok fejlesztését is (BALÁZS – DIMITRIEVITS, 1975). Az 1. ábra a növényvédelem technológiai fejlődésének fontosabb állomásait mutatja be.



1. ábra – A növényvédelem technológiai fejlődése 1900-tól napjainkig (SZTACHÓ-PEKÁRY, 2010)

2.2.2. Közvetlen hatóanyag adagolás

A növényvédő szer oldószerbe történő közvetlen beinjektálását az 1980-as években fejlesztették ki. Ilyenkor a permetezőgép tartályában tiszta víz van és a tömény növényvédő szert a szórófejekhez vezető csőbe fecskendezik be. Ezzel a megoldással, egymással nem keverhető növényvédő szerek is kijuttathatók. A vezérlőselepek segítségével szabályozható, hogy mely szert vagy szereket kell kijuttatni, valamint a szükséges dózis is. Számítógép segítségével a szermenyiséget a helyspecifikus igényekhez lehet igazítani, ami már a precíziós gazdálkodás feltételeinek felel meg (2. ábra). E technológiánál elmarad a vegyszerek bekeverése és ezzel együtt a szerek összeférhetőségi problémái is.



2. ábra Közvetlen hatóanyag-adagolású rendszer (LÁSZLÓ – PÁLYI – MÁTRAI, 1998)

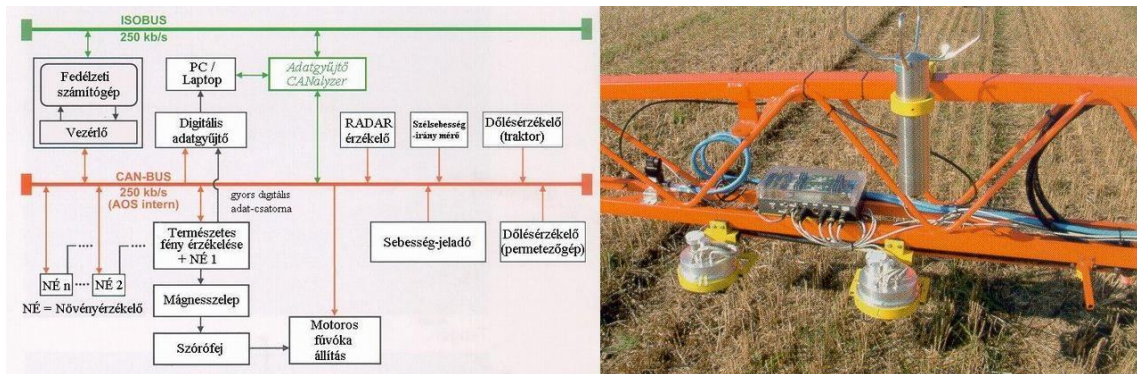
A védekezés végeztével minimális a növényvédő gép tisztítási feladata és mivel nincs technikai maradék, így annak elhelyezése sem okoz gondot. Mivel a növényvédő szerek zárt, illetve visszazárható edényekben vannak, a munkát végző személy szerszennyezése minimális. Az eljárás lehetővé teszi, hogy a szert csak a szükséges helyekre juttassuk ki. Így a szermeztakarítás a termelő és a környezet számára egyaránt előnyös (LÁSZLÓ – PÁLYI – MÁTRAI, 1998).

2.2.3. Növényérzékeléses permetezés, valós idejű kijuttatás

A valós idejű (real-time) kijuttatás alapfeltétele a célpont érzékelése és felismerése, valamint gyors helyszíni adatfeldolgozás és pontos vegyszerkijuttatás. A célpont érzékelése többféle módon történhet, visszavert fény hullámhossza, infravörös érzékelés vagy valós képalkotás segítségével.

A Multi-sensor rendszer felépítése valamivel bonyolultabb. Itt a szántóföldi szórókeretre minden szórófej elé növény-érzékelőt és mágnes-szelepet szerelnek, valódi képalkotás még nincs, a működés fotodiódák segítségével, meghatározott (gyomnövényre jellemző) hullámhosszú visszavert fény vezérlőjelként való felhasználásán alapul. A haladási sebesség hatásainak kiküszöbölését radarjel felhasználásával oldják meg. Az összes érzékelő és beavatkozó eszköz egy a gépen

kialakított speciális helyi hálózaton kommunikál egymással és a vezetőfülkében elhelyezett vezérlő-monitorral, adatgyűjtővel (3. ábra).

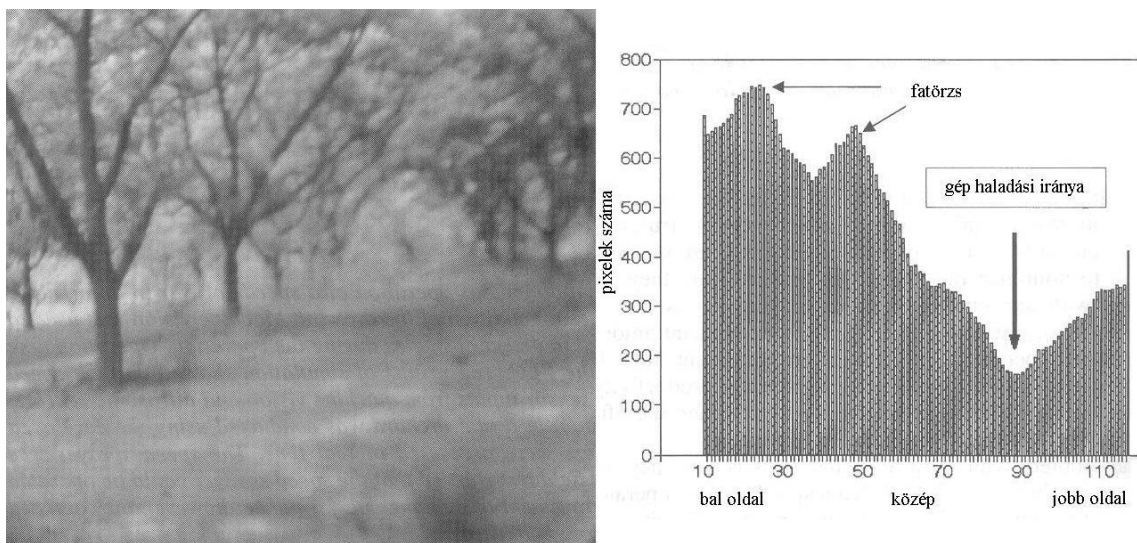


3. ábra Multi-sensor rendszer informatikai hálózatának vázlata és az egyedi növény érzékelők (GILLIS – GILES – SLAUGHTER – DOWNEY, 2003)

Napjaink technikája alkalmas már az akár 15x15 cm-es mezők kezelésére is. A gépsor elején elhelyezett kamera egy meghatározott méretű sávról felvételt készít, ami a vezetőfülkében található számítógépbe kerül adatfeldolgozás céljából. Ezen a számítógépen Windows NT alapú operációs rendszer fut, feladata a pillanatnyi gyomtérkép elkészítése és megjelenítése a vezérlőpanelen, valamint a kommunikáció fenntartása a kijuttatást vezérlő PLC-vel (Programmable Logic Controller – programozható logikai vezérlő). Az egységek között ethernet kapcsolat van kiépítve. Az adatfeldolgozásnak és továbbításnak kellően gyorsnak kell lennie a hidraulikai rendszer időkéssedelmei miatt, valamint igazodnia kell a változó menetsebességhez is. A PLC egység mágnes-szelepeket vezérel, amely közvetlenül a szórófejek előtt van elhelyezve. A fűvókák egyedileg be- és kikapcsolhatók, a gyomtérképen mindig ugyanarra a mezőre permeteznek. A rendszer hidraulikai köre sem hagyományos. Nincs előre bekevert permetlé, hanem tömény vegyszer befecskendezésével, változó koncentrációval történik a kijuttatás. Ehhez pontos folyadék-áram mérésre van szükség, amit egy Raven SCS-700 típusú átfolyásmérővel valósítanak meg. Az akár négy különböző injektált vegyszer mennyiségét a központi számítógép határozza meg a haladási sebességből és a gyomosodás mértékéből (GILLIS – GILES – SLAUGHTER – DOWNEY, 2003).

Különböző növényérzékelők és a képalkotás együttes használata lehetővé teszi teljesen automatikusan működő permetezőgépek alkalmazását is. S.I. Cho és N.H. Ki koreai kutatók fejlesztése szerint a „gépi látás” ilyenkor meghatározza a növényvédőgép haladási irányát, a permetezési művelet idején pedig ultrahangos érzékelők segítségével „ismerik fel” a célfelületeket. A teljesen automatizált gépeken azonban nem mindig elegendő a szokványos igen és nem (illetve ki és be, vagy 1 és 0) értékekkel való vezérlés,

hanem - fuzzy logikával - közbülső „valóságértékekkel” is számolni kell, mint például 0,5 (félíg-meddig), 0,2 (kicsit), 0,8 (elégge). A vezérlő rendszer fő részei a kamera, ultrahagos érzékelők, FLC (Fuzzy Logic Controller – Fuzzy logikai vezérlő), és a hidraulikus rendszerű hajtás illetve kormányzás. A „látásért egy fekete-fehér CCD kamera felel, ami 512x512x8 pixeles felbontásban szolgáltat adatokat egy képelemző szoftvernek. Ez a kamera a gép elején közepén van elhelyezve. A továbbított adatok 128x128 pixeles képek formájában kerülnek feldolgozásra. A digitalizálás után egy hisztogram készül (4. ábra) az adatokból, ami segítségével az FLC meghatározza az optimális haladási irányt, és beavatkozó jelet küld a hidraulikus meghajtásnak.



4. ábra Vezető nélküli permetezőgép képalkotása és feldolgozása a haladási irány meghatározásához (CHO – KI, 1999)

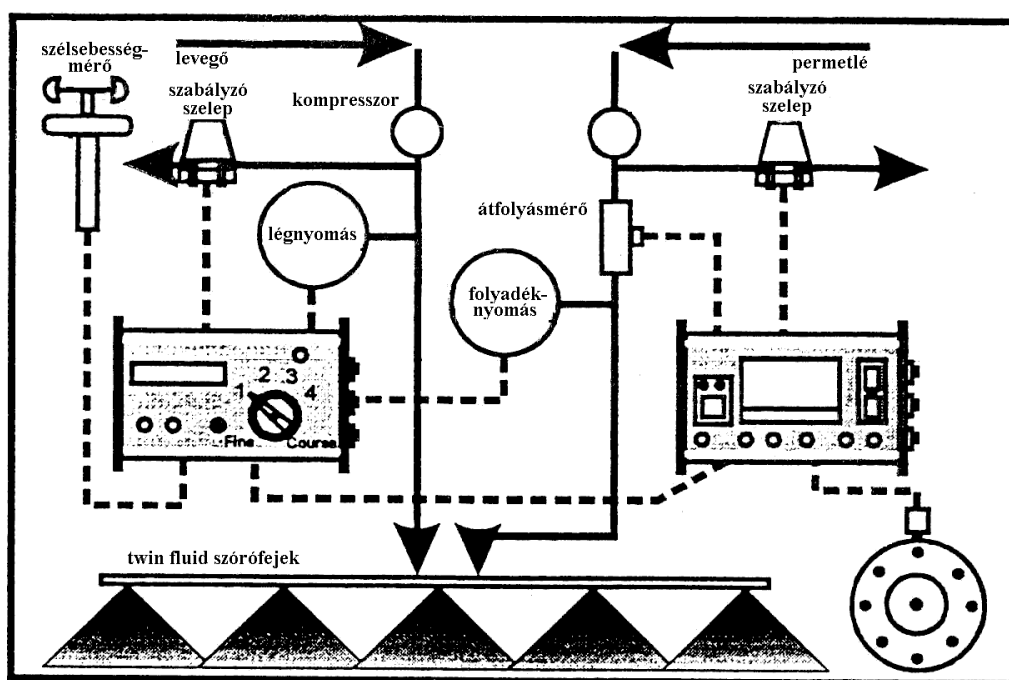
Az adatfeldolgozás a mérések szerint egy szabványos IBM PC 486 számítógépen 1,2 másodperc. A gép elülső szélein felül elhelyezett ultrahangos szenzorok feladata a növényzettől való távolság felmérése, a hátsó sarkokra telepített szenzoroké pedig a (korábról már ismert) lombozat érzékelése és a jobb, illetve bal oldali keretágak kapcsolása. Az FLC vezérlőjeleit egy Intel 8255 típusú periféria vezérlőt és reléket tartalmazó nyomtatott áramköri elem alakítja át (CHO – KI, 1999; SÁNDOR – LÖNHÁRD – TAKÁCS – PÁLYI, 2008).

2.2.4. Veszteségek csökkentése

Nagymértékű vegyszer-megtakarítást és a környezet terhelésének csökkentését teszi lehetővé a sebességarányos vegyszerkijuttatás, a szélarányos és a légzsákos permetezés.

2.2.4.1. Szélarányos permetezés

Az aktív injektoros - levegőt nyomással a permetező fúvókatestbe juttató – eljárás felhasználásával fejlesztették ki a szélarányos cseppképzési rendszert. A permetezőgépen kanalas szélességmérőt helyeznek el, innen az információ számítógépbe kerül, amely a mért adatok alapján meghatározza az elsodródás elkerülésére alkalmas cseppméretet, és ennek megfelelően ad parancsot a permetlé és a levegő nyomásának beállítására (5. ábra).



5. ábra Szélarányos cseppképzési rendszer modellje
(LÁSZLÓ – PÁLYI – MÁTRAI, 1998)

A rendszer előnyei:

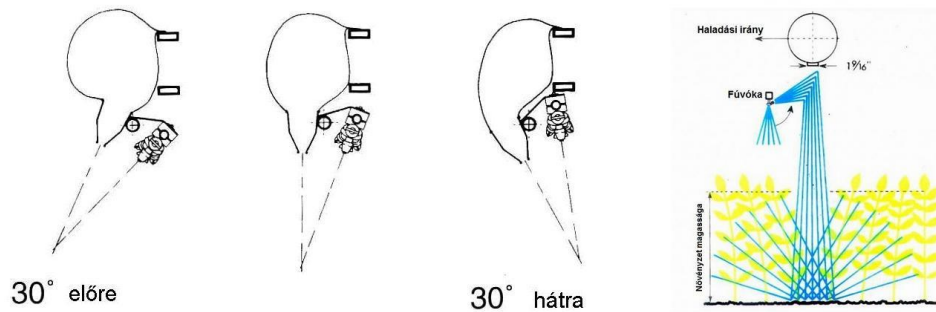
- közel állandó cseppméret biztosítható széles dózis- és sebességtartományban,
- megakadályozza a permetcseppek érintkezését a felszíni vizekkel és a szomszédos kultúrákkal,
- csökkenthető a permetlé felhasználás, ezáltal nagyobb területteljesítmény érhető el.

(LÁSZLÓ – PÁLYI – MÁTRAI, 1998; SÁNDOR – LÖNHÁRD – TAKÁCS – PÁLYI, 2008).

2.2.4.2. Légzsákos permetezőgépek

Több szerző is közzétette (SZENDRŐ, 2000; SZENDRŐ 2002; SÁNDOR – LÖNHÁRD – TAKÁCS – PÁLYI, 2008; SZTACHÓ-PEKÁRY, 2010; DIMITRIEVITS – GULYÁS, 2011), hogy a fedettség növelését és a szer jobb lomboatba hatolását

biztosító technológiát Európában fejlesztették ki. Alkalmazása csökkenti az elsodródás (drift) mértékét. E permetezőgépek hidraulikus cseppképzésű fűvőkákkal vannak ellátva, a szórókereten egy légtömlőt is elhelyeztek, melyből a kiáramló levegő magával ragadja a permetecseppeket, segíti a növényállományba hatolását és csökkenti a szer elsodródását (6. ábra).



6. ábra Légszásos permetezés elve
(HARDI INC., 2004; SÁNDOR – LÖNHÁRD – TAKÁCS – PÁLYI, 2008)

A légszásos permetezőgépek nem csak állománypermetezésre alkalmasak, hanem szeles időben vegyszeres gyomirtásra is. A levegő elosztására a szórókeret mentén lemezből készült szekrényeket is alkalmaznak. A légszekrényes szórószerkezettel ellátott permetezőgépek hatékonyságát tovább lehet növelni azzal, hogy a levegő nem egy, hanem két furatsoron lép ki. Ez a jobb penetráció mellett azt is eredményezi, hogy két oldalról véd a szél elsodró hatásától. A technológia szántóföldi alkalmazásával biztosítható a növényzet alsóbb részeinek megfelelő fedettsége is (1. kép).



1. kép Légszekrényes permetezőgép (DAMMANN GMBH., 2014)

2.2.5. Szabályozó- és vezérlőrendszerek

Sztachó-Pekáry (2010) közétette, hogy a szabályozó- és vezérlőberendezések integrálásra kerültek a működést ellenőrző monitorokkal, melyeket már azelőtt is széleskörűen alkalmaztak. A szabályozórendszerek miközben figyelik a permetezés folyamatát, egyben kiegyenlítik az alkalmazási paraméterek változásait. Úgy alakították ki őket, hogy a munkasebesség változásával arányosan, automatikusan módosítsák a percnként kijuttatandó szer mennyiségét. A fedélzeti számítógépek és a szabályozórendszerek együttműködve precízen a kívánt helyre és megfelelő mennyiségben juttatják ki a permetszert (SZTACHÓ-PEKÁRY, 2010).

2.2.5.1. GPS a növényvédelemben

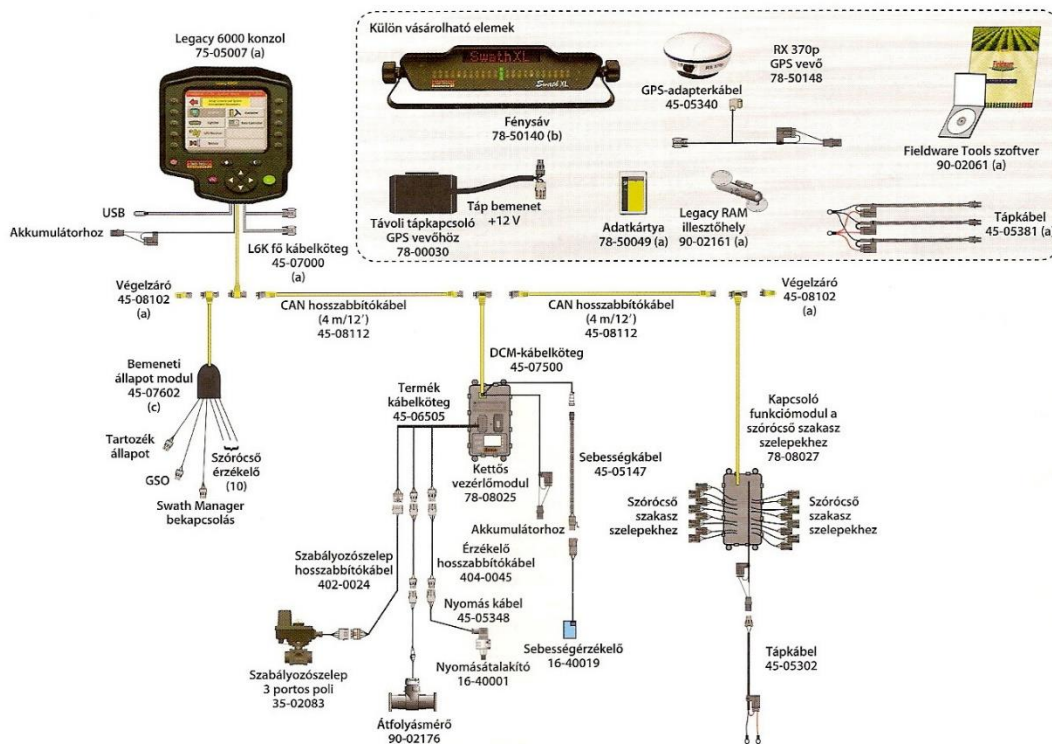
A precíziós mezőgazdaság feltételrendszerét a következő három elem jelenti: a folyamatos, nagy pontosságú helymeghatározás, a térinformatikai eszközök és az automatizált terepi munkavégzés. A táblák egyes pontjain mérni kell a változó tényezőket, így esetünkben a gyomborítást vagy gyom darabszámot. Ahhoz, hogy a kezeléskor később ezekre a pontokra visszataláljunk szükséges a pontos helymeghatározás. Ma ezt a GPS rendszer segítségével valósíthatjuk meg.

A GPS (Global Positioning System, Globális helymeghatározó rendszer) ma már gyakorlatilag mindenki által hozzáférhető műholdas navigációs rendszer. A GPS-t az USA védelmi minisztériuma megrendelésére eredetileg katonai felhasználásra tervezték, azonban felismerve a polgári alkalmazás lehetőségét, egy egész iparág alakult ki a vevőkészülékek fejlesztésére és gyártására, ezért ma már a polgári felhasználók köre egyre gyorsabban növekszik.

Olyan rendszert szándékoztak megvalósítani, amely a műholdak ismert pozícióiból távolságokat határoz meg ismeretlen helyzetű földi, légi és tengeri pontokra. A GPS abszolút pontossága ma már 15-20 m, ami navigációs célokra alkalmas, de a precíziós mezőgazdaság ennél nagyobb, min. 3-5 m pontosságot követel, ami a differenciális méréssel növelhető, amely során ismert ponthoz képest határozzuk meg az ismeretlen ponton álló vevő pozícióját. Ez a differenciális GPS (DGPS) technológia, amelynek pontossága drága geodéziai műszereknél akár cm-es is lehet.

A párhuzamosan vezető rendszer egy a GPS alkalmazások sorában. A rendszer lehetővé teszi, hogy a táblán felvett két bázispont alapján, a beállított munkaszélességnek

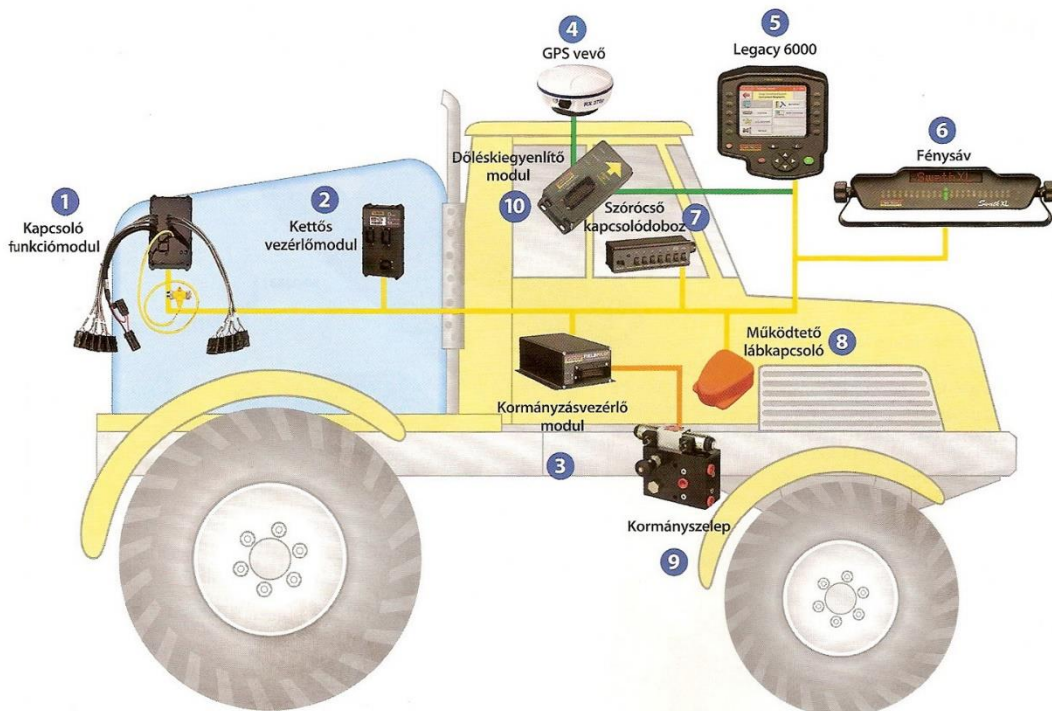
megfelelően a gépcsoport bázispontok által meghatározott iránnyal párhuzamosan haladjon (7. ábra).



7. ábra Párhuzamosan vezető rendszer sematikus felépítése (TEEJET, 2008)

Ennek a rendszernek a továbbfejlesztett változata a támogatott kormányzás (FieldPilot). A gépvezérlés, a szórócső szabályozás és még a szórócső szakasz be/ki állapotának kezelése is automatikus. Így a kezelő figyelhet más kritikus funkciókra, például a szórócső magasságra, a megfelelő szórócsőre, a jármű sebességére és a tartály vagy az adagoló állapotára. Minden funkció vezérlése egyetlen konzollal és egyszerű, intuitív kezelőeszközökkel történik.

A gép teljes automatizálásához a rendelkező funkció integrálja az automatikus szórócsőszakasz vezérlést a sorvégek igen nagyfokú pontossága érdekében. Valahányszor egy permetezőszakasz egy korábban már kezelt területre ér, automatikusan kikapcsol. A kevesebb területi átfedésből eredően vegyszer-megtakarítás érhető el. A DGPS rendszerek pontossága 5 – 25 cm is lehet (8. ábra; GANZELMEIER, 2005; CSIZMAZIA, 2006).

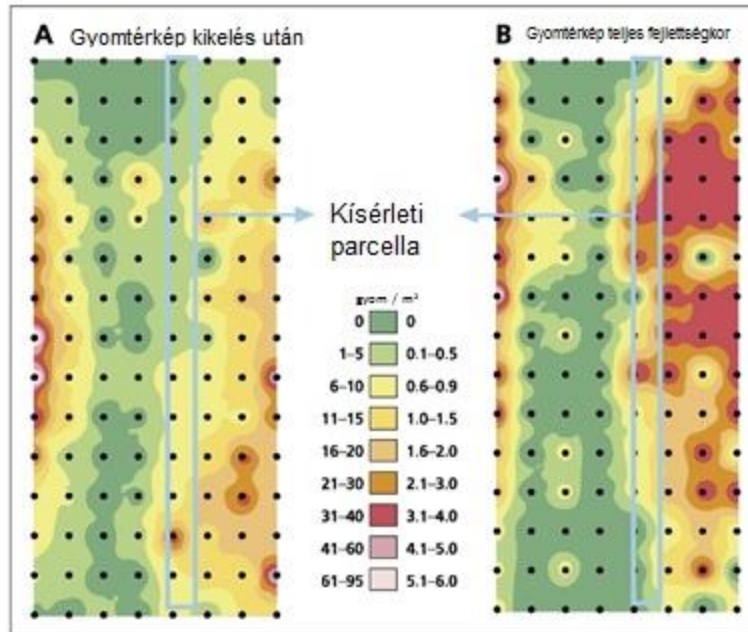


8. ábra FieldPilot sematikus felépítése növényvédő gép esetén (TEEJET, 2008)

2.2.5.2. GIS alapú növényvédő szer kijuttatás

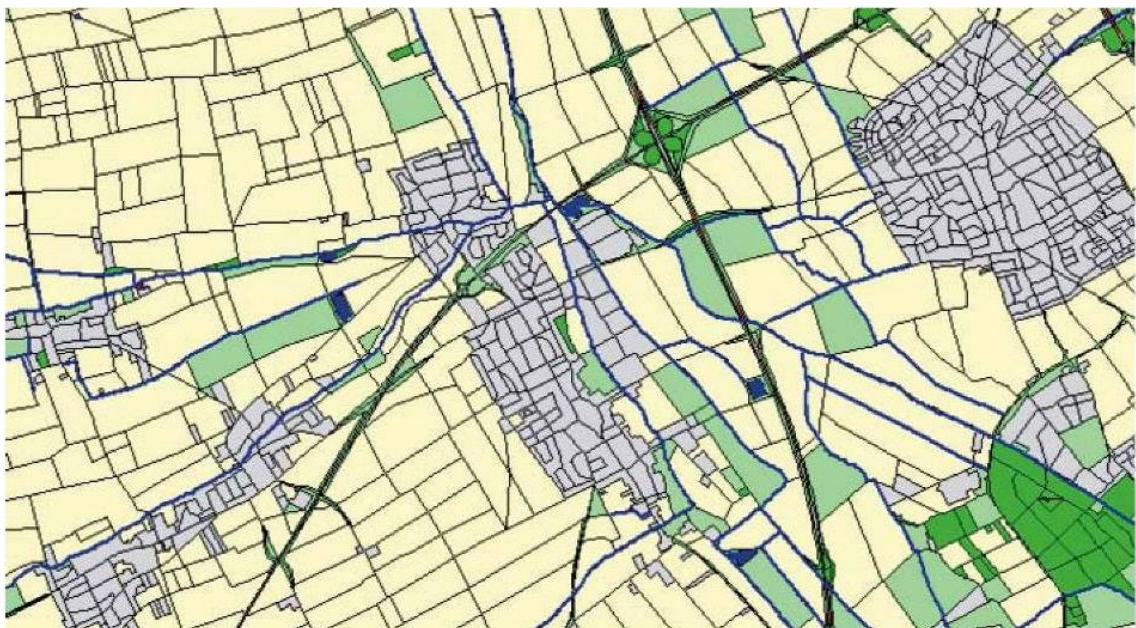
A térinformatika – angol rövidítése GIS – azt a lehetőséget kínálja, hogy egy kezelési egységet digitális légi felvételek és műholdképek segítségével részletesen lehet ábrázolni. Ezen információk és más adatok (például a növényvédő szerek alkalmazásakor) összekötésével a térinformatika teljesen új perspektívákat nyit ahhoz, hogy a növényvédelmi intézkedés során eredő kockázatokat felmérni és csökkenteni lehessen.

A GIS rendszer alkalmas, a GPS és a digitális képfeldolgozás segítségével, gyomtérképek készítésére is, mely segíti a helyspecifikus növényvédelmet. Ezt a módszert offline (utófeldolgozáson alapuló) gyomérzékelési eljárások közé soroljuk. Ilyenkor az adott területről digitális légi felvétel készül (teljes terület reprezentálás), amely egy képfeldolgozó szoftverrel kiértékelésre kerül, majd egy digitális térképre (georeferált) konvertálva, gyomtérkép állítható elő. Ez a térkép a permetezőgép fedélzeti számítógépébe táplálva, a GPS koordináták alapján, pontosan ott permetez, ahol a gyom észlelésre került, így csökkenthető a kijuttatandó növényvédő szer mennyisége (2. kép).



2. kép Gyomtérkép egy adott táblán (KOLLER - LANINI, 2005)

Napjainkban a kémiai növényvédő szerek csak szigorú feltételek mellett m² engedélyezettek, hogy a környezeti kockázatokat minimalizálják. Ez azt jelenti, hogy a kijuttatás során bizonyos távolságokat (ütközési zónák) kell tartani a veszélyeztetett biotópok (élővizek) közelében, hogy az elsodródásból (drift) eredő környezeti terhelést elkerüljék. Ezek a távolságok szerfüggőek és több mint 100 méteres távolságig változhat nagyságuk. Ezen feltételek megsértése pénzbírsággal jár, ellenőrzése a tartományok (megyék) növényvédelmi intézeteinek feladata (3. kép).



3. kép Digitális tájegységmodell (JULIUS KÜHN-INSTITUT, 2004)

GIS adatok segítségével kategorizálni lehet a mezőgazdasági területeket a növényvédelem alkalmazása során veszélyeztetett élővizek és biotópok szerint. A számítások raster cellák alapján történnek. Ehhez a mezőgazdasági területeket 5x5 méteres cellákra osztják fel. Mindegyik cellához megadott GIS funkciók segítségével megállapítják a legközelebbi élővízhez viszonyított távolságot. Ezek egy egyszerű GIS bázist biztosítanak a fedélzeti számítógépnek a növényvédő gép irányításához.

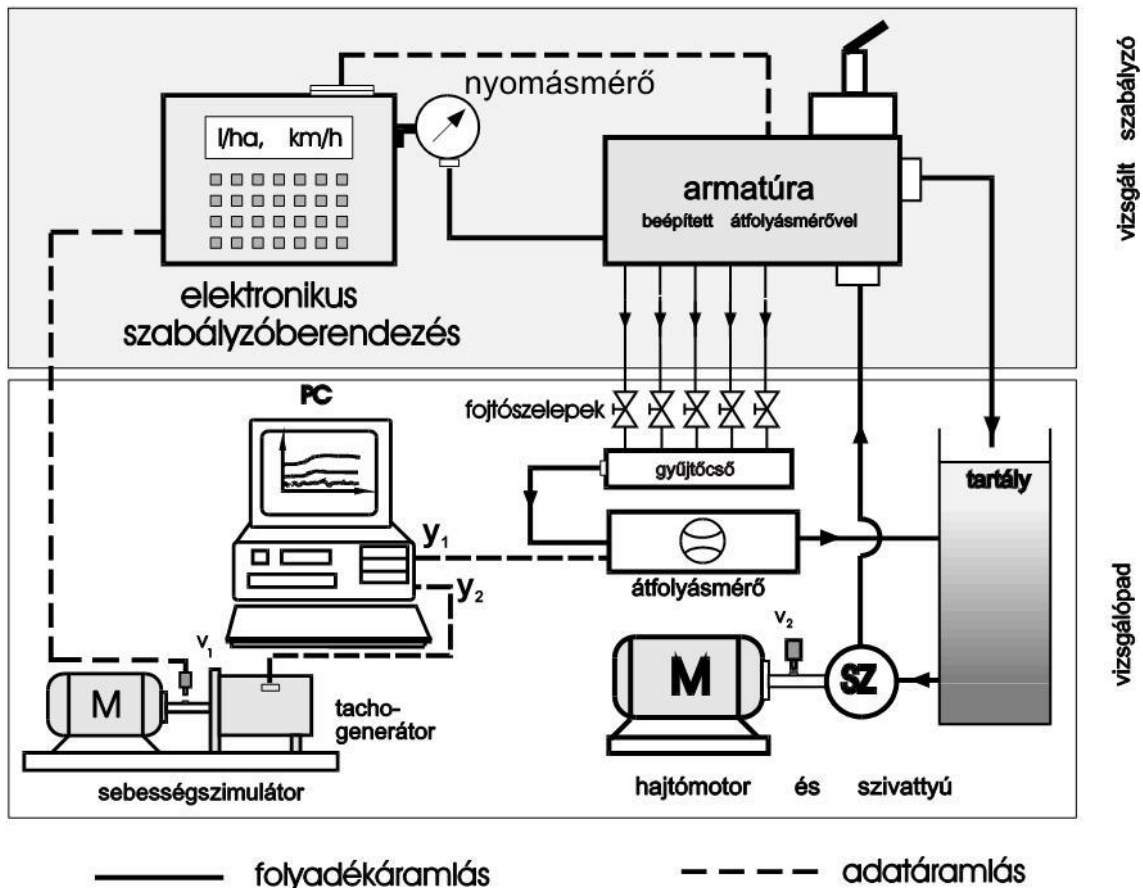
GPS által meghatározzák a szóró keret pontos helyét és a távolságot pedig a felhasznált szer vonalkódja alapján állapítják meg (automatizálás), így a szórófejeket a távolság információknak megfelelően ki és be lehet kapcsolni. Viszont ezekkel az információkkal a GIS rendszer lehetőségei még nincsenek kimerítve. Ha a cellák távolsága az alap, és figyelembe vesszük az élővizek távolságát is, akkor a növényvédő szer jellemzői alapján elsodródási (drift) korrekciót is végrehajthatunk.

Hazánkban jelenleg a helyspecifikus gazdálkodás lassan terjed. Ennek okai a gazdák számítástechnikához való viszonyulása, az eszközök beszerzési költségei (bár a technika fejlődésével az árak csökkennek), illetve a munkagépek korszerű állapotának hiánya.

2007-ben üzembe helyezték a Pannon Egyetem – Georgikon Karán a Georgikon GNSS (GPS, Glonass, és Galileo) bázisállomást. Az állomás GPS pontosító adatokat szolgáltat (egyebek közt) RTK 2.1 (DGPS), RTK 2.3, és RTK 3.0 formátumokban. A pontosítás 50 km sugarú körön belül nagy hatékonysággal használható. Az online (terepi) és offline (utólagos) geodéziai szintű (akár cm-es pontosságú GPS koordináták) pontosítása tekintetében ki tudja szolgálni 95-99% biztonsággal a felhasználót (JULIUS KÜHN-INSTITUT, 2004; CSIZMAZIA, 2006; SÁNDOR - LÖNHÁRD - TAKÁCS - PÁLYI, 2008).

2.2.5.3. Dózisszabályozók

Az elektronikus dózisszabályozók alkalmazásával elkerülhető a permetlé túl- vagy aluladagolása, esetenként 30%-os vegyszermegettakarítás érhető el. Az elektronikus dózisszabályozók szabályozási jellemzőinek vizsgálatára a Pannon Egyetem – Georgikon Kar Agrárműszaki Tanszékén laboratóriumi mérőpad került kialakításra, melyen a kiválasztott dózisértékeknél meghatározhatók a szabályzó berendezések tipikus függvényeit különböző sebességváltozásokat figyelembe véve, függetlenül attól, hogy ezek egy sebességfokozaton belül, vagy sebességváltáskor lépnek fel (9. ábra).



9. ábra Dózisszabályzó mérőpad
(PÁLYI, 1999; PÁLYI - LÁSZLÓ - RIETZ - GANZELMEIER, 2006)

A vizsgálópad részei:

- szivattyú fokozatmentesen szabályozható motorral az armatúra folyadékellátásához,
- sebességszimulátor,
- gyűjtőcső, amely összegyűjti a feltételezett szántóföldi permetezőgép szórókeret szakaszain a kipermetezett folyadékot (az armatúra és a gyűjtőcső közé épített túszelepek teszik lehetővé az egyes szórókeret szakaszoknak a szórófejek feltételezett darabszámának és méretének megfelelő áramlási keresztmetszetek beállítását),
- személyi számítógép, amely az átfolyásmérő és a sebességszimulátor, vagy a hajtómotor által adott jeleket az idő függvényében ábrázolja.

(PÁLYI, 1999; PÁLYI - LÁSZLÓ - RIETZ - GANZELMEIER, 2006; SÁNDOR - LÖNHÁRD - TAKÁCS - PÁLYI, 2008).

2.2.6. Új szórófej konstrukciók

Sztachó-Pekáry (2010) szerint 1950 és 1980 között nem nagyon változtak a fűvókák kialakításai. Ezen időszakot követően a drift jelenségére egyre nagyobb figyelmet fordítottak, melynek értelmében az elsodródásra leginkább hajlamos kisméretű cseppek csökkentésére törekedtek. Így a cseppméret a növényvédelmi alkalmazástechnológia döntő kérdésévé vált. Az Amerikai Mezőgazdasági Mérnökök Társasága (American Society of Agricultural Engineering, ASAE) létrehozta az ASAE S-572 szabványt, mely a cseppeket az egyes üzemi nyomáshoz és folyadékjeljesítményhez tartozó méretük szerinti osztályozza (ASAE, 1994; BODE, 1979; GILES COMINO, 1990; WOMAC BUI, 2002; SZTACHÓ-PEKÁRY, 2009).

A szórófejek fejlesztésének jelenlegi fő irányai:

- kis üzemi nyomáson üzemelő szórófejek,
- előkamrás szórófejek,
- légbeszívásos (Venturi) szórófejek.

2.2.7. Növényvédelmi gépek karbantartása

Balázs – Dimitrievits (1975) publikálta, hogy a növényvédelmi gépeket a munka megkezdése előtt, a munka után és a téli tárolás előkészítés során szükséges karbantartani. A munka jellegénél fogva ide sorolható még az üzem közben fellépő kisebb hibák elhárítása is (BALÁZS – DIMITRIEVITS, 1975).

Munkakezdés előtt a gép szerelvényeinek átvizsgálása szükséges. Ellenőrizni kell a láncok és ékszíjakk feszességét, szükség esetén beállítását végezzük el. Vizsgálni és ellenőrizni szükséges a szórófejek, elosztószerelvények, kardántengely, szíj és lánchajtások védőburkolatát, valamint a gumiabroncsok állapotát is.

Munka közben a permetléfeltöltés szüneteiben ellenőrizzük a szórószerkezetek állapotát. Szükség esetén tisztítsuk ki a beöntő-, szívó-, nyomó- és elemi szűrőket. A hollandi anyák meghúzásával vagy a tömítőgyűrűk cseréjével megszüntethető az esetlegesen a szórófejeknél, tömlőcsatlakozásoknál és elzáró szerelvényeknél megjelenő permetlészivárgás.

A munka befejezésekor a megmaradt növényvédő szert – a biztonsági és környezetvédelmi rendszabályok betartása mellett – eltávolítjuk a gépből. A permetező felszerelést tiszta vagy enyhén lúgos vízzel átmoszuk. Utána szárazra törölésével, vagy levegőfúvással megszáritjuk. Por-, illetve vegyszerbemosó tartályból gondosan

eltávolítjuk a tartály falára és keverő berendezésére tapadt növényvédő szert (BALÁZS – DIMITRIEVITS, 1975; CSIZMAZIA, 2006).

2.2.8. Öblítő- (tisztavizes) tartály

A környezetvédelmi előírásoknak megfelelően (EN 12761) a permetezőgépeket külön álló öblítővizes tartállyal is fel kell szerelni, amely nem lehet kapcsolatban a permetlé tartállyal (4. kép).



4. kép Példa öblítő- (tisztavizes tartály) elhelyezésére (DIMITRIEVITS – GULYÁS, 2011)

Az öblítővizes tartálynak elegendő térfogatúnak kell lennie a permetlé tartály kiürülésekor (minimum a főtartály 10%-a), az üzemi nyomás visszaesésekor leállított gépben maradt permetlé (ki nem permetezhető permetlé mennyiség vagy összes műszaki maradék mennyiség) technikailag hígítható részének megfelelő arányú felhígításához. További funkciója, hogy a permetezés közbeni kényszermegállás idejére az áramlási rendszert át lehet mosni, ezzel a későbbi technológiai zavarok csökkenthetők. Az öblítővizes tartályból történhet a tartálymosó szórófejek folyadékellátása is (CSIZMAZIA, 2006; DIMITRIEVITS – GULYÁS, 2011).

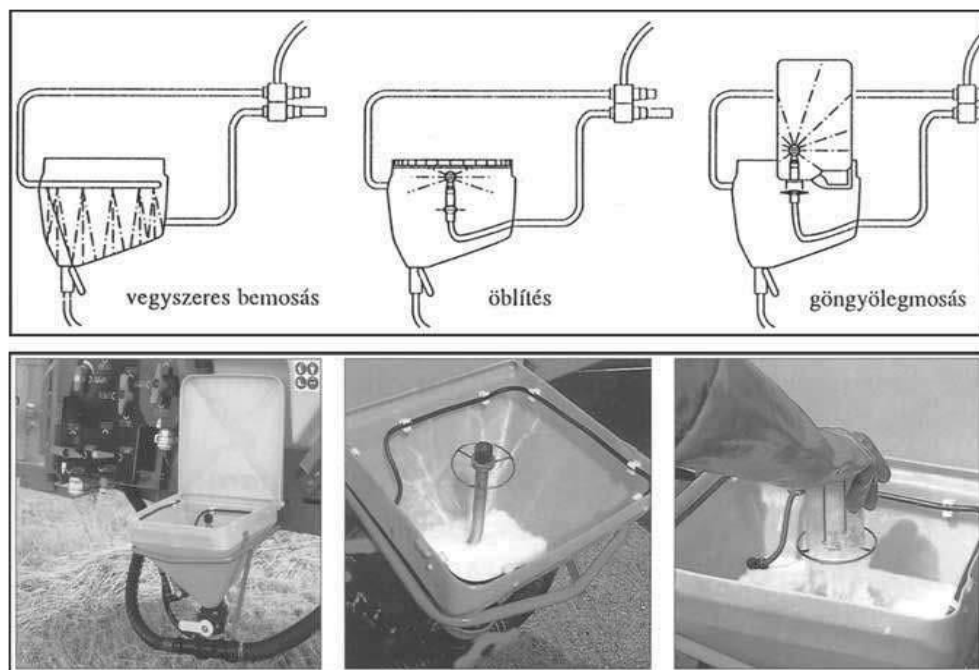
2.2.9. Vegyszerbemosó tartály

A permetezőgépek nagy része fel van szerelve vegyszerbemosó berendezéssel. Ilyen berendezés illusztrációja tekinthető meg a 10. ábrán. Ezek általában paralelogramma felfüggesztéssel csatlakoznak az alapgéphez, és lehajtva a talajra helyezve vagy a talaj közelébe állítva üzemeltethetők.



10. ábra Vegyszerbemosó berendezés (DIMITRIEVITS – GULYÁS, 2011)

A vegyszerbemosó berendezések rendszerint a kiürült növényvédő szeres göngyölegek tisztítására is alkalmasak. A berendezés funkcióit, használatát szemlélteti a 11. ábra és az 5. kép (CSIZMAZIA, 2006; DIMITRIEVITS – GULYÁS, 2011).



11. ábra és 5. kép Vegyszer bemosó és göngyöleg tisztító berendezés funkciói, használata (DIMITRIEVITS – GULYÁS, 2011)

2.2.10. Az elkövetkező időszak fő fejlesztési irányai

Az utóbbi években nagymértékben felgyorsult a növényvédő szerek felhasználásának technológiai fejlesztése. Az élelmiszertermelés és az ipari-energetikai növénytermesztés hatékonyságának további növelésére a növényvédelmi technológiákat folyamatosan fejleszteni kell.

A jövőre vonatkozó fejlesztési irányok:

- új érzékelőberendezések kifejlesztése, meglévők továbbfejlesztése,
- a termesztőfelületek további feltérképezése,
- számítógépes szabályozórendszerek továbbfejlesztése,
- a műholdas helymeghatározás pontosságának javítása.

Sztachó-Pekáry (2010) publikálta, hogy a XXI. század feladata a minden időpillanatra érvényes, nagy pontosságú helymeghatározás megvalósítása, és a termesztési felületeket felölelő térinformatikai adatbázis létrehozása, továbbfejlesztése a nagy precizitású kémiai növényvédelem céljából.

A jövőben a technológia a számítógépes támogatású döntési rendszerek és a folyamatosan pontosabbá váló szenzorok miatt egyre bonyolultabbá válik. A használatuk során több időt kell majd fordítani a gépek felülvizsgálatára és beállítására, a szoftverek frissítésére, így kevesebb idő marad a tényleges növényvédelmi munkára (SZTACHÓ-PEKÁRY, 2010).

2.3. Környezeti terhelések

Az ember az ökoszisztémát és ezzel együtt a saját életének alapköveit nemcsak kizsákmányolással és pusztítással, hanem számos káros anyaggal is veszélyezteti, amik a termelésből és a fogyasztásból származnak, melyeknek végzetes következményei lehetnek az organizmusokra. Ezek az ökoszisztéma rendszerfüggőségének köszönhetően nem korlátozódnak egyes élőlényekre, hanem az ökoszisztéma egészére, így az ember egészségére és tápanyagforrásaira egyaránt visszahatnak.

A környezetet károsító anyagokat alapvetően két csoportra bonthatjuk:

- Sok anyag természetes formában eddig is megtalálható volt az ökoszisztémában, csak az 1970-es évektől vált károsító hatásúakká, mivel az emberi tevékenységnek

köszönhetően egy helyen koncentrált formában jelennek meg, amelyet az ökoszisztéma már nem tud feldolgozni (például: nitrát, foszfát, SO₂, NO_x, CO₂).

- Más anyagok az ember alkotásai, amelyekkel az organizmusok a hosszú evolúciós fejlődésük alatt még soha nem találkoztak és nem rendelkeznek védekező-, illetve feldolgozó-képességekkel (például: klórozott szénhidrogének, dioxinok stb.).

A környezetet károsító anyagok, a fizikai és kémiai tulajdonságaiknak köszönhetően, sokféle úton terjednek szét a légkörben, vízkörforgásban, a talajban és a táplálékláncokban. Ilyen esetekben sok anyagnál előfordulhat, hogy felgyűlik az üledékekben és a testszervekben, valamint koncentrálnak olyan organizmusokban, amelyek szűrő vagy szelektív táplálékhasznosítók. Így a kezdetben ártalmatlan koncentráció a milliószeresére növekedhet az organizmusban, és így az egész ökoszisztémát veszélyeztetheti. Fokozhatja a problémát az is, hogy nincs semmilyen természetes lebomlási folyamatuk, vagy akár a lebomlás folyamán még veszélyesebb anyagok keletkeznek belőlük.

Az anyagok közvetlen és közvetett károsító hatásai sokfélék lehetnek, mivel hatóanyagtól függően az organizmus egész életfolyamatára hatással vannak, és így a visszacsatolások is sokfélék lehetnek a vele kapcsolatban lévő ökoszisztémára.

Az ember számára fontos terhelési megkülönböztetések, kategóriák:

- akut mérgezés (akut toxicitás),
- krónikus toxicitás (kis dózisok hosszútávú hatásai),
- rákkeltő hatás (karcinogenezis, szomatikus mutáció),
- öröklődő károsodás (genetikai mutáció),
- terhességi alatti károsodás (teratogén hatás).

Ezenkívül sok anyag csak akkor fejt ki káros hatását, ha először más anyagokkal keveredik; ezeknek a kombinálódó (szinergiái) hatásoknak a vizsgálata nagy jelentőséggel bírna a környezetbe bevitt sokféle károsító miatt, viszont ezen vizsgálatokat a megszámlálhatatlan variációk lehetetlen vállalkozássá teszik (RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN: UMWELTGUTACHTEN, 1978; UMWELTBUNDESAMT, 1989; BOSSEL, 1990).

2.3.1. A károsító anyagok feldúsulási lehetőségei

Különböző mechanizmusok gondoskodnak arról, hogy a káros anyagok a fizikai és kémiai tulajdonságuknak megfelelően fel tudjanak dúsulni organizmusokban és az ökoszisztémákban.

Az akkumulációs folyamatokhoz a következők sorolhatóak:

- az élővizekben történő lerakódás során (üledék),
- párolgás és töményesedés révén (például levélzet, kéreg, törzs),
- szűrő állatokban (kagylók és más vízi élőlények),
- a testben a hiányzó elégetés vagy kiválasztódás miatt,
- a táplálékláncban történő továbbadás során.

Ezek a hatások, kombinálva, több százmillió dúsulási variációhoz vezetnek, és így egy eredetileg teljesen ártalmatlan, alig mérhető káros anyagkoncentráció végül az organizmus terhelésével jár, ami például veszélyezteti a továbbszaporodást és a kipusztulás szélére is sodorhat egy fajt.

Károsító anyagok mennyisége a szervezetben is megnőhet, ha az nem rendelkezik a kiválasztáshoz szükséges saját mechanizmusokkal, vagy nincs alkalmas metabolikus elégetése, illetve ha a szervezet összekeveri a felépítő anyagokkal. További feldúsulás akkor következhet be a szervezetben (bioakkumuláció), ha felborul az egyensúly a tápanyag felvétel és kiválasztás között, mivel vagy metabolikusan nem égethető el, vagy nem választódik ki újra. Akkumuláció elsősorban olyan anyagoknál fordulhat elő, amelyeknél az organizmusok nem fejlesztettek ki semmiféle anyagcsere folyamatot, mivel eddig nem voltak fellelhetőek a természetben (például: klórozott szénhidrogének).

A káros anyagok főleg az anyagcserénél aktívan résztvevő szervekben (máj, vese, lép) dúsulnak fel és onnan – káros anyagtól függően – bizonyos testszervekben tárolódnak el. Zsírban oldódó hatása miatt a klórozott szénhidrogének és a szerves nehézfém vegyületek elsődlegesen a zsírszövetben és az agyban dúsulnak fel. Ólom és a fluor a csontban és a fogakban akkumulálódnak vagy a hajban (ólom). Más anyagokat pedig az izomszövetben találhatunk.

Mikroorganizmusoknál is felfedezhető a csökkenő szaporodás és anyagcserezavarok. Különösen magas feldúsuló hatás figyelhető meg gombák esetében. Egyes anyagok a környezetben nem bomlanak le, sőt még veszélyesebb anyagokká (metabolitok) alakulnak. Alkalmazásukkal azonnali betiltásuk esetén is az ökoszisztémák még

évtizedekig terheltek lennének. „Perzisztens” káros anyagokat a környezet és az organizmusok alig vagy egyáltalán nem bontanak le. Itt kell megemlíteni a DDT-t. Egyes anyagokból az anyagcsere folyamán metabolitok keletkeznek, amelyek még veszélyesebbek és nagyobb perzisztenciájuk van (mint a DDT metabolitjai DDD és DDE).

Egy károsító anyag megítélésénél nagy jelentőséggel bír a lebomlásának foka. Káros anyagoknál a könnyen lebontható, nehezen lebontható és az egyáltalán le nem bontható anyagokat különböztetjük meg. A lebomlás foka a hosszútávú fenyegetettség nagyságától és súlyától függ. Nem lebontható anyagok (mint a nehézfém vegyületek) a legkisebb mennyiség esetén is feldúsulnak a környezetben. A nehezen lebontható anyagoknál akkor fordulhat elő dúsulás, ha az immiszió aránya meghaladja a lebomlását (például DDT). Könnyen lebontható anyagok legtöbbször a környezetben is előfordulnak, amiket az organizmusok könnyen tudnak kezelni. Hogy kikerüljék a perzisztencia problémákat, egyre nagyobb mértékben használnak gyorsan lebomló biocidokat (például organofoszfát; AHLHEIM, 1975; GLOBAL 2000, 1980; MASTERS, 1974; RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN, 1978; UMWELTBUNDESAMT, 1984; UMWELTBUNDESAMT, 1988; BOSSEL, 1990).

2.3.2. Talajterhelések

A növények növekedéséhez szükséges tápanyag- és víztárolóként, valamint a növényi és állati halott organikus anyagok visszaforgatásában a talajnak központi szerepe van az ökoszisztémákban. Az élethez szükséges talajfunkciókért a mikroorganizmusok felelnek. Az atmoszférikus légszennyezésből és a mezőgazdaságból származó károsító anyagok (műtrágya, növényvédő szerek) közvetlenül veszélyeztetik a talajéletet, a talajfolyamatokat, másrészt a táplálékláncon és a vízen keresztül az emberek és az állatok táplálékába is juthatnak.

Sok mezőgazdasági területet – évente többször is – gyomirtó szerekkel (herbicid), rovarirtó szerekkel (inszekticid), gombaölő szerekkel (fungicid) és más kártevők elleni szerekkel (nematicid, akaricid, stb.) kezelnek. A napjaink intenzív mezőgazdasági termelése a biocidoktól függ, mivel nincsen hatékony fertőzés-megelőzés hosszabb vetési forgók és kisebb területek révén. Ivóvízben a megengedett növényvédő szerkoncentráció hatóanyagoként maximum 0,1 µg/l lehet; összhatárértéke pedig 0,5 µg/l lehet.

2.3.2.1. A biocidok

Hogy hatásuk legyen, a biocidoknak létfontosságú folyamatokat kell megsemmisítenie (növényeknél a fotoszintézist és a növekedést; állatoknál a központi idegrendszert, ingervezetést és a kolinészterázist). Mivel ez a nagyobb organizmus osztályoknál azonos, így a legtöbb biocidnak (legtöbbször el is várt) széleskörű hatásai vannak. Hosszú ideig (több napig) hatékonynak kell maradnia, de egy bizonyos idő után le is kell bomlania, hogy egyes perzisztens káros anyagok feldúsulását csökkentsük. Így a biocidok az ökoszisztéma más komponenseit is veszélyezteti. Az elkerülhetetlen rezisztencia képződés az ökoszisztémák és organizmusok további elváltozásához vezethet.

2.3.2.2. Herbicidek (gyomirtószer) hatásai

A herbicidek egyik nagy csoportja (mint a 2,4-D, 2,4,5-T, Picloram stb.) a növekedésért szabályozó növényi hormonra hasonlít, és növekedési zavarokat okoz: a növény elpusztulásig növekszik. Ezek a herbicidek kismértékű szennyeződéseket, dioxinokat tartalmazhat.

A herbicidek másik csoportja (mint Atrazin, Simazin, Tenuron, Diuron, Monuron) a fotoszintézist gátolja: a növény éhen pusztul. Ezeknek a szereknek nincs közvetlen hatásuk az állatokra, viszont részben a karcinogenitás gyanújában állnak.

2.3.2.3. Fungicidek (gombaölőszerek) jellemzői és veszélyei

Azokat a növényvédő szereket nevezzük fungicideknek, amelyeket gombák és betegségei ellen használnak. Legtöbbjük megelőző védekezésre alkalmas. Egyes készítmények a már fertőzött növényt is képesek meggyógyítani, ezek a kuratív hatású szerek. A felszívódó (szisztémikus) gombaölő szerek a gyökéren, vagy a levélen keresztül a növénybe jutnak, és a nedvszállítással terjednek; a kontakt gombaölő szerek a felületen maradnak. A gombaölő szerekkel szembeni ellenállóság kialakulásának elkerülésére érdekében a gyakorlatban a szisztémikus hatású készítményeket a kontakt hatásúakkal kombináltan alkalmazzák. A gombaölő szereket csávázásra, valamint talaj- és növénykezelésre egyaránt használják. A gombaölő szerek néhány hatóanyaga kémiai csoportosítás szerint:

- antibiotikum hatóanyagú gombaölő szerek,
- cink- és vastartalmú szervetlen gombaölő szerek,
- heterociklikus vegyület hatóanyagú gombaölő szerek,

- kéntartalmú gombaölő szerek,
- kombinált hatóanyagú gombaölő szerek,
- réztartalmú gombaölő szerek.

Réztartalmú fungicidok belélegzéssel, lenyeléssel és kontakt úton juthatnak a szervezetbe. Károsíthatják a kapillárisokat, hemolízist, máj- és vesekárosodást okozhatnak.

2.3.2.4. Inszekticidok (rovarölőszerek) terhelései

Belégzés, nyelés és érintkezés útján (így más állatokra is) hathatnak. E három típusú inszekticid (klórozott szénhidrogének, organikus-foszfátok, karbamid) elsősorban a tartózkodási idejük alapján különböznek (perzisztencia). Az inszekticidok zsírszövetben oldódnak és az idegimpulzusok blokkolásával ölnek. Klórozott szénhidrogének (DDT, DDD, DDE; Aldrin, Dieldrin, Eldrin, Heptachlor, Chlordan, Lindan, stb.) a központi idegrendszerre hatnak. A környezetben perzisztensek és felgyűlnek.

Organikus-foszfátok (foszforsav-észterek) (Parathion, Malathion, Diazinon, stb.) enzimzavarokkal blokkolják a szinapszisokat. Gyorsan lebomlanak, így nem perzisztensek és nem halmozódnak fel.

Karbamidok (Carbaryl, Zectran, stb.) a vegetatív idegrendszert zavarják (kolinészteráz). Szintén viszonylag gyorsan lebomlanak, így kevésbé perzisztensek mint a klórozott szénhidrogének. Pyrethroidok szintén hatékony inszekticidok. A körömvirág Pyrethrum biológiai hatóanyagához hasonlóak.

A peszticidok egy komoly egészségügyi kockázatot jelentenek különösen a harmadik világ országai számára. A becslések szerint világszerte évente 400.000-től két millió növényvédőszer mérgezés lehet, abból 10.000-től 40.000 halálos kimenetelű (RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN, 1985; BROWN, 1988; UMWELTBUNDESAMT, 1984; UMWELTBUNDESAMT, 1989; BOSSEL, 1990).

2.4. Növényvédelmi gépek műszaki, környezetvédelmi követelményei, a gépek minősítése, vizsgálata

A gépekkel végzett növényvédelmi tevékenység során fennáll a környezetszennyezés veszélye. A növényvédelmi gépek nem szabványos kialakítása, használata, beállítása és a karbantartások elmulasztása is súlyos következményekkel járhat humán, környezeti és gazdasági szempontból egyaránt (terméskiesés, mérgezések). Ezért már évtizedekkel

ezelőtt jogszabályokat, szabványokat alkottak annak érdekében, hogy a gépek kialakítása, az alkalmazott műszaki megoldások lehetővé tegyék, hogy a kezelések csökkentett permetlé-felhasználással, a környezet lehető legkisebb mértékű terhelésével legyenek elvégezhetőek.

2.4.1. Növényvédelmi gépek minősítése

2.4.1.1. Növényvédő gépek minősítése Európában

Az egyes európai országokban a növényvédő gépek minősítésére egymástól eltérő rendszereket dolgoztak ki és alkalmaznak, ugyanakkor ezek a rendszerek hasonló elemekből épülnek fel. Az egyik fontos hasonlóság, hogy a gépek kötelező minősítését jogszabály írja elő, a minősítési kötelezettség hatálya alá új növényvédelmi gépek tartoznak. Honosított európai szabványok figyelembevételével elkészített követelményrendszer (műszaki, környezetvédelmi, munkabiztonsági követelmények) szerint történik növényvédő gépek (típusok) minősítése. Ez történhet adminisztratív úton vagy laboratóriumi gépvizsgálat eredményei alapján. A minősítés a gépek használati értékének, üzembiztosságának vizsgálatára nem terjed ki. A gépek kereskedelmi forgalomba hozatalát megelőző minősítés a gyártó, illetve forgalmazó vállalat kötelessége. A minősített típusokra forgalmazási engedélyt adnak ki, ezt követően bekerülnek az engedéllyel rendelkező növényvédelmi gépeket tartalmazó adatbázisba, amely sok esetben a mezőgazdasági tevékenység kapcsán felmerülő támogatások (pl. géptámogatás, földalapú támogatás) igénylésekor a benyújtott kérelmek elbírálásának alapjául szolgál. Az engedélyek meglétének igazolására rendszerint az értékesített gépekre matricát kell felragasztani. Az engedélyezettség tényét, továbbá a matricák alkalmazását általában az illetékes növényvédelmi hatóság ellenőrzi. Jogsértő magatartás esetén bírságot szabnak ki, illetve egyéb intézkedéseket (pl. termékforgalmazási korlátozás) foganatosítanak.

A növényvédelmi gépek minősítése, vizsgálata kapcsán mindenképpen fontos megemlíteni a Németországban önkéntes alapon működő, úgynevezett elismerési rendszert. Az elismerést a gyártó, illetve forgalmazó vállalat mellett a gépek tulajdonosai is kérelmezhetik. Lehetőség van a komplett gép vagy egyes különálló részegységek (pl. fűvókák) elismertetésére is. Az eljárás során az illetékes Julius Kühn-Institut (JKI) végez egy teljes körű (minden részegységre kiterjedő) laboratóriumi műszaki-funkcionális vizsgálatot, emellett a területileg illetékes szövetségi tartomány növényvédelmi

szolgálata szabadföldi vizsgálatnak (tartós üzemi vizsgálat) is aláveti az elismertetni kívánt géptípust, részegységet. Amennyiben a vizsgálati tárgy mind a laboratóriumi, mind a szabadföldi vizsgálatok során kielégíti a vonatkozó követelményeket, meghatározott időtartamra elismertté válik. Az elismertség ténye a vonatkozó jogszabályokban foglalt követelményeknek való megfelelésen túl azt is igazolja, hogy a vizsgált gép vagy részegység használati értéke, üzembiztossága, tehát gyakorlati alkalmazhatósága is megfelelő.

Elismert gépek esetében lehetőség van arra, hogy elsodródást csökkentő képesség tekintetében is értékeljék. Az értékelés feltétele, hogy a bejelentő rendelkezzen a JKI által meghatározott követelmények szerint és feltételek mellett szélcsatornában vagy szabadföldön lefolytatott elsodródás-vizsgálati eredményekkel. Ezeket az eredményeket vagy úgynevezett elsodródási határértékeket tartalmazó adatbázis vonatkozó elemeivel, vagy úgynevezett hagyományos referencia-permetezőgép elsodródás vizsgálati eredményeivel hasonlítják össze és értékelik az elsodródás csökkentő képességet. A gépeket elsodródást csökkentő képességük alapján kategóriákba (50, 75, 90%) sorolják, a besorolt tételekről pedig listát tesznek közzé. A 90%-os kategóriába tartoznak például az alagút permetezőgépek, illetve a levelek alá történő permetezésre alkalmas permetezőgépek. A 75%-os, illetve az 50%-os kategóriába anyagtakarékos, környezetkímélő műszaki megoldásokkal felszerelt gépek tartoznak, mint például a korszerű légbeszívós fűvókákkal, légszákos szórószerkezettel, valamint a szórókeret szélein úgynevezett záró fűvókákkal felszerelt gépek. A besorolás alapján, az illetékes növényvédelmi hatósággal történő egyeztetést követően kötelező jelleggel írják elő, hogy a környezetterhelésre kifejezetten érzékeny területeken (pl. élővizek, védendő természeti értékek közelében) – a kezelendő területre kijuttatandó növényvédő szerek tulajdonságainak függvényében – milyen műszaki megoldásokkal felszerelt permetezőgépeket lehet alkalmazni. Az előírásokat feltüntetik az egyes növényvédő szerek göngyölegein (zsákok, kannák, flakonok stb.). A környezetvédelmi előírások folyamatos szigorodása miatt hasonló rendszer bevezetése hazánkban is várható a közeljövőben (GANZELMEIER, 2005; DIMITRIEVITS - GULYÁS, 2011)

2.4.1.2. Növényvédő gépek típusminősítése Magyarországon

A vonatkozó jogszabályok értelmében az 5 dm³-nél nagyobb névleges térfogatú tartállyal rendelkező, a lentebbi felsorolásban megtalálható, új növényvédelmi gépeket –

a kutatási, vizsgálati, kísérleti vagy kiállítási célokat szolgáló gépek kivételével – típusminősítési eljárás alá kell vetni kereskedelmi forgalomba hozatal előtt.

A jogszabályok hatálya alá a következő növényvédelmi gépek tartoznak:

- függesztett, vontatott, valamint önjáró kivitelű szántóföldi permetezőgépek,
- függesztett, illetve vontatott kivitelű ültetvény (kertészeti) permetezőgépek,
- hordozható kivitelű (háti, taligás, telepíthető stb.), motoros hajtású permetezőgépek,
- hordozható kivitelű (kézi, vállra akasztható, háti stb.), nem motoros hajtású permetezőgépek,
- csávázó gépek,
- granulátum szóró berendezések (beleértve a vetőgépekre szerelt adaptereket is).

A kötelező típusminősítési eljárást a Vidékfejlesztési Minisztérium felügyelete alá tartozó Mezőgazdasági Gépesítési Intézet (MGI) folytatja le meghatározott követelmények alapján. A fentebb felsorolt kategóriákba tartozó növényvédelmi gépek 2004. január 1. óta kizárólag az MGI által lefolytatott típusminősítési eljárás alapján kiadott, hatályos forgalomba hozatali engedély birtokában hozhatók kereskedelmi forgalomba hazánkban. A vizsgálati rendszer hazai bevezetésében, adaptálásában a Pannon Egyetem – Georgikon Kar Agrárműszaki Tanszéke is jelentős szerepet játszott, melyet számos publikációban is ismertettek (LÁSZLÓ - PÁLYI, 1993; LÁSZLÓ - PÁLYI - TAKÁCS, 1998; LÁSZLÓ - PÁLYI - DIMITRIEVITS, 2000; LÁSZLÓ - PÁLYI - DIMITRIEVITS, 2001; DIMITRIEVITS - GULYÁS, 2011).

A növényvédelmi gépeket gyártó, illetve forgalmazó vállalat köteles az MGI felé nyilatkozatot benyújtani, amelyben nyilatkozik arról, hogy az általa gyártott, illetve forgalmazott növényvédelmi gépek a vonatkozó jogszabályokban meghatározott követelményeknek megfelelnek. A nyilatkozathoz magyar nyelven mellékelni kell a következő, meghatározott tartalmú, és megadott formátumú dokumentumokat:

- nemzetközi érvényű minőségtanúsítás(oka)t,
- gépcsaládok esetén családonként az egyes típusok meghatározására szolgáló úgynevezett kombinációs mátrixot, amely tartalmazza a típusok fontosabb műszaki paramétereit (1 db mátrix egy gépcsaládra vonatkozik, a mátrix minden egyes sora egy-egy különböző géptípust jelöl),

- típusonként az egyes típusokat azonosító, minden részegységre kiterjedő műszaki adatlapot,
- használati útmutató(ka)t,
- egyéb, az elbírálást érdemben segítő dokumentumokat (fotók, prospektusok stb.).

Amennyiben rendelkezésre áll(nak), a következő dokumentumo(ka)t is be lehet nyújtani:

- az MGI, illetve az ENTAM (European Network for Testing of Agricultural Machines – Mezőgépvizsgáló Intézmények Európai Hálózata) megnevezésű nemzetközi szakmai szervezet másik, teljes jogú tagsággal rendelkező tagintézménye által, a típusminősítési eljárásra bejelentett géptípus(ok)ra vonatkozó, azonos követelmények alapján lefolytatott vizsgálat, minősítés során kapott eredményeket igazoló dokumentumok (vizsgálati jegyzőkönyvek, gépvizsgálati jelentések, minősítési dokumentáció stb.),
- munkavédelmi, munkabiztonsági minősítő bizonyítvány(ok).

Amennyiben a benyújtott dokumentáció tartalmilag hiányos, illetve nem a meghatározott formátumban került benyújtásra, az eljárás megkezdése előtt az MGI kiegészítést, hiánypótlást kér.

A komplett dokumentáció alapján az MGI meghatározza a típusminősítési eljárás lefolytatásának módját.

A típusminősítési eljárás 3 különböző módon folytatható le:

- a benyújtott dokumentáció alapján, adminisztratív úton,
- helyszíni szemle alapján,
- laboratóriumi gépvizsgálat alapján.

Az adminisztratív úton történő típusminősítési eljárásra kizárólag akkor van lehetőség, ha a bejelentett géptípus(ok) nemzetközi érvényű minőségtanúsítási okirattal rendelkeznek, az MGI vagy másik, teljes jogú ENTAM tagintézmény korábban, azonos követelmények alapján, pozitív eredménnyel vizsgálta, minősítette a bejelentett típus(oka)t.

A helyszíni szemle alapján történő minősítés lehetősége akkor merül fel, ha a benyújtott dokumentáció alapján nem lehet egyértelműen dönteni a típus alkalmasságáról, ugyanakkor laboratóriumi gépvizsgálat nem szükséges.

Amennyiben a típusminősítési eljárásra bejelentett géptípus(ok) vonatkozásában nem állnak fenn a fentebb részletezett lehetőségek, akkor az MGI telephelyén elvégzi a laboratóriumi gépvizsgálatot, ennek alapján ítéli meg a gépek alkalmasságát. Gépcsalád(ok) esetén családonként egy géptípus (vezérgép) laboratóriumi vizsgálatára kerül sor, a gépcsaládba tartozó többi géptípus alkalmasságának megítélése dokumentumok, szükség esetén helyszíni szemle alapján történik.

Új gépekkel szemben támasztott főbb követelmények:

Szántóföldi permetezőgépek:

- a permetlészivattyú (főszivattyú) szállítási teljesítménye legalább a gép gyártója által megadott névleges érték 90%-a legyen,
- egyenletes permetlé-koncentrációt biztosító keverő berendezés, a legnagyobb megengedett eltérés $\pm 15\%$ lehet.
- manométer előírt osztása és megfelelő pontossága,
- az egyes szórókeret-szakaszok ki- és bekapcsolásakor bekövetkező nyomásváltozások mértéke nem haladhatja meg a 10%-ot,
- az egyes szórófejek térfogatárama maximum $\pm 10\%$ -kal térhet el a gyártó által megadott névleges értéktől vagy max. $\pm 5\%$ -kal a szórófejek átlagos folyadékfogyasztásától,
- a nyomásmérési pont, valamint az egyes szórókeret-szakaszok betáplálási pontjától legtávolabb eső szórófejek között fellépő nyomáscsökkenés max. 10% lehet,
- a variációs együttható ne haladja meg a 7%-ot a gyártó által előírt szórókeret-magasságon és nyomáson. A gyártó által előírt más szórókeret-magasságok és nyomások esetén a szóródási együttható ne haladja meg a 9%-ot.

Ültetvény (kertészeti) permetezőgépek:

- a permetlészivattyú (főszivattyú) szállítási teljesítménye minimum a gép gyártója által megadott névleges érték 90%-a legyen,
- hatékony keverő berendezés,
- manométer előírt osztása és megfelelő pontossága,
- az egyes szórófejek szórásteljesítménye maximum $\pm 10\%$ -kal térhet el a gyártó által megadott névleges értéktől vagy max. $\pm 5\%$ -kal a szórófejek átlagos folyadékfogyasztásától,
- a megfelelő szimmetrikus permetezés érdekében a bal és jobb oldali szóróívre szerelt szórófejek átlagos folyadékfogyasztása közötti különbség max. 5% lehet,

- a nyomásmérési pont, valamint az egyes szóróívek betáplálási pontja között max. 10% nyomáskülönbség lehet.

(DIMITRIEVITS - GULYÁS, 2011; 43/2010. FVM RENDELET, 2013).

A típusminősítési eljárások díjait külön jogszabályban rögzített díjszabás tartalmazza.

Amennyiben az eljárásra bejelentett típusok kielégítik a vonatkozó követelményeket, az MGI 5 évig hatályos forgalomba hozatali engedélyt ad ki, a minősített típusok bekerülnek a „Forgalomba Hozatalra Engedélyezett Növényvédelmi Gépek Jegyzéke” megnevezésű adatbázisba. A műszaki, növény- és környezetvédelmi szempontból nem jelentős hiányosság, eltérés esetén egy évig hatályos, ideiglenes forgalomba hozatali engedély is kiadható.

Az időbeli hatály lejártával a forgalomba hozatali engedélyt új nyilatkozat benyújtásával (a fentebb leírtak szerint) meg kell újítani.

Ha a forgalomba hozatali engedély hatályossági időtartamán belül bármely géptípuson érdemi műszaki változtatást hajtanak végre, azt az MGI felé be kell jelenteni. Az MGI a bejelentés alapján elbírálja, hogy a hatályos forgalomba hozatali engedély hatályban maradhat-e, vagy a változtatások következtében új forgalomba hozatali engedély kiadása szükséges (a gép a változtatások következtében új típusnak minősül) a korábban részletezettek szerint. Az MGI jogosult a forgalomba hozatali engedély hatályossági időtartamán belül vizsgálatot folytatni, ha a géptípusnál minőségromlás vagy be nem jelentett érdemi műszaki változtatás gyanúja merül fel. Az MGI a forgalomba hozatali engedélyt visszavonja, ha a géptípus minősége romlott vagy a forgalomba hozatali engedéllyel rendelkező gépen olyan változtatást hajtottak végre, amelyet az MGI felé nem jelentettek be.

A hatályos forgalomba hozatali engedéllyel rendelkező növényvédelmi gépekről az MGI nyilvántartást vezet és tesz közzé honlapján.

A forgalomba hozatali engedély hatályosságát, az engedély számának és időbeli hatályának feltüntetésével az alábbi kivitelű matricával kell igazolni valamennyi értékesített gépen. A matricát a gépeken feltűnő helyen (pl. tartályon) kell elhelyezni (6. kép).



6. kép Engedélyezett növényvédelmi gépet igazoló matrica (43/2010. FVM RENDELET; 2013)

A forgalomba hozatali engedély hatályosságát, valamint a matricák előírt alkalmazását a vonatkozó jogszabályokban kijelölt szervezet (növényvédelmi hatóság) ellenőrzi, a vonatkozó jogszabályokban foglaltak be nem tartását szankcionálja. (DIMITRIEVITS, 2009; DIMITRIEVITS, 2010; GULYÁS - KOVÁCS, 2010; DIMITRIEVITS - GULYÁS, 2011)

2.4.1.3. Európai megfelelés új növényvédelmi gépek esetében

A típusminősítés rendszerével párhuzamosan az Európai Unió parlamentje és tanácsa is foglalkozott a növényvédelmi gépek környezeti és biztonságtechnikai előírásainak egységesítésével, melynek következtében módosították a „Gépekről” szóló 2006/42/EK irányelvét (EK – Európai Közösség) a 2009. október 21.-i 2009/127/EK a „Növényvédő szerek forgalomba hozataláról” szóló európai parlamenti és tanácsi rendeletével. Ennek értelmében a „pesticidok kijuttatására szolgáló gépet” is CE megfelelési jelöléssel kell ellátni. Magyarországon történő alkalmazását a 2011. szeptember 22.-én módosított 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet (NFGM – Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium) rendelete szabályozza. A növényvédelmi gépekre vonatkozó előírásokat külön mellékleti pontban (16/2008. NFGM rendelet, 1. mellékletének 2.4 pontja) részletezi a rendelet, mely az általános rendelkezések mellett, a kijuttatásra, karbantartásra, tisztításra, szervizelésre és a használati útmutató tartalmára is kitér. Az előírások a módosító 36/2011. (IX. 22.) NGM rendelet (NGM – Nemzetgazdasági Minisztérium) 2011. december 15.-től hatályba lépett és érvényes a Magyarországon forgalomba hozott növényvédelmi gépekre (2006/42/EK RENDELET, 2006; 2009/127/EK RENDELET, 2009; 16/2008. NFGM RENDELET, 2013).

2.4.2. Üzemelő permetezőgépek időszakos felülvizsgálata

2.4.2.1. Permetezőgépek időszakos felülvizsgálata Európában

Az Európai Unió (EU) tagállamainak többségében, illetve más európai országokban is hosszú évek óta működik az üzemi méretű, használatban lévő szántóföldi és ültetvény (kertészeti) permetezőgépek időszakos felülvizsgálati rendszere (rendszeres időközönként történő ellenőrzése). A legtöbb államban (pl. Belgium, Cseh Köztársaság, Dánia, Egyesült Királyság, Hollandia, Lengyelország, Litvánia, Németország, Olaszország, Svájc, Szlovákia, Szlovénia) a vonatkozó jogszabályok értelmében kötelező jelleggel működtetik a rendszert. Egyes országokban (pl. Ausztria, Spanyolország) egyelőre önkéntes alapon végzik az időszakos ellenőrzéseket, és későbbi időponttól fogják bevezetni a felülvizgáltatási kötelezettséget. Akadnak azonban olyan államok is (pl. Bulgária, Románia, Szerbia), ahol nem végeznek felülvizgálatokat, ugyanakkor tervezik a rendszer bevezetését.

A gépek felülvizgáltatása a kötelező jellegű felülvizsgálati rendszert működtető országokban a géptulajdonosok kötelessége. A felülvizgálatokat általában a vonatkozó európai szabványban (EN 13790) foglaltakon nyugvó követelményrendszer alapján, érvényes engedély birtokában, a személyi és tárgyi feltételeknek megfelelő állomások végzik rendszeres időközönként. Az alkalmazott követelményrendszerek rögzítik azokat a követelményeket, amelyeket az ellenőrzött gépeknek ki kell elégíteniük, meghatározzák a felülvizgálatok során alkalmazandó vizsgálati módszereket, tartalmazzák a vizsgálatokhoz szükséges mérőeszközök, vizsgáló berendezések körét, továbbá előírásokat közölnek az alkalmazott eszközök, berendezések metrológiai jellemzőinek (mérési tartomány, osztás vagy felbontás, pontosság stb.) vonatkozásában. A felülvizsgálati gyakoriság általában 2–3 év. Vannak olyan államok is (pl. Norvégia, Svájc), ahol a természeti adottságok, a mezőgazdaság nemzetgazdaságban betöltött szerepe, valamint az üzemelő permetezőgépek darabszáma 4–5 éves bevizsgálási ciklust tesz indokolttá és lehetővé, az Egyesült Királyságban ugyanakkor évente végzik el a felülvizgálatokat.

Általánosságban elmondható, hogy Európában a kezdeti nehézségek (széles körű tájékoztatás, a felülvizsgáló állomások felszerelése, a személyzet továbbképzése, szervezési nehézségek stb.) leküzdését követően Európa-szerte évről évre növekszik a rendszeresen felülvizgált permetezőgépek száma. Az európai országok többségének példája arra világít rá, hogy az üzemi méretű permetezőgépek időszakos felülvizgálati

rendszerének bevezetése, fenntartása mind szakmai, mind piaci szempontok figyelembevételével indokolt (DIMITRIEVITS - GULYÁS, 2011).

2.4.2.2. Permetezőgépek időszakos felülvizsgálata Magyarországon

Hazánkban a vonatkozó jogszabályok értelmében kötelező jelleggel kerül bevezetésre a használatban lévő permetezőgépek időszakos felülvizsgálati rendszere. A kötelezettség az üzemi méretű szántóföldi és ültetvény (kertészeti) permetezőgépekre vonatkozik, melyeket három évenete időszaki felülvizsgálatnak kell alávetni. Az üzemben lévő permetezőgépek rendszeres időközönként történő felülvizsgáltatásának kötelezettsége a gépek tulajdonosait terheli.

A felülvizsgálatokat az MGI által kiadott, érvényes tanúsítvánnyal rendelkező állomások végzik. Az MGI az állomások működését kizárólag akkor tanúsítja, ha azok a vonatkozó személyi és tárgyi feltételeknek maradéktalanul megfelelnek.

Fontosabb tárgyi feltételek (a felülvizsgálatok elvégzéséhez szükséges, fontosabb vizsgáló berendezések, mérőeszközök):

- átfolyásmérő berendezés szivattyúk szállítási teljesítményének (szállítási kapacitásának) meghatározásához,
- ellenőrző manométer a gépek nyomásmérőjének vizsgálatához,
- mérőeszköz vagy mérőhenger a szórófejek folyadékszállításának ellenőrzéséhez,
- nyomásmérő eszköz a nyomásváltozások, a nyomásesés meghatározásához,
- vályúsor szántóföldi permetezőgépek keresztirányú szórás egyenletességének meghatározásához,
- egyéb mérőeszközök (fordulatszám-mérő, mérőszalag, stopperóra, légnyomásmérő).

A felszereléshez tartozik egy úgynevezett kármentő is, amely alkalmas a vizsgálatoknál kijuttatott víz felfogására és összegyűjtésére. A vizsgáló berendezéseknek és mérőeszközöknek mobil kivitelűeknek kell lenniük. A felülvizsgáló állomásokon végzett mérések eredményeinek visszavezethetősége érdekében meghatározott időközönként kalibráltatni szükséges az ellenőrzések során használt eszközöket, berendezéseket.

A jogszabályok szerves részét képezi egy követelményrendszer, amely honosított európai szabványban (MSZ EN 13790) foglaltak figyelembevételével készült el, részegységek szerinti bontásban rögzíti azokat a követelményeket, amelyeknek az

ellenőrzött gépeknek meg kell felelniük, meghatározza a felülvizsgálatok módszereit, felsorolja a szükséges mérőeszközöket és vizsgáló berendezéseket, valamint előírásokat közöl az eszközök, berendezések fontosabb jellemzői tekintetében.

A gépekkel szemben támasztott főbb követelmények:

Szántóföldi permetezőgépek:

- megfelelő műszaki állapot, kifogástalan működés, tömítettség az összes részegység vonatkozásában,
- a permetlészivattyú (főszivattyú) szállítási teljesítménye legalább a gép gyártója által megadott névleges érték 90%-a legyen,
- hatékony keverő berendezés,
- manométer előírt osztása és megfelelő pontossága,
- az egyes szórókeret-szakaszok ki- és bekapcsolásakor bekövetkező nyomásváltozások mértéke nem haladhatja meg a 10%-ot,
- az egyes szórófejek szórásteljesítménye (adagolási pontossága) maximum $\pm 10\%$ -kal térhet el a gyártó által megadott névleges értéktől,
- a nyomásmérési pont, valamint az egyes szórókeret-szakaszok betáplálási pontjától legtávolabb eső szórófejek között fellépő nyomáscsökkenés max. 10% lehet,
- keresztirányú szórás egyenletességénél a variációs együttható értéke (CV) $\leq 10\%$.

Ültetvény (kertészeti) permetezőgépek:

- megfelelő műszaki állapot, kifogástalan működés, tömítettség az összes részegység vonatkozásában,
- a permetlészivattyú (főszivattyú) szállítási teljesítménye minimum a gép gyártója által megadott névleges érték 90%-a legyen,
- hatékony keverő berendezés,
- manométer előírt osztása és megfelelő pontossága,
- az egyes szórófejek szórásteljesítménye maximum $\pm 15\%$ -kal térhet el a gyártó által megadott névleges értéktől vagy max. $\pm 10\%$ -kal a szórófejek átlagos folyadékfogyasztásától,
- a megfelelő szimmetrikus permetezés érdekében a bal és jobb oldali szóróívre szerelt szórófejek átlagos folyadékfogyasztása közötti különbség max. 10% lehet,
- a nyomásmérési pont, valamint az egyes szóróívek betáplálási pontja között max. 15% nyomáskülönbség lehet (43/2010. FVM RENDELET, 2013).

A felülvizsgálatok rendjére, a felülvizsgáló állomások létesítésére, az ellenőrzések lebonyolítására, valamint a vonatkozó jogszabályokban nem szabályozott kérdésekre vonatkozó információt várhatóan az MGI javaslatainak figyelembevételével teszik közzé (GULYÁS, 2008; GULYÁS - KOVÁCS, 2010; GULYÁS - SOÓS, 2010; DIMITRIEVITS - GULYÁS, 2011; 43/2010. FVM RENDELET, 2013).

3. Anyag és módszer

3.1. Az ISO 22368 szabvány keletkezése és tartalma

Az előző fejezet alapján egyértelmű, hogy a növényvédelem meghatározó szerepet játszik a növénytermesztésben, mivel javítja a termésátlagokat és kiszámíthatóbbá teszi az élelmiszerellátottságot. Viszont egyben egy veszélyes üzem, mert a vegyszerek szennyezhetik és károsíthatják a környezetünk élővilágát, tisztítás és/vagy karbantartás hiánya más növényi kultúrák fejlődését befolyásolhatja (perzselés), mely során a gazdának bevételkieséssel, bírságokkal és a területalapú támogatások megvonásával is számolnia kell.

E fajta problémák kiküszöbölésére új gyakorlati és alkalmazástechnikai megoldások láttak napvilágot. A gyakorlati megoldások között meg kell említeni az Európai Növényvédelmi Egyesület által életre hívott TOPPS programot (2005), amely az Európai Bizottság „Life” programjával karöltve olyan ajánlásokat, bemutatókat, prospektusokat dolgoz ki, mely a környezet lokális szennyezésének elkerülését és az egészség megőrzését szolgálja a növényvédő szerrel dolgozó gazdák továbbképzésével (EUROPEAN COMMISSION, 2008).


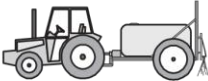

Az alkalmazástechnikai megoldások között kell megemlíteni, a vizsgálataim alapjait képező, ISO 22368 szabványt, mely kifejezetten a EN 12761 szabványban megfogalmazott tisztítóberendezések hatékonyságának megállapítására szolgál.

A szabvány életre hívásához az ISO 1999-ben egy munkacsoportot állított fel a németországi Julius Kühn-Institut - Növényvédelmi Alkalmazástechnikai Intézet vezetésével (JKI, jogelőd: BBA). A munkacsoportot továbbá Belgium, Dánia, Egyesült Királyság, Franciaország, Olaszország és Svédország szakemberei képviselik. Munkájuk eredményeként először 2002-ben látott napvilágot az ISO 22368 szabvány (HERBST - GANZELMEIER, 2002). E munkacsoport munkájához a Pannon Egyetem – Georgikon Kar – Agrárműszaki Tanszéke (jogelőd: Veszprémi Egyetem – Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar – Agrárműszaki Tanszék) 2005-ben kapcsolódott be, ahol e témájú kutatásokkal 2007-ben kezdtem el foglalkozni.

A szabvány három fejezetet foglal magában, melyek vizsgálati módszereket és azok követelményrendszerét írja le. Az első fejezet a permetezőgép teljes belső tisztításával foglalkozik, a második fejezet a gép külső tisztítására és eszközeinek hatékonyságára irányul, míg a harmadik fejezet kizárólagosan csak a permetlé tartály tisztító

berendezésének vizsgálatára tér ki. A szabvány 2012 júliusában elismert nemzetközi szabvánnyá lépett elő, és napjainkban a csoport a teljesítménykritériumok meghatározásán munkálkodik. A kutatásaim során a második és harmadik fejezeteivel foglalkoztam, mivel annak első fejezetét a tanszékünk és Julius Kühn-Institut is feldolgozta és eredményeiket ismertették.

A mérések során megállapításra került, hogy a teljes tisztítás akkor működik hatékonyabban, ha az öblítő folyadékot nem egyszerre alkalmazzuk, hanem több kisebb részletben kerül felhasználásra. Ez annak köszönhető, hogy a több részben történő felhasználáskor, az első mosás fellazítja a letapadt szermaradványokat, így a későbbi öblítések jobban eltávolítják. Mellette a gyártók nem adnak semmi konkrét utasításokat a tisztítási folyamattal kapcsolatosan, valamint mérések alapján a növényvédelmi gépekben az átlagos szermaradvány mértéke 0,01% és 1% között van (1. táblázat).

Munkaszélesség			
Nominális térfogat	10 m – 18 m	21 m és szélesebb	
			0,18%
			0,15%
1000 l-ig	0,42%		0,12%
	0,32%		0,07% (*)
	0,15% (*)		0,06% (*)
			0,01%
		0,25%	
		0,25%	
1100 l – 2500 l		0,23%	0,43%
			0,14%
		0,16%	0,09% (*)
		1,04%	0,21%
2600 l – 4000 l		0,39%	
		0,39%	
		0,46%	
		0,34%	
		0,22%	
több mint 4000 l		0,21%	
		0,07% (*)	
		0,03% (*)	

* A tisztítás a növényvédelmi gépkönyve szerint – az öblítő folyadék három részletben került felhasználásra

1. táblázat Rézkoncentráció a gép tiszta vízzel történő újrafeltöltése után (WEHMANN, 2008)

(PÁLYI - LÁSZLÓ - GANZELMEIER, 2006; WEHMANN, 2008)

A következőkben a szabvány fejezeteit ismertetem részletesebben.

3.1.1. ISO 22368-1:2004 – A permetezőgépek teljes belső tisztítása

A szabvány a permetezőgép teljes tisztításának hatékonysági vizsgálatához alkalmazható mérési módszert írja le, beleértve a tartályét is. Célja, hogy megállapítható legyen a tisztító rendszer hatékonysága, és ezáltal elkerülhető legyen az egymással nem keverhető vegyszerek véletlen keveredése, amely más növényi kultúrákban kárt okozhat, továbbá csökkenthető a környezet pontszerű terhelése a technikai maradék kijuttatása során. Használható függesztett, vontatott és önjáró kialakítású mezőgazdasági permetezőknél, melyek növényvédelemi munkálatokhoz vagy folyékony trágya kijuttatására egyaránt alkalmasak. Közvetlen beinjektálásos permetezőgépekre nem megfelelő.

A vizsgálat elvégzéséhez szükséges körülmények:

- Referenciafolyadék hőmérséklet: 10 - 25 °C,
- Levegő hőmérséklet: 10 - 25 °C,
- Levegő relatív páratartalom: > 30%.

Kültéri vizsgálat esetén a klíma és az időjárás befolyásoló hatását is meg kell fontolni. A referencia folyadék 45% réztartalommal rendelkező réz-oxiklorid 1%-os oldata. Ez a javasolt tesztfolyadék, melytől el lehet térni, ha azonos szinten lehet végrehajtani a mérési módot. Ezért javasoljuk, hogy a mérések során legalább 0,01-os pontossággal lehessen meghatározni a tartályban található referenciafolyadék koncentrációját.

A vizsgálat előtt a permetezőgép teljes belső felületének tisztának kell lennie. A permetezőgépet a névleges térfogatig feltöltjük a referencia folyadékkal, eközben a gép keverő berendezése üzemel. Bizonyosodjunk meg róla, hogy a tartály felső részeit (sarkok) is benedvesítette a tesztfolyadék. A keverő berendezés folyamatos üzeme mellett 10 perc után mintákat veszünk. A mintáknak legalább 50 ml űrtartalmúaknak kell lenniük és koncentrációjuk maximum 5%-kal térhet el a referencia folyadék névleges koncentrációjától. Ezek után permetezést végzünk az előírásoknak megfelelően (például haladási sebesség, üzemi nyomás, fúvóka méret, fúvókák száma, átfolyási sebesség) úgy, hogy a teljes keretágot alkalmazzuk. Addig folytassuk a permetezést, amíg nem jön ki folyadék a fúvókákon.

A permetezés után üzemeltessük a permetezőgép tisztító berendezését a gépkönyv leírása szerint. Majd a kimosott folyadékot összegyűjtjük és mintákat veszünk. Utána feltöltjük a permetezőgépet a maximális névleges űrtartalomig tiszta vízzel és ismét permetezést végzünk, melynek folyadékát szintén összegyűjtjük és mintákat veszünk. A

minták koncentrációit atomabszorpciós spektrofotometria segítségével meghatározzuk és összevetjük a referenciafolyadék koncentrációjával és %-os arányban feltűntetjük (ISO 22368-1, 2004).

3.1.2. ISO 22368-2:2004 – A permetezőgépek külső felületének tisztítása

A szabvány e fejezete két vizsgálati módszert tartalmaz. Az első vizsgálati módszer („A” mérési folyamat) a permetezőgépek külső felületére lerakódó szermennyiség meghatározását segíti, míg a második („B” mérési folyamat) a permetezőgépekhez tartozó tisztítóberendezések hatékonyságát vizsgálja a permetezőgép külső felületére tapadt szennyeződések eltávolítása során. A vizsgálatok célja, hogy segítse és információkkal lássa el a permetezőgép tervezőket a permetezőgépek szennyeződéséről, valamint összehasonlíthatóvá tegye a különböző, a gép külső felületét tisztító eszközök hatékonyságát.

Kísérleti folyadékok és feltételek:

- Általános rendelkezések: A méréseket a megadott folyadékokkal és az előírt feltételek mellett kell végrehajtani. Más folyadék is használható ugyanazon mérési feltételek mellett.
- Tesztfolyadékok: Az „A” mérési folyamathoz 85% tisztaságú, 0,1%-os Tartrazine E102 azonosító számú, sárga színű ételszínezék vizes oldata; míg a „B” mérési eljáráshoz a 45% réztartalommal rendelkező réz-oxiklorid 0,1%-os vizes oldata használható.
- Kísérleti körülmények: A tesztfolyadék hőmérséklete 5 – 25 °C; por és levélmentes környezet (mező, füves terület); levegő hőmérséklet eltérés az ismétlések közt 5 °C; maximum 20% eltérés a relatív páratartalomban; maximális szélesség 5 m/s (Magyarországon maximálisan megengedett szélesség 2 m/s; mérése a kísérlet helyszínén, egy fix helyen, a talajszinttől számított 2 m-es magasságban történik).

3.1.2.1. „A” mérés – megismételhető külső szennyezés előállítása

Egy esetleges környezeti szennyeződés elkerülése érdekében megelőző biztonsági intézkedéseket szükséges alkalmazni. Előnyös, ha a tesztfolyadék és a tisztítás során elhasznált víz összegyűjthető. Ha ez nem lehetséges, akkor olyan intézkedéseket kell meghozni, hogy ne okozzunk semmilyen környezeti kárt kijuttatása során. A szennyezés és a tisztítás során törekedni kell a drift (elsodródás) hatás minimalizálására.

A tesztfolyadék módosítható a részletesebb információk megszerzése érdekében, illetve alternatív módszerek is alkalmazhatóak a permetezőgépek szennyezése során.

A mérés megkezdése előtt a permetezőgép felületének száraznak és tisztának kell lennie, majd feltöltjük a tartályt annyi tesztfolyadékkal, amennyi a szennyezés folyamatához szükséges. Vegyünk minimum három reprezentatív mintát, amely elég a referenciaciklus koncentrációjának ellenőrzéséhez. A minták űrtartalma legalább 50 ml legyen és a megadott koncentrációhoz való eltérés maximum 5% lehet. A permetező a fentebb említett feltételek (léghőmérséklet, páratartalom, szélesség, stb.) mellett működtethető.

Tíz percig kell egy körpályán haladni úgy, hogy a bal- és jobbirányú körök száma megegyezzen. A kör sugara szántóföldi permetezőgép esetén legyen azonos a szórókeret hosszával; míg gyümölcs-, illetve ültetvénypermetező esetén legalább 10 m hosszúságot érje el. A szennyezés során felhasznált folyadék mennyiségét mérjük és rögzítjük. A léghőmérsékletet, szélességet, páratartalmat és kísérleti feltételeket a folyamat során rögzíteni kell.

Tegyük a permetezőgépet egy megfelelő méretű felfogó medencébe, amelyben a lemosott folyadék teljes mennyisége összegyűjthető. Vontatott gépek esetén a kerekeket a medencén kívül kell lemosni. Fontos intézkedés, mivel a permetezés során a kerék abroncsára tapadt szer befolyásolja és torzítja a koncentráció mértékét. Függesztett gépek esetén lehet, hogy a traktor egy része a medence fölé nyúlik, ilyenkor ügyelni kell, hogy a traktorról ne kerüljön szennyeződés; példaként a traktor részleges letakarása javasolt.

Tisztítsuk le a permetezőt nagynyomású mosóval 1 MPa (10 bar) nyomással. Mérjük és rögzítsük a tisztítás során felhasznált víz mennyiségét. Vegyünk legalább három reprezentatív mintát az összegyűjtött és lemosott folyadékból. Tisztítsuk ki teljesen a felfogó medencét. Csináljunk egy második tisztítási folyamatot az előzőekben leírtak alapján.

Állapítsuk meg a lemosott folyadék sárga színének koncentrációját spektrofotométer segítségével. Számoljuk ki a tömegkoncentrációkat a vett minták alapján. Jegyezzük fel a permetezőgépen talált sárga színezék mennyiségének arányát százalékos formában a kipermetezett mennyiséghez képest. Iktassunk be egy harmadik mosást is, ha a második mosás koncentrációja az első mosáshoz képest 10%-a vagy annál több. A megadott környezeti feltételek mellett csináljunk legalább három ismétlést. Ha CV értéke nagyobb, mint 15%, akkor a folyamatot meg kell ismételni.

3.1.2.2. „B” mérés – külső felület tisztítóberendezéseinek hatékonyságának megállapítása

Egy esetleges környezeti szennyeződés elkerülése érdekében megelőző biztonsági intézkedéseket szükséges alkalmazni. Előnyös, ha a tesztfolyadék és a tisztítás során elhasznált víz összegyűjthető. Ha ez nem lehetséges, akkor olyan intézkedéseket kell meghozni, hogy ne okozzunk semmilyen környezeti kárt kijuttatása során. A szennyezés és a tisztítás során törekedni kell a drift (elsodródás) hatás minimalizálására.

A tesztfolyadék módosítható a részletesebb információk megszerzése érdekében, illetve alternatív módszerek is alkalmazhatóak a permetezőgépek szennyezése során.

A mérés megkezdése előtt a permetezőgép felületének száraznak és tisztának kell lennie, majd feltöltjük a tartályt annyi tesztfolyadékkal, amennyi a szennyezés folyamatához szükséges. Vegyünk minimum három reprezentatív mintát, amely elég a referenciafolyadék koncentrációjának ellenőrzéséhez. A minták úrtartalma legalább 50 ml legyen és a megadott koncentrációhoz való eltérés maximum 5% lehet. A permetezőt a fentebb említett feltételek (lég hőmérséklet, páratartalom, szélsébség, stb.) mellett működtethető.

Tíz percig kell egy körpályán haladni az „A” mérési módban leírtak szerint. A haladási sebesség 5 km/h. Szántóföldi permetezőgépek esetén az üzemi nyomást 0,3 MPa-ra, lapos szórású és légbeszívásos fűvókák alkalmazásakor 0,5 MPa-ra, gyümölcspertmetezők használatakor pedig 1,0 MPa-ra kell állítani. A mérés során felhasznált folyadék mennyiségét mérjük és rögzítjük. A lég hőmérsékletet, szélsébséget, páratartalmat és kísérleti feltételeket a folyamat során rögzíteni kell.

Tegyük a permetezőgépet egy megfelelő méretű felfogó medencébe, amelyben a lemosott folyadék teljes mennyisége összegyűjthető. Vontatott gépek esetén a kerekeket a medencén kívül kell lemosni. Fontos intézkedés, mivel a permetezés során a kerék abroncsára tapadt szer befolyásolja és torzítja a koncentráció mértékét. Függesztett gépek esetén lehet, hogy a traktor egy része a medence fölé nyúlik, ilyenkor ügyelni kell, hogy a traktorról ne kerüljön szennyeződés; példaként a traktor részleges letakarása javasolt.

Tisztítsuk le a permetezőgépet a hozzá tartozékként mellékelt tisztító berendezéssel a használati útmutatójának megfelelően. Mérjük és rögzítsük a tisztítás során felhasznált víz mennyiségét. Vegyünk legalább tíz reprezentatív mintát az összegyűjtött és lemosott folyadékból. Tisztítsuk ki teljesen a felfogó medencét.

Tisztítsuk le a permetezőzt nagynyomású mosóval 1 MPa nyomással. Mérjük és rögzítsük a tisztítás során felhasznált víz mennyiségét. Vegyünk minimum tíz reprezentatív mintát az összegyűjtött és lemosott folyadékból.

Állapítsuk meg a lemosott folyadék réz koncentrációját atomabszorpciós spektrofotométer segítségével. Számoljuk ki a tömegkoncentrációkat a vett minták alapján. Jegyezzük fel a permetezőgépen talált réz mennyiségének arányát százalékos formában a kipermetezett mennyiséghez képest. A megadott környezeti feltételek mellett csináljunk legalább három ismétlést. Ha CV értéke nagyobb, mint 15%, akkor a mérést meg kell ismételni (ISO 22368-2, 2004).

3.1.3. ISO 22368-3:2004 – A permetezőgép tartályának belső tisztítása

A szabvány a permetezőgépek tartálytisztító berendezéseinek hatékonyságát megállapító mérési módot írja le. Használható függesztett, vontatott vagy önjáró kialakítású mezőgazdasági permetezőknél, melyeket növényvédelemi munkákra és folyékony trágya kijuttatásra egyaránt alkalmaznak.

A vizsgálatok elvégzéséhez az alábbi feltételeknek kell teljesülniük. A javasolt referenciafolyadék a réz-oxiklorid 1%-os oldata. Jellemzői, hogy instabil szuszpenzió, ami igen gyors ülepedési időt eredményez, valamint kontaktszerről lévén szó, igen jó tapadó képességgel bír, ami ideálissá teszi tisztítási vizsgálatokhoz. A másik fontos tényező a permetezőgép kialakítása, mivel csak olyan permetezőgépek kerülhetnek szóba, amelyek rendelkeznek tisztító- vagy mosófúvókákkal. Ezek mellett a további feltételeknek is meg kell felelni:

- A tesztfolyadék hőmérséklet: 10 - 25 °C,
- A levegő hőmérséklet: 10 – 25 °C,
- Relatív levegő páratartalom: > 50%.

A mérés a permetezőgép feltöltésével kezdődik. A tartálynak tisztának kell lennie a feltöltés előtt. Ilyenkor a permetezőgép tartályát a névleges térfogatáig feltöltjük a referenciafolyadékkal, miközben működtetjük a keverő berendezést a homogenizáláshoz. A feltöltés után várni kell 10 percet és működtetjük a keverő berendezést, közben meggyőződünk róla, hogy a tartály felső részeit (sarkok) is benedvesítette a folyadék. Majd mintákat veszünk a folyadékból és a permetezőgép teljes térfogatát permetezés műveletet szimulálva kiürítjük. Ez azt jelenti, hogy a keretághoz vezető csövet levéve olyan arányban engedjük ki a folyadékot, amennyi az összes fúvóka percenkénti

folyadékfogyasztása. Ezután leeresztjük a technikai maradékot és megtisztítjuk tiszta vízzel a permetezőgépet a tartály kivételével (pl. szivattyú, szűrő, visszatérő ág), majd 24 órán keresztül száradni hagyjuk a tartályt a szabványban leírt hőmérséklet és páratartalom tartományon belül.

Miután a 24 órás várakozási idő lejárt, a permetezőgépet a mosófűvóka és a gépkönyve alapján meghatározott vízmennyiséggel, valamint adott üzemi nyomáson kitisztítjuk, közben a mosófolyadékot leeresztjük, összegyűjtjük, megmérjük a mennyiségét és mintákat veszünk. Utána nagy nyomású mosó segítségével kitisztítjuk a tartály teljes belső felületét és közben a kimosott folyadékot szintén összegyűjtjük, megmérjük a mennyiséget és mintákat veszünk belőle.

A mintákat atomabszorpciós spektrofotometria segítségével megvizsgáljuk és megállapítjuk azok koncentrációit, majd összevetve a referencia folyadékkal százalékos formában kifejezzük a réz arányát (ISO/DIS 22368-3, 2004).

3.2. A permetezőgép tartálytisztító berendezéseinek hatékonysági vizsgálatai (ISO 22368-3:2004)

3.2.1. A referenciafolyadék meghatározása

Ahogy láttuk a szabvány egy 45%-os réztartalommal rendelkező réz-oxikloridot javasol referenciafolyadék gyanánt. Sajnálatos módon ilyen réztartalommal bíró növényvédő szer Magyarországon nincs forgalomban, ezért a hazai piacon lévő növényvédő szerekből kellett kiválasztani a legjobban hasonló referencia anyagot.

Az összehasonlítás alapját a Julius Kühn-Institiut szolgáltatta számunkra, ami egy Németországban engedélyezett, Funguran OB21 nevezetű réz-oxiklorid, amelyből jó tapadó képességű, gyorsan ülepedő szuszpenzió készül. Ezek a jellemzők alkalmassá teszik az ilyenfajta vizsgálatokhoz. A magyar forgalmazásban lévő növényvédő szerek közül három különböző gyártó termékét próbáltuk ki (ASTRA, PLUTO 50 WP, Agroterm RÉZOXIKLORID 50 WP) egy ülepedési próba keretében. A próba során a referenciából és a hazai szerekből egyaránt 10 g/l koncentrációjú, 1 liter mennyiségű szuszpenziókat készítettem, melyeket műanyag flakonokba töltöttem, majd felráztam és ülepedni hagytam őket (7. kép).



7. kép A négy réz-oxiklorid minta a bekeverés után



8. kép Az ülepedés szintje három óra elteltével

Az ülepedés folyamán szemrevételezéssel és fotók készítésével figyeltem a kiválás folyamatát (8. kép).



9. kép Az ülepedés mértéke 24 óra elteltével



10. kép Az ASTRA és a Funguran réz-oxiklorid összehasonlításban

A próba folyamán a szín és a kiválás üteme alapján az ASTRA növényvédő szer bizonyult a megfelelőnek a további kísérletek elvégzéséhez (9-10. kép).

3.2.2. Permetezőgép kiválasztása a kísérletekhez

A szabvány mérési módszere a tartály kitisztításának hatékonyságát vizsgálja, így egy olyan gépen is kipróbálható, melynek nincs saját belső tisztításra alkalmas berendezése és így a tisztító fúvókák összehasonlító vizsgálata is megvalósítható. Ezek alapján olyan permetezőgépet kerestünk, amely viszonylag kis tartálykapacitású, de a legtöbb fúvóka kipróbálható benne, könnyen és biztonságosan átalakítható, valamint a tartályát gyorsan üríteni lehessen. A választásunk, a magyarországi viszonyokat figyelembevéve, a vontatott kivitelű, Berthoud ARBO 1000 axiálventilátoros gyümölcspertetőre esett (11-12. kép).



11. kép Berthoud ARBO 1000 oldalnézetből



12. kép Berthoud ARBO 1000 axonometrikus nézete

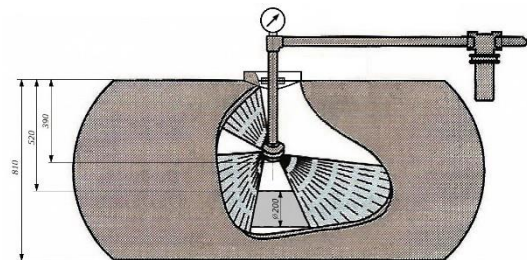
A francia gyártmányú Berthoud ARBO 1000, egy vontatott kivitelű, 1000 liter névleges űrtartalmú tartállyal felszerelt, axiálventilátoros gyümölcs- és ültetvénypermetező gép. Ezt a típust elsősorban szőlő ültetvényekben való használatra tervezték, mivel az axiálventilátor köré épített terelő lemezek végei szárnyban végződnek, melyek a szőlőkordon fölé nyúlnak, így a permetcseppek jobban be tudnak hatolni az állományba és jobb fedettséget biztosít. A szivattyúja egy dugattyús szivattyú, amely 40 bar üzemi nyomást is képes létrehozni. A terelő lemezekre és a szárnyakra összesen 14 db „Saphirex” széles szórásszögű (65°), korongbetétes cirkulációs fúvóka van felszerelve. A légrásegítést pedig egy két fokozatú 85 cm átmérőjű axiálventilátor biztosítja 1600 vagy 2000 1/perc fordulatszámom. A ventilátor a meghajtást a dugattyús szivattyúról kapja kardántengely segítségével. A kardántengely a tartály belsején halad át egy külön erre a célra kialakított csőben.

3.2.3. A tisztítórendszer kialakítása a vizsgálatokhoz

Mivel a permetezőgép nem rendelkezett a belső tisztításhoz szükséges berendezéssel, így készíteni kellett hozzá egy olyan megoldást, amely a gép használata után felszerelhető, a tartályon belüli függőleges elhelyezkedése könnyen állítható, üzemi nyomása ellenőrizhető és beállítható legyen. A rendszer egy műanyag (PVC) csövekből készített tisztítószár, melynek tetején nyomásmérő órát, az alján pedig egy W ½” átmérőjű, withworth menetes csőcsatlakozást alakítottunk ki, melyre a legtöbb tisztító fúvókatípus felszerelhető. A tartályban való elhelyezését, állítását és rögzítését egy a betöltő nyílás záró fedelén kialakított úgynevezett „ellenőrző nyílás” helyére kidolgozott csavaros toldat biztosította (13-14. kép és 12. ábra).



13. kép Tisztítószár bekötött állapotban



14. kép és 12. ábra A tisztítószár a permetezőgépre kialakítva (TEEJET, 2008)

A fűvóka működtetéséhez a szárt a permetezőgép egyik keretági vezetékéhez csatlakoztattuk, így a permetezőgép szivattyújával tudtuk működtetni. Természetesen a szár felszerelése előtt a szivóág, a szivattyú és a keretágak tisztításra kerültek. A tisztításhoz szükséges vizet pedig, egy 120 liter névleges űrtartalmú hordóból biztosítottuk, melyet mindig a permetezőgép tartály névleges térfogatának 10%-os mértékéig, azaz 100 literig feltöltöttünk.

3.2.4. A felhasznált növényvédőszer újrahasznosítása

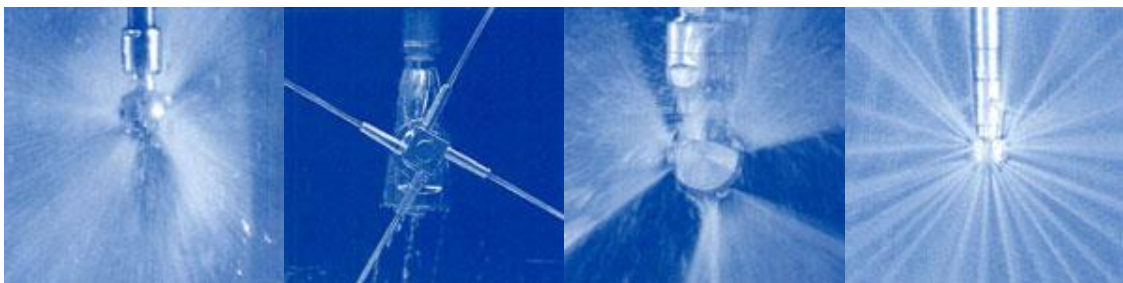
Egy jelentős problémával is szembesülnöm kellett a vizsgálati módszer elvégzése során, ami nem volt más, mint a tartály szennyezéséhez felhasznált réz-oxiklorid sorsa. Mivel vegyszerről és egyúttal mérégről is réven szó, így ezt komolyan kell venni, hiszen ezek a szerek az élővilágban igen komoly károkat tudnak okozni. Másrészt a növényvédőszer árak is magasak (ASTRA: bruttó 2700 Ft/kg, 2013-as adat), ezért pazarlásnak tűnik minden egyes méréshez új szuszpenzió készítése.

Így az újrahasznosítás gondolata került előtérbe. A vegyszerek újrahasznosítása nem újszerű dolog, már régebben is alkalmazták, köztük a Julius Kühn-Institut is. Erre a célra beszereztünk egy 1000 liter űrtartalmú műanyag tartályt, melyet felszereltünk keverőfűvókákkal, hogy a referencifolyadékot szuszpenzió állapotban tudjuk tartani. A fűvókák üzemeltetéséhez egy centrifugál szivattyút használtunk.

A probléma a referenciafolyadék jellemzőinek visszaállításában rejlik, mivel a réz mellett más anyagokat is tartalmaz a szuszpenzió. A koncentráció megállapításához atomabszorpciós spektrofotométert alkalmaztam, melyhez a már felhasználásra került referenciafolyadék réztartalmát mérhetővé kellett tenni. Ehhez a Titriplex III (Selecton B2) reagenst alkalmaztam, ami egy Etiléndiamin-tetraecetsav-dinátriumsó 2-hidrát vegyület (képlete: $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$). Majd a réz koncentráció megállapítása után kiszámoltam a felhasznált folyadék térfogatára vonatkoztatott réz mennyiségét, mely alapján már megállapítható a hozzáadandó réz-oxiklorid mennyisége. Természetesen ezt a folyamatot nem lehet a végtelenségig végezni, mivel, hosszabb idejű tárolás során a környezeti tényezők (hőmérséklet, páratartalom, fény, stb.) miatt, a folyadék jellemzői (réztartalma, kötő- és hordozó anyag tartalma) megváltoznak. Így a folyadékot a végén veszélyes hulladéklerakóba kell szállítani, vagy felhígítva növényvédelmi célból például gyümölcsfák lemosó permetezésére lehet alkalmazni. Ezáltal csökkenthető a víz és a növényvédőszer felhasználás egyaránt.

3.2.5. A permetezőgépek mosófűvókái

A permetezőgépek tartálytisztító berendezéseinek meghatározó elemei a tisztítófűvókák. Az elhelyezkedésük és számuk a permetlé tartályon belül elég változatos. Ezt főleg a gép gyártási folyamatának előfázisában, azaz a tervezés folyamán határozzák meg. A fűvókák számát és elhelyezkedését a tartály mérete és belső kivitele is meghatározza. A tartályok tervezése és kialakítása során lehetnek olyan megtört felületek és pontok, melyek a vegyszer leülepedését és megtapadását elősegítik. Ilyenek lehetnek például a járókerekek kialakításai, a leeresztési pont vagy a kézmosó tartály miatt lévő bemélyítés. A tisztító fűvókák között négy alaptípust találhatunk, szabadon forgó, irányított rotációs, hajtóművezérelt és stacionárius vagy statikus tisztító fűvóka (15. kép).



15. kép A tisztító fűvókák főbb típusai
(szabadon forgó, irányított rotációs, hajtóművezérelt, statikus; LECHLER, 2014)

A szabadon forgó fűvóka fejének mozgását a speciálisan kialakított réseken átáramló tisztítófolyadék biztosítja. A gyorsan ismétlődő folyadékfelverődés fellazítja és leöblíti a szennyeződést a tartály felületéről. Optimális hatékonyságot alacsony üzemi nyomásokon és kis, közepes tartálméreteknél tud elérni.

Az irányított rotációs fej mozgását a tisztítófolyadék végzi. A rotáció irányítását sebességsökkentővel ellátott turbinakerék vagy hidraulikus fojtás biztosítja, így a rotáció fordulatszáma magas nyomásértékek mellett is az optimális tartományban marad. Ezáltal a keletkezett cseppek nagyobbak és magasabb sebességgel csapódnak be a tartály felületén, emiatt magasabb a vízsugarak ereje és nagyobb a hatótávjuk is.

A hajtóművezérelt fűvóka esetében a tisztítófolyadék turbinakeréken keresztül egy, a fejen belül található hajtóművet forgat meg, így a szórófej két tengely mentén forog. A szórófejre szerelt tömör vízsugarú fűvókák erőteljes vízsugarakat hoznak létre. Ezek a sugarak egy tisztítási ciklus során egy előreprogramozott minta szerint haladnak végig a tartály felületén. Ehhez egy minimum tisztítási idő szükséges. Ez a fűvóka képes a legmagasabb sugárnyomást létrehozni, így nagy tartályokhoz és a legnehezebb tisztítási feladatokhoz ideális.

A statikus fűvókák nem forognak, így folyadékfogyasztásuk nagyobb, hogy turbulens áramlásokat tudjon létrehozni. Emiatt inkább kisebb tartályok egyszerű öblítésére alkalmas (LECHLER, 2014).

Mindegyik fajtának alapanyaga lehet műanyag vagy rozsdamentes acél, üzemi nyomástartományuk pedig 1 és 8 bar között lehet. A kutatásaimhoz négy gyártó rotációs réses fűvókáit használtam, melyek azonos és a leggyakoribb üzemi nyomásokon üzemeltethetők (2-3 bar). A tisztítófűvókák típusait és jellemzőit a 2. táblázat mutatja, a kialakításuk a 16. képen tekinthető meg.

Forgalmazó	Gyártó	Száma / Típusa	Csatlakozás	Teljesítmény liter/perc (bar)	
				2,00	3,00
Farmcenter Kft.	Teejet	(B)27500E-8TEF	½	26,00	32,00
AXIÁL Kft.	Lechler	500.191	½	20,00	24,00
Farmgép Kft.	POLMAC	63408399	½	20,10	24,00
	ARAG	510.120	½	47,00	57,00

2. táblázat Tisztító szórófejek listája (SÁNDOR – PÁLYI – NÉMETH, 2011)



16. kép Mérések során alkalmazott szórófejek (Teejet, Lechler, POLMAC, ARAG)
(SÁNDOR – PÁLYI – NÉMETH, 2011)

3.2.6. A mérés folyamata

A méréseket 2009 nyarán (június vége és augusztus eleje között) végeztük. A vizsgálatok megkezdése előtt a gép műszaki ellenőrzésen esett át és az esetleges hibákat kijavítottuk rajta. Utána a gép külső felületét nagynyomású mosó segítségével megtisztítottuk, majd a tartályt tiszta vízzel feltöltöttük és a folyadékkört is átöblítettük. A végén a tartály belső részét is nagynyomású mosóval kitisztítottuk és 24 órán át száradni hagytuk.

A szárítás után elkészítettük a referenciafolyadékot a mérési módszerben leírt koncentrációnak megfelelően, azaz a 45%-os rézkoncentrációt figyelembe véve, mivel a kiválasztott szer 50%-os réztartalommal rendelkezett, 9 kg ASTRA réz-oxikloridot 1000 liter vízben oldottunk fel, ami a Berthoud ARBO 1000 permetezőgépünk névleges térfogatának felel meg. Közben működtettük a gép keverő berendezését (17. kép). Majd 10 perc elteltével három mintát vettünk a tartály különböző mélységeiből. Utána permetezést szimulálva, a leszerelt keretági vezetéken keresztül, átszivattyúztuk a referenciafolyadékot az 1000 literes műanyag átmeneti tartályba a gép 14 fűvókájára vetített, 15 bar üzemi nyomással számolt percenkénti folyadékfogyasztása alapján, amire 10%-os biztonsági ráhagyást kellett figyelembe venni a keverő berendezés miatt (23,72 liter/perc [14 fűvóka; Berthoud gépkönyv alapján]; 18. kép). Miután a szimuláció véget ért, a technikai maradékot leengedtük, és szintén áttöltöttük az átmeneti tartályba, majd a permetezőgépet 24 órán át száradni hagytuk a leírt környezeti körülmények (léghőmérséklet, páratartalom) mellett.

A száradás után kimostuk a szívószűrőt és kiöblítettük a folyadékkör szívó- és keretágát, valamint a szivattyút. Majd felszereltük a tisztítószárt, a szívóágat a 120 literes hordóhoz csatlakoztattuk, melyet 100 liter tiszta vízzel feltöltöttünk. A tartály alján

található leeresztő csontot egy műanyag cső segítségével egy üres hordóhoz kötöttük (19-20. kép).



17. kép A gép feltöltése réz-oxikloriddal



18. kép A permetezés szimulálása



19. kép Lefolyócsont átszerelése az összegyűjtéshez



20. kép A tisztításra előkészített gép

Majd elindítottuk a permetezőgép szivattyúját, beállítottuk a tisztítófűvóka üzemi nyomására a szabályozót és megnyitottuk azt a keretágot, amelyre a szár csatlakoztatva lett. A mosási folyamat közben a kiöblített folyadék az üres hordóban összegyűlt. A mosási folyamat végén a gépet leállítottuk, vártunk öt percet, hogy a lehető legtöbb folyadék összegyűljön, majd három mintát vettünk a kiöblített folyadékból. Utána a kiöblített folyadékot felhígítottuk és ártalmatlanítottuk (le mosó permetezés vagy veszélyes hulladéklerakó). A szárt kivettük, a leeresztő pont csövét és a felfogásra használt hordót kicseréltük tisztákra és az elhasználtakat kitisztítottuk.

Majd egy vízórával ellátott nagynyomású mosóval kitisztítottuk a permetezőgép tartályának belső felületét, majd a felfogott folyadékból szintén három mintát vettünk és rögzítettük a mosáshoz felhasznált víz mennyiségét. A végén a felfogott folyadékot ártalmatlanítottuk, majd minden eszközt elmostunk és 24 órán át száradni hagytuk.

3.2.7. A standardok, valamint a minták előkészítése és a koncentrációk megállapítása

A referencia folyadék és a minták rézkoncentrációinak megállapításához a kémiai analízis alapjainak ismerete és elsajátítása az elengedhetetlen feladatok egyike. Ilyenkor nemcsak az analitikai eszköz ismerete, hanem a mögötte álló kémiai és fizikai folyamatok értelmezése is szükséges. Első lépésként a 100 ml-es standardok előkészítése történik, amely ismert koncentrációjú oldatok sorozata, melynek végeredménye egy kalibrációs egyenes (vagy görbe) lesz, mely segítségével már megállapíthatók az oldatok koncentrációi. Ez az oldatsor a TITRIPLEX III reagensből készült, 0,5%-os koncentrációjú oldószerrel kevertük össze, mivel a réz-oxikloridból csak a reagens segítségével válik ki a tiszta elem réz, ami már alkalmas a vizsgálatokhoz. Utána pedig előkészítjük a mintákat a méréshez, melyben szintén a TITRIPLEX III segítségével készítünk oldatokat. A standardok és a minták összetételét a 3. és a 4. táblázat foglalja össze. A koncentrációk megállapítása előtt érdemes a standardokat és a mintákat 24 órán át pihentetni, hogy az oldószer teljesen kifejtsa a hatását.

Standardok	Rézoldat (1000mg/l)	Titriplex III oldat (0,5%-os)	Teljes oldat mennyisége
5	0,5 ml	99,5 ml	100 ml
10	1 ml	99 ml	100 ml
20	2 ml	98 ml	100 ml
50	5 ml	95 ml	100 ml

3. táblázat A standardok összetétele

Minták	Tesztfolyadék	Titriplex III oldat (0,5%-os)	Teljes oldat mennyisége
10	1 ml	99 ml	100 ml
20	2 ml	98 ml	100 ml
200	20 ml	80 ml	100 ml
500	50 ml	50 ml	100 ml

4. táblázat A minták összetétele

A vizsgálatokhoz a VARIAN SpectrAA 300 atomabszorpciós spektrofotométert használtam, amelyre lamináris áramlású gázegő van felszerelve és levegő-acetilén keveréket használ (21-22. kép; VARIAN, 1988).



21. kép A VARIAN SpectrAA 300



22. kép A SpectrAA 300 számítógépe

A mérési módszer elve Kristóf (2000) szerint a rezonanciavonálnak megfelelő hullámhosszúságú, monokromatikus fény és a vizsgált anyag atomjai által történő abszorpción nyugszik. Az abszorpció mérése útján az anyag mennyiségét határozzuk meg.

Az atomabszorpciós folyamat két részlépésre bontható:

- az atomizációs lépés, melynek során az egyes atomokat a kémiai környezetüktől elválasztjuk, vagyis gőzállapotú, szabad atomokat hozunk létre az atomforrásba bevitt mintából,
- és az abszorpciós lépés, melynek során a szabad atomok egy külső fényforrásból származó sugárzást elnyelve gerjesztődnek.

Az egyes atomokra jellemző hullámhosszú fény elnyelése során az alapállapotú atomok az első elektrongerjesztési szintre kerülnek (első rezonancia vonalak). Az első rezonancia vonal hullámhossza a fémek és a legtöbb fémes elem esetében a kényelmesen mérhető ultraibolya tartományban van (> 200 nm). Az atomabszorpciós vonalak szélessége $0,002-0,005$ nm. Az atomforrás (pl. láng) olyan mintatartónak tekinthető, amely alapállapotú szabad atomokat tartalmaz.

Ezek az atomok egy külső forrás által emittált – a rezonancia vonálnak megfelelő hullámhosszú – sugárzást abszorbeálnak. A monokromátor a rezonancia vonalat az atomforrásból kilépő sugárzásból kiválasztja, mely fotoelektron sokszorozós detektorra jut. Az abszorpció mértékét a mérővonal intenzitás különbségéből állapítják meg (egyesített Bouguer-Lambert-Beer törvény; 1. egyenlet; KRISTÓF, 2000):

$$A = \lg I_0 / I = \epsilon b c , [1]$$

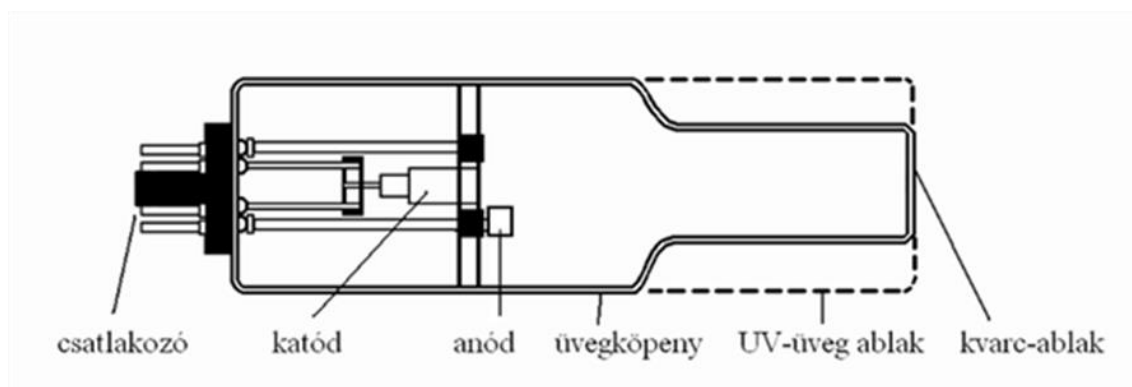
ahol I_0 a mérővonal intenzitása minta nélkül,
 I a mérővonal intenzitása minta jelenlétében,
 b az abszorbeáló közeg átlagos vastagsága,
 c a koncentráció és
 ϵ a vizsgált alkotó abszorpciós együtthatója.

Az egyenlet bal oldalán álló kifejezést abszorbanciának (extinkciónak) nevezzük és értéke 0-tól a végtelenig változik.

A mérőeszköz főbb elemei:

- Vájtkatód lámpa:

A vájtkatód lámpa a vizsgálandó fémből készült, üvegsőbe zárt hengeres (belül üreges) katódból és egy wolfram anódból áll (13. ábra, 23. kép).



13. ábra A vájtkatód lámpa elvi felépítése (KRISTÓF, 2000)



23. kép Vájtkatód lámpa (AGILENT TECHNOLOGIES, 2014)

Az üvegcsövet kvarc kilépő ablakkal látják el és 1-5 torr nyomású Ne vagy Ar gázzal töltik meg. Az elektródok között kb. 400 V feszültségkülönbség hatására 20-30 mA áram folyik. A feszültségkülönbség hatására a Ne-atomok egy része ionizálódik és a felgyorsult ionok a katódra csapódva annak anyagát elporlasztják. A katód anyagából „atomfelhő” alakul ki, melynek atomjai a Ne-ionokkal ütközve gerjesztődnek, s az alapállapotra visszatérve a katód anyagára jellemző hullámhosszúságú sugárzást bocsátanak ki. Vannak úgynevezett „multieleemes” lámpák, amelyek több fém ötvözetéből készült katóddal rendelkeznek. Az ilyen típusú lámpák élettartalma és alkalmazása meglehetősen korlátozott az eltérő párolgási viszonyai miatt (KRISTÓF, 2000).

- Lángatomizáció – lamináris áramlású gázégő

A lamináris áramlású gázégőbe belépő gázkeverék (pl. acetilén-levegő) nyomásesése a mintaoldat beszívását és porlasztását (finom aeroszollá alakulását) eredményezi. Az ütköző elemek a nagyobb cseppeket visszatartják, így a kb. 10 cm hosszúságú, 2-3 mm szélességű égőfejbe csak a gázzal kevert finom mintapermet jut be. A gáz sebességének nagyobbak kell lennie, mint az égés sebessége, ellenkező esetben az égő „berobban” (visszaégés jelensége). A 2500-3000 K hőmérsékletű lángban az oldószer elpárolog, a minta gőzzé alakul és atomjai disszociálnak (KRISTÓF, 2000).

- Monokromátorok és detektorok

Annak ellenére, hogy az AAS korszerű fényforrást alkalmaz, monokromátor alkalmazására szükség van, mivel a vájtkatód lámpa töltőgázának és a minta egyéb komponenseinek emissziós vonalai is a detektorba juthatnak. A monokromátor feladata az „analitikai” hullámhossz elkülönítése és a detektorba juttatása, emellett a vájtkatód lámpa fényét modulálják, tekintettel arra, hogy a mérővonal intenzitása nemcsak a meghatározandó atomok elnyelésétől, hanem azok emissziójától is függ. A moduláció révén különbséget lehet tenni a forrásból és a lángból érkező (azonos hullámhosszú) sugárzás között. Az elektromos atomizálás során problémát okoz a szerves anyagok, szerves oldószerek tökéletlen égéséből származó szénszerű részecskéken való fényszóródás. A mátrix zavaró hatásának kiküszöbölése (háttérkorrekció) deutérium lámpával valósítható meg, amely az UV tartományban intenzív folytonos sugárzást bocsát ki (KRISTÓF, 2000).

A referencia és a minták koncentrációinak megállapítása után a szabvány által javasolt képlet alapján megállapítható százalékos arányban a fűvőkák tisztítási hatékonysága (2. egyenlet; ISO 22368-3, 2004).

$$M = \frac{C_{AM} \cdot V_A}{C_{AM} \cdot V_A + C_{BM} \cdot V_B} * 100 ; [2]$$

ahol **M** – A tisztító berendezés által kimosott rézmennyiség aránya százalékosan a tartályban összességében maradt (kimosott) rézmennyiséghez képest (%).

C_{AM} – A tisztító berendezés által kimosott folyadék rézkoncentrációjának átlaga (mg/l).

V_A – A berendezés által felhasznált víz mennyisége (l).

C_{BM} – A nagynyomású mosó által kimosott folyadék rézkoncentrációjának átlaga (mg/l).

V_B – A mosó által felhasznált víz mennyisége (l).

3.3. A permetezőgépek külső felületének tisztítása, „A” mérési módszer – megismételhető szennyeződés előállítása (ISO 22368-2:2004)

3.3.1. A referencifolyadék meghatározása

A szabvány egy 85%-os tisztaságú Tartrazin (E 102) világos narancsszínű ételszínezék alkalmazását javasolja referencifolyadékként. A neve alatt általában nátriumsót értünk, viszont lehet kalcium- vagy káliumsó is. Összegképlete $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, főtömegében trinátrium-5-hidroxi-1-(4-szulfonáto-fenil)-4-(4-szulfonáto-fenil-azo)-1H-pirazol-3-karboxilátból, illetve nátrium-kloridból, valamint nátrium-szulfátból és szintelen anyagokból áll. Ez a fajta ételszínezék Magyarországon megvásárolható és az élelmiszeriparban előszeretettel alkalmazzák. Referencifolyadékként megfelelő a Tartrazin, mivel vízben jól oldódik, a környezetre ártalmatlan és a porózus felületek kivételével, a permetezőgépek külső felületeiről könnyen lemosható. Egyedüli hátránya a terméknek a beszerzési ára. A kereskedelemben, 2013-ban bruttó 4.000 és 6.000 Ft/kg között mozog az ára, így a másik referenciaanyaghoz (réz-oxiklorid) képest ez 2-3 szorososa.

3.3.2. Permetezőgép kiválasztása a méréshez

A tartály belső tisztítási kísérletei alapján bizonyossá vált, hogy a Berthoud ARBO 1000 permetezőgép alkalmas a megismételhető külső szennyezés mérési módszerhez, mivel viszonylag kis tartálykapacitású, üzemi nyomása jól szabályozható, könnyen és biztonságosan átalakítható, valamint az axiálventilátor által keltett légáramlások

fokozhatja a szennyezés mértékét a gép külső felületén. A másik előnye, hogy a rajta található terelőszárnyak leszerelhetőek, így több üzemi állapotban tudjuk vizsgálni a vegyszer lerakódást a gép külső felületén.

3.3.3. Kísérleti pálya kialakítása és a mérési folyamat paramétereinek meghatározása

A mérési mód axiálventilátoros permetezőgép esetén egy, legalább 10 m sugarú körpályát javasol, hogy a gépre történő visszahordó hatás ne következzen be. A második fontos jellemző, hogy a mérés időtartalma, az üzemi nyomás, a fűvókák száma és folyadékfogyasztásuk, valamint a keverő berendezés folyadékigénye együttesen határozza meg a referenciafolyadék mennyiségét. A harmadik paraméter pedig maga a mosókamra tervezése és kialakítása.

Első feladatként a körpályát alakítottuk ki az Agrárműszaki Tanszék Oktató-kutató Bázisán található nagy, fűvel borított földterületen, melyet fák és műhelyépületek szegélyeznek. A terület viszonylag egyenletes felszínű (egy kisebb lejtő és emelkedő van benne; 24-25. kép).



24. kép A kísérleti terület



25. kép A szabvány által előírt körpálya

A körpálya $r=10$ m-es sugarú széleit fakarókkal jelöltük meg, valamint egy start-cél pontot is meghatároztunk. Majd kiszámoltam a traktor és a munkagép közös középvonalából adódó kör sugarát ($R=11,09$ m), melyből egy megtett kör átlagos úthossza számolható (kör kerülete, $K=69,68$ m). A permetezés során a haladási sebesség 4 és 8 km/h között változhat, amely a terepviszonyok függvénye. Ennek átlagát vettük elméleti haladási sebességnek, ami az adott (VALMET) erőgépünknel a harmadik sebességfokozatot jelentette lassító áttétel alkalmazásával, 540E 1/perc fordulatszám mellett (540E – gazdaságos fordulatszám). Ezen elméleti sebességet figyelembe véve a gépcsoport 10 perc alatt 14,36-szor tudja bejárni a körpályát. Egész számú körszámra

kerekítve ez 14 kört jelent, amit 10 perc alatt 1,6258 m/s (körülbelül 5,85 km/h) sebességgel tehet meg, így egy kör 42,85 másodpercig tart. A gyakorlati visszaellenőrzés során, a már feljebb említett beállítások mellett, a gépcsoport egy kört 42,86 másodperc alatt tett meg, ami 1,6257 m/s (körülbelül 5,85 km/h) sebességnek felel meg, azaz a gépbeállításunk helyes volt a méréshez.

Ezen adatok alapján különböző üzemi nyomások melletti mérésekhez már megállapítható a szükséges referenciafolyadék mennyisége a fűvókák elméleti percnkénti folyadékfogyasztása segítségével. A permetezőgépen a Saphirex 12/10° típusú, széles szórásszögű (65°), korongbetétes fűvókák találhatóak, melyek percnkénti folyadékfogyasztása és a méréshez szükséges referencia mennyiségeket az 5. táblázat foglalja össze.

Megnevezés	A percnkénti folyadékfogyasztás az üzemi nyomás függvényében		
	10 bar	15 bar	20 bar
1 fűvóka esetén	1,26 liter/perc	1,54 liter/perc	1,74 liter/perc
10 fűvóka esetén (terelőszárny nélkül)	12,6 liter/perc	15,4 liter/perc	17,4 liter/perc
14 fűvóka esetén (terelőszárny mellett)	17,64 liter/perc	21,56 liter/perc	24,36 liter/perc
20 perces üzemeltetéshez szükséges folyadékmennyiség (10 fűvóka)	252 liter	308 liter	348 liter
20 perces üzemeltetéshez szükséges folyadékmennyiség (14 fűvóka)	352,8 liter	431,2 liter	487,2 liter
20 perces üzemeltetéshez szükséges folyadékmennyiség (10 fűvóka+20% ráhagyás)	~303 liter	~370 liter	~418 liter
20 perces üzemeltetéshez szükséges folyadékmennyiség (14 fűvóka+20% ráhagyás)	~424 liter	~518 liter	~585 liter

5. táblázat A méréshez szükséges folyadékmennyiségek a fűvókák percnkénti folyadékfogyasztásának és az üzemi nyomás függvényében

Ez a lépés azért fontos, hogy a környezet védelmét szem előtt tartva, minél kevesebb víz- és szerfelhasználás mellett legyen kivitelezhető a szennyezés folyamata.

A harmadik a mosókamra létrehozása, ahol maga a tisztítás történik. A kamrát egy szervizcsarnokban alakítottuk ki, ahol a felfogó medencét egy szervizakna felett építettük fel, hogy a lemosott folyadékot könnyen az akna aljában elhelyezett hordóban lehessen összegyűjteni. A kamra méretei (3m x 7m x 3,2m; szélesség x hosszúság x magasság), melyben a permetezőgépünk elfér és a nagynyomású mosót is el tudjuk benne helyezni úgy, hogy a tisztítást végző személy számára is elegendő hely legyen (26-28. kép). A kamra anyaga egy kétrétegű, UV és taposás álló műanyag fólia, melyről a folyadék

könnyedén leperreg. A fólia egyik pontján egy lefolyót alakítottunk ki, ahol a mosófolyadék távozhat (29. kép).



26. kép A mosókamra



27. kép A tisztításhoz szükséges csövezések



28. kép A kamrába elhelyezett gép



29. kép Az összegyűjtés kialakítása

3.3.4. A mérés folyamata

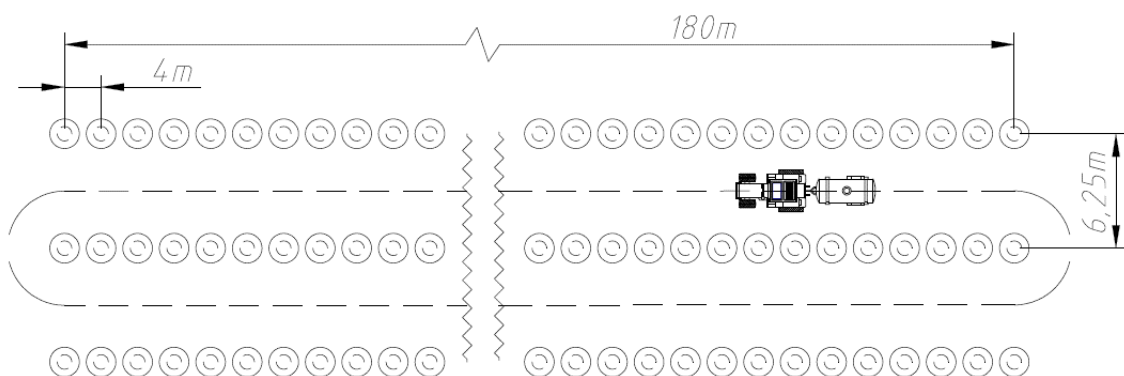
A méréseket 2010, 2011 és 2012 nyarán (június vége és augusztus eleje között) végeztük. A vizsgálatok megkezdése előtt a gép külső felületét nagynyomású mosó segítségével megtisztítottuk, majd a tartályt tiszta vízzel feltöltöttük és a folyadékkört is átöblítettük. A végén a tartály belső részét is nagynyomású mosóval kitisztítottuk és 24 órán át száradni hagytuk.

A szárítás után elkészítettük a referenciafolyadékot a mérési módszernek megfelelően, és annyi vízzel oldottuk fel, hogy 0,1%-os koncentrációt kapjunk. Közben működtettük a gép keverő berendezését. Majd 10 perc elteltével három mintát vettünk a tartály különböző mélységeiből. Utána a körpályán végrehajtottuk a permetezést 10 percig óramutató járásnak megfelelően, majd 10 percig az ellentétes irányban, hogy a szél befolyásoló hatását csökkentsük. Itt meg kell említenem, hogy eltérés van a szabványban leírt időtartamhoz képest, hogy analitikai szempontból biztosabbak legyenek a minták koncentráció értékei. A szennyezés folyamán rögzítettük a léghőmérsékletet, a levegő

páratartalmát, a szélességet és a szél irányát. Miután a permetezés véget ért, a technikai maradékot leengedtük.

Utána a permetezőgép kerekeit lemostuk tiszta vízzel, úgy hogy a vízszugár ne érintse a gép külső felületét, majd betoltuk a mosókamrába. Ott a permetezőgépet nagynyomású mosóval 1 MPa nyomással megtisztítottuk, közben rögzítettük a tisztítás során felhasznált víz mennyiségét. A mosás során a lemosott folyadék a szerelőakna aljában elhelyezett hordóban összegyűlik. Onnan legalább három reprezentatív mintát vettünk. Végén a gépet kitoltuk és nagynyomású mosó segítségével alaposan kitisztítottuk a kamrát, majd száradni hagytuk. A kamra száradása közben kivettük a felfogásra használt hordót a szerelőaknából, kitisztítottuk, és szintén száradni hagytuk. Utána megismételtük az egész folyamatot és szintén mintákat vettünk.

A szabványban leírt mérési módon kívül valós körülmények között is felmértük a szennyezettség mértékét, amely alapján összehasonlítható a területi paraméter befolyásoló hatása. A valós területi méréseket a Pannon Egyetem – Georgikon Kar – Kertészeti Tanszékének gyümölcsösében végeztük, amelynek egy sora 180 m hosszú, két sor közötti távolság 6,25 m és a fák közötti távolság 4 m (14. ábra, 30-31. kép).



14. ábra A gyümölcsös kialakítása



30. kép A kísérleti gyümölcsös



31. kép Permetezés a gyümölcsösben

A számítások alapján a pályát 600 s alatt és 1,67 m/s (6 km/h) elméleti haladási sebesség mellett 2,64-szor lehet megtenni, ami lekerekítve két kört jelent. Ebből visszafejtve 1,267 m/s (4,56 km/h) haladási sebességnek felel meg. A gyakorlati visszaellenőrzés során az erőgép legjobb beállítása a második fokozat volt terepi módban, 580 1/min fordulatszám mellett. Ezeknél a beállításoknál a gépcsoport a pályán a két kört 599 s alatt tette meg, azaz a haladási sebessége 1,27 m/s (4,57 km/h) volt.

3.3.5. A standardok, valamint a minták előkészítése és a koncentrációk megállapítása

A referencia folyadék és a minták ételszínezék tartalmának megállapításához az első lépés a 100 ml-es standardok előkészítése. A mérésekhez alkalmazott standardokat és azok összetételét a 6. táblázat szemlélteti.

Standard	Tartrazin oldat (0,1%-os)	Tiszta víz	Teljes oldat mennyisége
0,1 mg/liter	0,10 ml	99,90 ml	100 ml
0,05 mg/liter	0,05 ml	99,95 ml	100 ml
0,02 mg/liter	0,02 ml	99,98 ml	100 ml
0,01 mg/liter	0,01 ml	99,99 ml	100 ml

6. táblázat A tartrazin standardok összetétele

Ez az oldatsor a Tartrazin ételszínezék és tiszta víz keverékéből készült. Utána pedig előkészítjük a mintákat a méréshez, melynél szintén tiszta víz segítségével készítünk oldatokat. A minták összetételét a 7. táblázatban lehet megtekinteni. A koncentrációk megállapítása előtt érdemes a standardokat és a mintákat 24 órán át pihentetni.

Minták	Kimosott folyadék	Tiszta víz	A minta teljes mennyisége
Referencia	0,10 ml	9,90 ml	10 ml
MOSÁS 1.	1,00 ml	9,00 ml	10 ml
MOSÁS 2.	5,00 ml	5,00 ml	10 ml

7. táblázat A minták összetétele

A vizsgálatokhoz a Lovibond MultiDirect hordozható VIS (látható fénytartományban működő) spektrofotométert használtam, mely hat különböző fény hullámhosszúságot előállító LED égőkkel dolgozik (32-33. kép).



32. kép A Lovibond MultiDirect



33. kép MultiDirect felszerelése

Az eszköz elsődlegesen helyszíni vízanalitikai és vízminőségi vizsgálatokra használatos, de alkalmazható laboratóriumi minőségű mérésekhez is (LOVIBOND, 2007). A látható tartományban használható spektrofotométereket, fotométereket elsősorban kis mennyiségben jelenlevő alkotórészek meghatározására alkalmazzák. Ha elektromágneses sugárzás valamilyen áteresztő tárgyba ütközik, a sugárzás egy része abszorbeálódik, más része visszaverődik (reflexió), harmadik része szóródik, negyedik része az anyagon áthalad (INCZÉDY, 1972). Bougert és Lambert szerint, ha monokromatikus fénysugár halad át merőlegesen egy párhuzamos síkokkal határolt anyagon, úgy a fényintenzitás csökkenése a fényút hosszában az áthaladó fény intenzitásával arányos. Beer törvény szerint az abszorbancia a koncentrációval arányosan változik, az áteresztőképesség a koncentráció növekedésével exponenciálisan csökken (INCZÉDY, 1972).

A Beer törvény érvényessége a koncentráció és abszorbancia összefüggése alapján igazolható. Ha az összefüggés nem lineáris, és az egyenes nem az origóból indul, úgy az eltérés kémiai vagy fizikai okokra vezethető vissza. Eltérés adódhat abból, hogy a fényelnyelő alkotórész más alkotókkal van egyensúlyban és a koncentráció növekedésekor az egyensúly helyzete megváltozik. Fizikai ok lehet, hogy az alkalmazott fény nem eléggé monokromatikus, vagy nagyobb koncentráció esetén, a közeg törésmutatója változik meg. A fényabszorpció mérésén alapuló mennyiségi analitikai módszerek alapja a Lambert-Beer-Bouguer törvény. Spektrofotometriás módszereknek nevezzük a monokromatikus fényel végzett fényelnyelés mérésén alapuló analitikai módszereket (INCZÉDY, 1972).

- Fényabszorpció mérésén alapuló analitikai módszerek készülékei:

A kutatásaim szempontjából csak a spektrofotométer kerül ismertetésre (INCZÉDY, 1972). A spektrofotométerek prizmát vagy optikai rácsot tartalmaznak

monokromátorként. A fényforrás, az optikai elemek anyaga, a fényintenzitás mérésére szolgáló detektor a hullámhossz tartománytól függően különböző. A fényforrásnak a vizsgált hullámhossztartományban folytonos színeképet kell adnia. A spektrofotométerek rendszerint vagy csak az ultraibolya és látható tartományban (kétféle fényforrással), vagy csak infravörös tartományban működtethetők. Ennek megfelelően az optikai elemek anyaga is eltérő. Ugyancsak eltérők a detektorok is (INCZÉDY, 1972).

Egy fényutas az ultraibolya és látható tartományban használatos spektrofotométer

Az intenzitás mérés a nagyobb megbízhatóság érdekében kompenzációs módszerrel történik. A tiszta oldószert a küvettába helyezzük, majd az azon áthaladó monokromatikus fény hatására jelentkező detektor jelet ellentétesen kapcsolt potenciométer feszültségével éppen kompenzáljuk. Ezután a fény útjába a vizsgálandó oldatot helyezzük, az újabb jelet a potenciométer forgatásával újra kompenzáljuk. Minthogy a detektorként használt fotocella árama erősítésre szorul, a kompenzáció elektronikus úton történik. A detektorban keletkező áramjelet feszültségjellé alakítják, mely rácstra juttatva anódkör áramerősségét vezérli. A fent említett két beállítás előtt, tehát még az anódáramerősség beállítását is el kell végezni (INCZÉDY, 1972).

Egy egyfényutas műszerrel történő mérés esetén rendkívül fontos, hogy a fényforrásból jövő fény intenzitása a mérések közben állandó legyen.

A kétfényutas spektrofotométerek költségesebbek, de a velük való mérés egyszerűbb. Az egyik fényútba az összehasonlításra szolgáló oldószert, vagy oldatot, a másik fényútba a vizsgálandó oldatot helyezzük. A két küvettára felváltva azonos hullámhosszúságú, azonos intenzitású fény jut. Az áthaladó két fény intenzitásának hatására a detektorban két – egymáshoz képest fázisban eltolódott – fogazott jel jelentkezik. A két amplitudó különbségét mérjük.

A monokromátornak motorral történő forgatásával mód van arra, hogy a vizsgálandó anyagnak széles hullámhossz-tartományban automatikusan mérjük és regisztráljuk a transzmisszióját. Így a vizsgált oldat abszorpciós spektrumához juthatnak (INCZÉDY, 1972).

A szennyezettség mértékének meghatározásához az alábbi képletet alkalmazzuk (3. egyenlet; ISO 22368-2, 2004).

$$M = \frac{C_{AM} \cdot V_A + C_{BM} \cdot V_B}{C_{CM} \cdot V_C} * 100 ; [3]$$

ahol M – A tisztító berendezés által lemosott ételszínezék aránya százalékosan a referencifolyadék koncentrációjához képest (%).

C_{AM} – Az első mosás során a tisztító berendezés által lemosott folyadék ételszínezék koncentrációjának átlaga (mg/l).

V_A – Az első mosáshoz felhasznált víz mennyisége (l).

C_{BM} – A második mosás során lemosott folyadék ételszínezék koncentrációjának átlaga (mg/l).

V_B – A második mosáshoz felhasznált víz mennyisége (l).

C_{CM} – A referencifolyadék ételszínezék koncentrációjának átlaga (mg/l).

V_C – A referencifolyadék mennyisége (l).

3.4. A mérések kiértékeléséhez alkalmazott statisztikai módszerek

A mérési adatok statisztikai elemzéséhez a varianciaanalízis módszerét alkalmaztam, amit szórásnégyzet elemzésnek is neveznek.

3.4.1. Varianciaanalízis

A varianciaanalízis egy megoldás a sokaság szórásának tényezőnkénti felbontására. A vizsgált tényezők száma és a kísérlet elrendezése szerint több változata ismert.

A varianciaanalízist alapértelmezésben csoportok középértékeinek összehasonlítására alkalmazzák. Ebben az esetben, a vizsgálatban szereplő adatok összes varianciáját a csoport különbségekre és a csoporton belüli egyedi eltérésekre vezetik vissza. Az így kapott variancia komponenseket hasonlítják egymáshoz és ez alapján hozzák a statisztikai következtetéseket. Azt a statisztikai módszert, aminek segítségével eldönthető, hogy az adott hipotézis egy konkrét esetben elfogadható-e vagy sem, statisztikai próbának nevezzük (MANCZEL, 1983; SZŰCS, 2002).

A varianciaanalízis alkalmazásának előfeltétele:

1. A csoportok azonos varianciája.
2. A csoportok normális eloszlású alapsokaságból való származása.
3. A csoportok függetlensége.

Egytényezős varianciaanalízis lépései:

1. A szakmai kérdés megfogalmazása, ami a célkitűzéseknek megfelelően helyzeti feltárás vagy a „kezelések” hatásának mérése formájában fogalmazható meg.

2. A varianciaanalízis alap és alternatív hipotézisei (nullhipotézis felállítása).
 3. Statisztikai próba számítása (próbafüggvény megszerkesztése és becslése).
 4. A megbízhatósági szint megadása ($P = 5\%$).
 5. Kritikus érték meghatározása.
 6. A statisztikai döntés meghozása.
 7. Szakmai következtetés levonása.
- (MANCZEL, 1983; SZŰCS, 2002).

3.4.2. Két mennyiségi ismerv közötti korreláció és regresszió számítása

Mennyiségi ismérvek közötti kapcsolatot korrelációnak, ennek számszerű kimutatását pedig korreláció és regresszió számításnak nevezzük. A mennyiségi ismérvek között – mivel számokkal leírható tulajdonságok – számszerű összefüggéseket tudunk kimutatni, illetve ki tudjuk számítani az összefüggéseket jellemző paramétereiket.

Két mennyiségi ismerv között a következő paramétereiket, illetve együtthatókat számoljuk:

- a korreláció szorosságát kifejező együtthatókat,
- a kapcsolat irányát és mértékét mutató paramétereiket, melyeknek természetét a regresszió számítás általában függvényekkel írja le.

A mezőgazdaságban sokszor van lehetőség arra, hogy a két tényező kapcsolatának elemzéséhez szükséges adatokat kísérletek beállításával szerezzük be. Amennyiben irányított kísérletekről van szó, úgy kevesebb adatpár is megbízható eredményeket ad.

A két tényező közötti korreláció és regressziós kapcsolat elemzésének lépései a következők:

- a, A tényezők közötti kapcsolat szakmai megítélése. Követelmény, hogy a tényezők egymással ok-okozati összefüggésben, kauzális kapcsolatban legyenek.
- b, A szükséges adatbázis előteremtése, az adatgyűjtés megszervezése.
- c, A két tényező kapcsolatának grafikus ábrázolása.
- d, A pontok vonulási irányából következtethetünk a becslő függvény típusára. A közelítő függvények lehetnek (4-8. egyenlet):
 - lineáris: $Y' = a + bx$ [4]
 - hiperbolikus: $Y' = a + b * \frac{1}{x}$ [5]
 - hatványkitevős: $Y' = a * x^b$ [6]
 - exponenciális: $Y' = a * b^x$ [7]

- másodfokú: $Y' = a + bx + cx^2$ [8].

e, A kiválasztott függvény paramétereinek meghatározása, ami történhet:

a legkisebb négyzetek módszere vagy a mátrixmódszer segítségével.

f, A becslőfüggvények illesztési pontosságának vizsgálata.

g, A két tényező közötti korrelációs kapcsolat erősségének megállapítása.

(SZÚCS, 2002).

3.4.3. Lineáris regresszió és korreláció mérése

A lineáris regresszióra az jellemző, hogy x egységnyi növekedése egyforma növekedést vált ki y változóban, ha az értelmezési tartomány bármely pontjában növeljük 1 egységgel x -et.

Akkor a legjobb a regressziós függvény illeszkedése, ha az eredeti (mintabeli) és a számított (függvény) értékek eltérése minimális. Tekintettel arra, hogy ezek az eltérések \pm irányúak (és összegük lehet 0 is) az eltérések helyett célszerűbb az eltérések négyzetösszegével számolni és keresni azt az egyenletet, amely mellett az eltérések négyzetösszege (S) minimális, vagyis az $S = \sum_{i=1}^n (y_i - Y_i')^2 \mapsto$ minimum összeget.

Azt a becslő függvényt keressük tehát, amelynél a tapasztalati (mintabeli, y_i) és a számított (Y_i') értékek közötti különbségek négyzetösszege minimális.

A becsülni kívánt függvény lineáris összefüggés esetén: $Y' = a + bx$.

Az S -képletbe behelyettesítve: $S = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$,

ahol x és y a mintában szereplő ismert adatpárok; a és b a függvény paramétere, amelyeket becsülni kell (SZÚCS, 2002).

3.4.4. A nem-lineáris kétváltozós regressziós kapcsolatok

A két – egymással ok-okozati viszonylatban lévő – tényező között a kapcsolat iránya sokféle lehet. Ezek közül a másodfokú parabolával leírható kapcsolatokat emelném ki, ami az eredmények kiértékelése során egyes elemek esetében kimutatható volt.

Vannak olyan összefüggések, amelyek nem lineáris jellegűek két változó esetében. Ilyennek tekinthető a másodfokú parabolával, vagy parabola-ívvel leírható kapcsolat. A másodfokú regressziós függvény illesztése a legkisebb négyzetek elve alapján történik. Ebben az esetben a mért adatok és az elméleti (becslőfüggvénnyel leírt) adatok közötti eltérések négyzetösszege a legkedvezőbb, azaz itt a legjobb az illeszkedés, legkisebb az illesztés hibája.

A függvény általános alakja: $Y' = a + bx + cx^2$,

ahol ismert tagok az y-értékek és az x-értékek, míg az a, b, és a c paramétereket becsülni kell. Ezt általában minta segítségével tudjuk elvégezni (SZÚCS, 2002).

3.4.5. Kapcsolat szorosságának mérése kétváltozós kapcsolatoknál



A két mennyiségi ismerv közötti kapcsolat szorosságának mérését korrelációnak nevezzük. Azt mutatja meg, hogy az egyik tényezőnek a másik tényezőre gyakorolt hatása valóban a tényező hatására és nem a véletlenre vezethető vissza. A kapcsolat szorosságát a következő statisztikai módszerekkel mérhetjük:

- varianciaanalízis,
- korrelációs együttható,
- korrelációs index.

(SZÚCS, 2002).

3.4.6. Az IBM SPSS Statistics programrendszer rövid ismertetése

Az SPSS Statistics a fentebb említett statisztikai módszerek mellett más statisztikai számítások, prognózisok és modellek készítésénél is segítséget tud nyújtani. A Microsoft operációs rendszer környezetben futtatható (Windows XP – Windows 8.1) grafikaorientált matematikai statisztikai program, melynek ablak és parancsszerkezete is illeszkedik a fentebb említett felülethez. A mérési adatok és jellemzőik a Microsoft Excel programhoz hasonló ablakban vihetőek be, valamint egyes tényezők szűrését és csoportosítását is könnyen lehetővé teszi (KETSKEMÉTY - IZSÓ - KÖNYVES, 2011). A varianciaanalízis, a korreláció és regresszió számítás, továbbá regressziófüggvény illesztés pedig pár kattintással végrehajtható. A kapott eredmények külön ablakban jelennek meg és más formátumokba mentését is biztosítja. A varianciaanalízis elvégzéséhez, két minta átlagának összehasonlításra a T-test (t-próba) a korrekt módszer. Több minta átlagának összehasonlításakor viszont a One-Way ANOVA (egytényezős varianciaanalízis) parancsot alkalmazzuk (HANCZ, 2004). Az úgynevezett kezelésközvetlen összehasonlításra különböző tesztek használhatóak (például az LSD; Least Significant Difference = legkisebb szignifikáns különbség; MILISITS, 2004). A 8. táblázat a leggyakrabban használt tesztek hatékonyságát és hibavalószínűségét mutatja meg (HANCZ, 2004).

Teszt	Hatékonyság	Hiba valószínűség
Fisher's (LSD)	Legnagyobb  Legkisebb	Legnagyobb  Legkisebb
Duncan's		
Student-Newman-(Keuls')		
Tukey's		
Scheffé's		

8. táblázat A leggyakrabban használt „range-tesztek” hatékonysága és hibavalószínűsége (HANCZ, 2004)

Vannak olyan esetek, amikor a varianciák homogenitása nem feltétel. Ilyenkor a program további négy lehetőséget kínál fel, melyek közül a leggyakrabban használt és elfogadott a Tamhane és a Dunnett's C tesztek (HANCZ, 2004).

A másik elem, ami alkalmazásra került az a regressziófüggvény illesztés. Ilyenkor a program a kiválasztott regressziós modellek segítségével kiszámolja a determinációs együttható értékét, valamint a szignifikancia mértékét, ami a regressziós modell helyességét tesztelve adja meg, hogy a modell megfelelően írja-e le a vizsgált jelenséget (HUZSVAI - VINCZE, 2012).

4. Eredmények és következtetések

4.1. A mérések során felmerült nehézségek

4.1.1. A belső tisztítás hatékonysági vizsgálatai

A mérések során, mint általában új mérési eljárások próbaüzeme alkalmával, kisebb-nagyobb problémákba, illetve nehézségekbe ütköztünk. A nehézségek nagy része elsősorban a kialakítás és az első próbaüzem során keletkezett. Elsősorban a tisztítóberendezés elhelyezése és annak folyadékellátás biztosítása jelentette a fejtörést, mivel egy olyan permetezőgépen próbáltuk megvalósítani a méréseket, amelynek nincs saját rendszere. Ez teljesen eltér a szabvány leírásától, hisz a mérések elvégzését olyan gépeken javasolja, amelyek el vannak látva ilyen berendezéssel. A cél egy olyan tesztkörnyezet kialakítása volt, ahol a különböző típusú fűvókákat azonos körülmények között lehet megvizsgálni. Ez a lépés szerintem sikeresnek mondható, mivel a tartály, ahol a tisztítási folyamat lejátsszódik, hűen tükrözi a többi permetezőgép tartály kialakításokat (törések, ívek). Így egy realisabb összehasonlítást tesz lehetővé egy átlagos, sima (törések nélküli) tartályhoz képest; ezáltal pontosabb képet tudunk kapni a fűvókák tisztítási hatékonyságáról. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy ez a megoldás az egyedüli és kizárólagos módja a vizsgálatok elvégzésének, de jó iránymutatást adhat a növényvédőgép gyártóknak és a típus-, valamint a felülvizsgálatot végző szakemberek számára, hiszen az ilyen típusú mérések fontosak, mivel a környezetünk és közvetve az emberek épségét is egyaránt meg kell védenünk, illetve őriznünk.

A másik jelentős probléma az időigényessége. Az ilyen fajta mérés - amely például felülvizsgálat során is alkalmazásra kerülhet - idejében korlátozott, hisz nem várhatjuk el, hogy a gazda vagy egy mezőgazdasági vállalkozás napokon át nélkülözze az éppen vizsgálat alatt álló növényvédőgépet. Sajnos jelenleg ezen nem tudunk változtatni, mivel a réz-oxiklorid, majd abból az elemi réz állapotba oldásához idő kell.

Az általam elvégzett vizsgálatok javasolhatóak a növényvédelmi gépek típusvizsgálatához, mivel itt dől el, hogy egy gép alkalmas a mezőgazdasági növénytermesztésben való használatra, anélkül hogy veszélyeztetné az embert vagy a környezetet. A vizsgálat rámutathat arra, hogy a gyártó által javasolt tisztítófűvóka mennyire alaposan tudja kitisztítani a tartály belső felületét a gépkönyv szerinti beállítások mellett. Ilyenkor a szemrevételezés során előkerülhetnek olyan helyek, ahol még maradhatott vegyszerlerakódás. Ez a fűvóka számára elérhetetlen vak foltokat jelent,

ami megnövelheti azt a kockázatot, hogy egy másik típusú vegyszeres kezeléskor az előző szer vegyi reakciót vált ki, ami hatástalanná teszi a védekezést vagy az állományban tehet jelentős károkat, amik közvetetten a gazdálkodó bevételét csökkenthetik.

4.1.2. A tartály külső felületén lerakódó szermennyiség felmérése

A külső felületén lerakódó szermennyiség felmérése során a legnehezebb feladat, hogy a számunkra megfelelő permetezési körülményt válasszuk ki, mivel a szabványban rögzített környezeti paraméterek és határértékeik jelentősen lecsökkentik a mérésre alkalmas napok számát. A mérések többségben nyáron (2010 és 2012 között, június végétől – augusztus elejéig) történtek, így a magas hőmérsékletek elkerülése (+25 °C felett) miatt a korai órákban (6 és 9 óra között) voltak ideálisak. Ez az időszak kedvezett a második környezeti tényező értékeinek, a levegő páratartalmának is, mivel ebben az időszakban a mérések során 50% vagy a feletti volt az értéke. Az egyedüli környezeti tényező, ami a mérési feltételekben nagyobb eltérést mutatott, az a szél, illetve annak sebessége volt. Általában megfigyelhető volt, hogy a mérések kezdetén a szélsebesség minimális volt (0 – 0,2 m/s), majd a mérések befejezése körül a sebesség megemelkedett a korlátozás felső határára (1,8 - 2 m/s).

4.2. Belső tisztítási hatékonyság vizsgálatainak eredményei

4.2.1. A referenciafolyadék viselkedése és felhasználása

A méréseknél használatos réz-oxikloridból készült szuszpenzió az egyik leginstabilabb referenciafolyadéknak bizonyult. Az elkészítése során a vízben való feloldása nem egyszerű, így időközönként a vegyszer kisebb csomókban (csomósodva) marad a vízben és a permetezőgép keverő berendezése sem képes ezeket feloldani. Ezért a vegyszert kisebb mennyiségekben adagolva érdemes a vízben felkeverni, hogy a lehető legkisebb legyen a csomósodás. A másik, amire ügyelni kell, az a folyadék hosszú távú tárolása és a koncentráció ellenőrzése. A mérések során a tároláskor a folyadékot rendszeresen keverni kell, mivel ha ez elmarad, akkor a szuszpenzióban lebegő nem oldható anyagok gyorsan leülepednek és megtapadnak a tárolóedényzet felületén, mely egy bizonyos idő után megkeményedik és az eltávolítása nehézkessé válik. A referencia folyadék újrafelhasználásának költségcsökkentő hatása a víz és a növényvédőszer mennyiségében jelenik meg. A mérések során a víz megtakarítás 77%, és a vegyszer mennyiség csökkenés 37% volt (9. táblázat).

Megnevezés	Vízhasználat (liter)	Vegyszer mennyiség (kg)
Újrafelhasználás nélkül	9.137,5	72,00
Újrafelhasználás mellett	2.137,5	45,00
Megtakarított mennyiség	7.000,0	27,00
Megtakarítás %-ban	76,61	37,50
Árak (Ft/m ³ ; Ft/kg; 2010)	948,-	2.000,-
Költségek újrafelhasználás nélkül (Ft)	8.662,-	144.000,-
Költségek újrafelhasználás mellett (Ft)	2.026,-	90.000,-
Összes megtakarítás (Ft)	6.636,-	54.000,-

9. táblázat A víz- és a vegyszerfelhasználás, valamint költségvonzatainak táblázata

A folyadék újra felhasználása előnyösnek bizonyult, bár időigényes és a mérési folyamatot meghosszabbító lépésként jelenik meg. Ennek ellenére jelentőséggel bír a környezetkímélő, illetve a vegyszer és a víz felhasználását minimalizáló hatása miatt, mivel e szabványok célja olyan vizsgálati módszerek kidolgozása volt, ami csökkenti a vegyszerek környezeti terhelését.

4.2.2. Tisztítófúvókák viselkedése

A vizsgálatok elvégzésekor a tisztítófúvókák karakterisztikáját is szemügyre vettük, hisz az ilyen típusú fúvókák a kialakításuknak köszönhetően eltérően viselkedhetnek azonos üzemi nyomás mellett. A fúvókák közül a Polmac és az ARAG fúvókát emelném ki mivel kialakításuk közel azonos. Az eltérésük a folyadékfogyasztásukban és a Polmac alsó részén található plusz fúvóka formájában jelenik meg. A mérések folyamán megfigyelhető volt, hogy azonos nyomás mellett, a fúvókák által kibocsájtott folyadéksugarak iránya és ereje is más volt. Ezt valószínűleg a fúvókák pörgető testén kialakított kilépőnyílások okozhatják, amelyeknek különböző átmérőjük és a kör alaktól eltérő formájuk lehet.

A másik jelenség, hogy a nyomás növekedésével a folyadék sugarak szöge változik, azaz a folyadéksugár a permetezőgép tartály oldalának egy másik pontját éri, illetve az oldalfalon függőleges irányban mozdul el (34-35. kép).



34. kép ARAG fűvóka működés közben

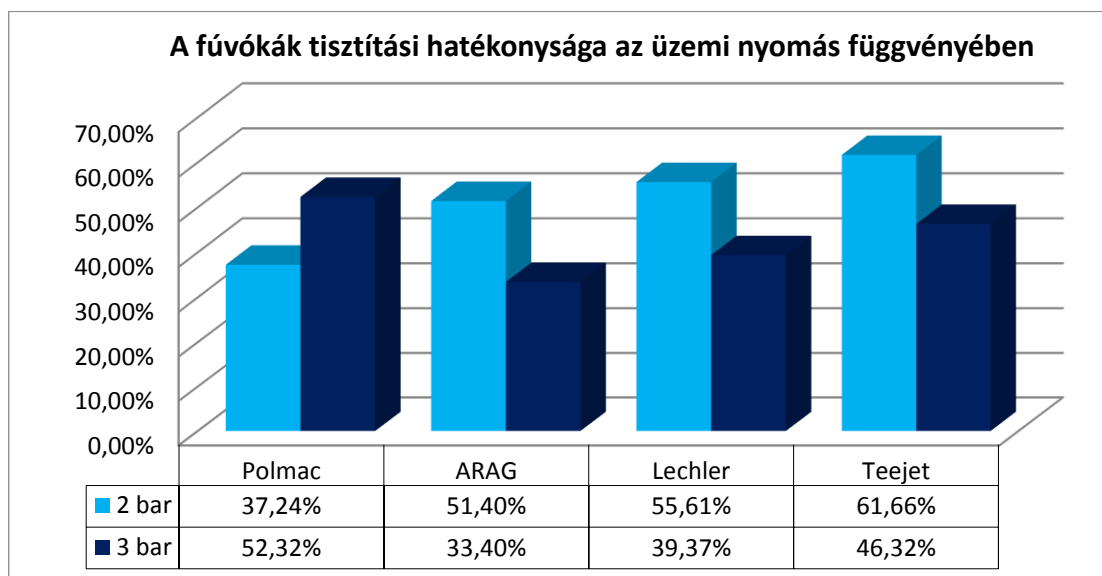


35. kép Polmac fűvóka működés közben

Ezt is a fűvókák kialakított furatok átmérője és formája befolyásolja, minden fűvóka csak egy bizonyos (szűk) tartományban képes működni, így nem minden formájú és alakú tartályok tisztítására alkalmas. Vizsgálataim elvégzésével az eredmények alapján biztosítható, hogy a megfelelő és legalkalmasabb fűvókát alkalmazzuk a tartályban, hogy a lehető leghatékonyabb tisztítási eredményt lehessen elérni.

4.2.3. A szabvány által kapott eredmények

A vizsgálatok során a négy különböző gyártótól származó fűvókák közül három azonos jelenséget produkált, azaz a nyomás növekedésekor a tisztítási hatékonyságuk csökkent (15 - 18%). Egy pedig javulást mutatott a nyomásnövekedés hatására (+15%). Ez részben, a már fentebb említett, a fűvókák kialakításából is fakadhat, mivel ezek a fűvókák nem biztos, hogy alkalmasak ugyanazon formájú és alakzatú permetlé tartályok hatékony tisztítására eltérő nyomások mellett (1. diagram; SÁNDOR - PÁLYI - NÉMETH, 2011).



1. diagram A fűvókák tisztítási hatékonysága az üzemi nyomás függvényében

4.2.4. Statisztikai számítások kiértékelése

A statisztikai számításokat külön-külön végeztük a fűvóka által kimosott vegyszer mennyiségre, az azt követő nagynyomású tisztításkor kimosott mennyiségre és a tisztítási hatékonyságra egyaránt. A fűvókák által kimosott mennyiségek a különböző üzemi nyomások szerint szignifikánsan különböznek egymástól, azaz nem mutatható ki azonosság. Viszont a tisztító fűvókák esetében azonos üzemi nyomások szerint nézve mégis hasonlóságot találtunk 2 bar nyomáson 5%-os konfidencia szinten a Lechler és a TeeJet fűvókák között (10-12. táblázat, 2. diagram).

Megnevezés	Üzemi nyomás					
	2 bar			3 bar		
Fűvókatípus	Átlag (mg/l)	Szórás (mg/l)	Relatív szórás, %	Átlag (mg/l)	Szórás (mg/l)	Relatív szórás, %
Polmac	1606,15	62,65	3,90	945,52	63,58	6,72
ARAG	503,78	9,22	1,83	835,46	29,28	3,51
Lechler	2789,67	15,76	0,57	1348,76	19,34	1,43
TeeJet	2963,36	33,29	1,12	1969,92	37,14	1,89

10. táblázat A fűvókák által kimosott vegyszermennyiség alapstatisztikai táblázata

ANOVA - Tisztítási mód (2 bar)

	Négyzetösszeg	df	Négyzetátlag	F	Szig.*
Csoportok között	69849357,175	3	23283119,058	99,712	0,000
Csoportokon belül	32690647,486	140	233504,625		
Összesen	102540004,661	143			

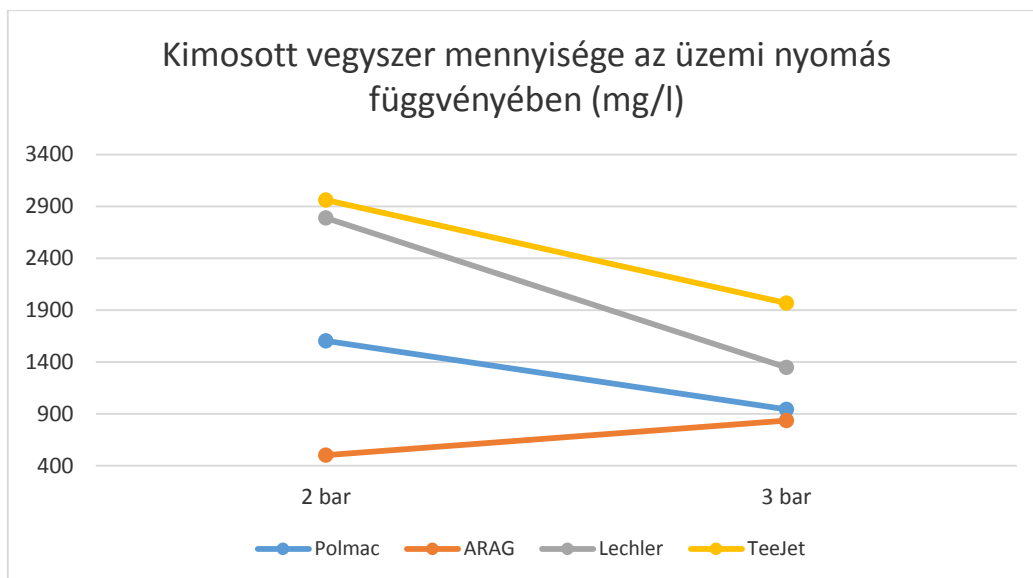
* - szignifikancia (továbbiakban Szig.)

11. táblázat A tisztítási mód alapján számított összesítő ANOVA tábla (SPSS 15)

Post Hoc Tesztek (fűvókatípus) - páronkénti összehasonlítás - függő változó: Tisztítási mód (2 bar)

	(I) Fűvóka fajta	(J) Fűvóka fajta	Átlagos eltérés (I-J)	Std. hiba	Szig.	95% konfidencia intervallum	
						alsó határ	felső határ
Tamhane	Polmac	ARAG	606,21638889*	63,43068770	0,000	432,6489634	779,7838144
		Lechler	-793,37805556*	134,40010683	0,000	-1161,6770013	-425,0791098
		TeeJet	-1190,80166667*	101,52770823	0,000	-1466,8087514	-914,7945819
	ARAG	Polmac	-606,21638889*	63,43068770	0,000	-779,7838144	-432,6489634
		Lechler	-1399,59444444*	125,04832179	0,000	-1746,2514005	-1052,9374884
		TeeJet	-1797,01805556*	88,77820457	0,000	-2041,8930858	-1552,1430253
	Lechler	Polmac	793,37805556*	134,40010683	0,000	425,0791098	1161,6770013
		ARAG	1399,59444444*	125,04832179	0,000	1052,9374884	1746,2514005
		TeeJet	-397,42361111	148,05913069	0,055	-799,7534314	4,9062092
	TeeJet	Polmac	1190,80166667*	101,52770823	0,000	914,7945819	1466,8087514
		ARAG	1797,01805556*	88,77820457	0,000	1552,1430253	2041,8930858
		Lechler	397,42361111	148,05913069	0,055	-4,9062092	799,7534314

12. táblázat A tisztítófűvókák összehasonlító statisztikai táblázata az általuk kimosott szermennyiség alapján (SPSS 15)



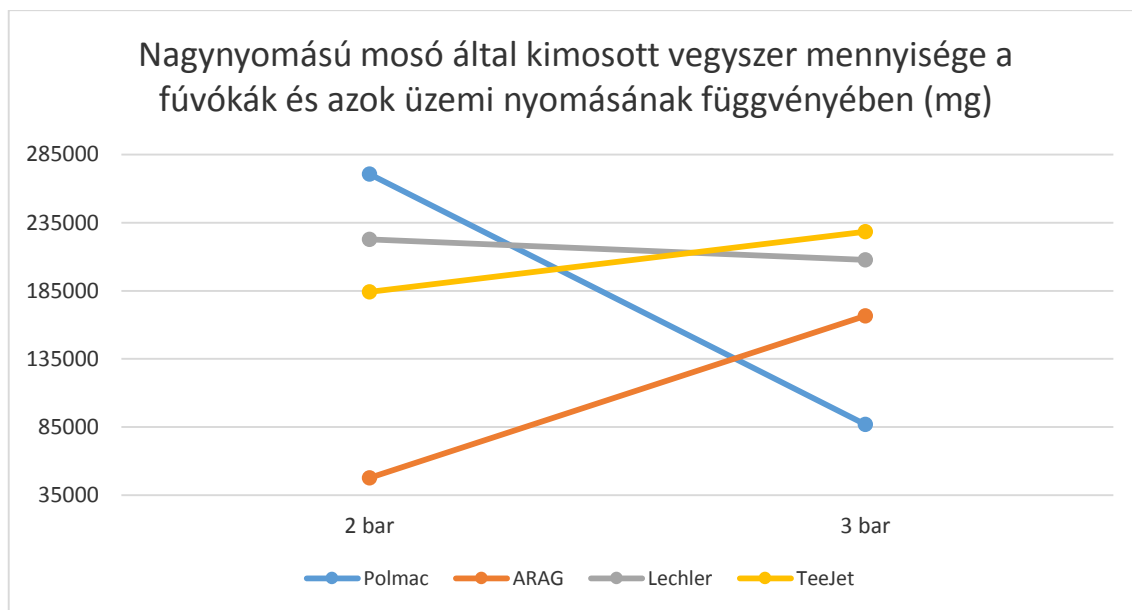
2. diagram A tisztítófűvókák által kimosott vegyszer mennyisége az üzemi nyomás függvényében

A 2. diagram mind a négy vizsgált fűvóka által kimosott vegyszer mennyiségét mutatja. A diagram alapján látható, hogy összességében alacsonyabb üzemi nyomáson több a fűvókák által kimosott mennyiség (magasabb érték jobb), viszont nem állapítható meg, hogy a hatékonyságuk mekkora. Ehhez szükségünk van a nagynyomású mosóval kimosott vegyszer mennyiségekre is. Ennek eredményeit a 13. táblázat és a 3. diagram mutatja.

Megnevezés	Üzemi nyomás					
	2 bar			3 bar		
Fűvókátípus	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %
Polmac	270692,33	9881,62	3,65	86844,77	4145,29	4,77
ARAG	47627,70	194,41	0,41	166573,78	2054,13	1,23
Lechler	222661,53	956,83	0,43	207668,65	4957,99	2,39
TeeJet	184293,10	767,60	0,42	228314,93	10793,56	4,73

13. táblázat – A nagynyomású mosó által kimosott szermennyiség alapstatisztikai táblázata

A statisztikai táblázatban lévő mértékegység már csak milligramm, mivel a nagynyomású mosó használata során a tisztításkor eltérő vízmennyiség került felhasználásra. Mellette szubjektív tényezőként közrejátszik a tisztító személy megítélése arról, hogy a tartály teljesen tiszta már vagy még tovább kell végezni a műveletet. Ezért fontosnak tartom a tisztítás azonos módon történő elvégzését. A hatékonyság vizsgálatakor a fűvókák által kimosott vegyszermennyiség a vízfelhasználási mennyiségére van vetítve (minden tisztításkor 100 liter vizet használtak fel a fűvókák).



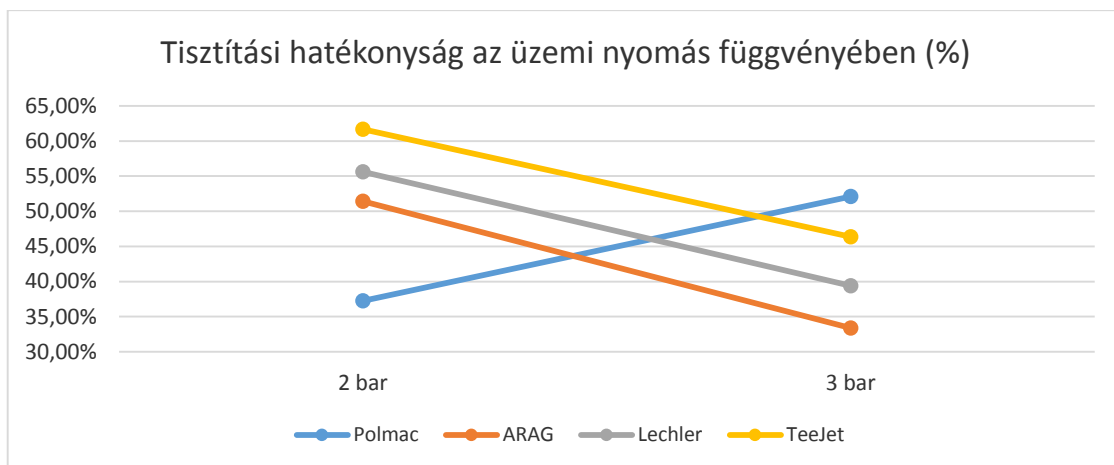
3. diagram A nagynyomású mosó által kimosott szer mennyiség a fúvókák és azok üzemi nyomásának függvényében

Ahogy a 3. diagramon is látható, eltérő volt a maradék szer mennyiségek mértéke a fúvókák tisztítása után (az alacsonyabb jobb), mivel a tisztítófúvókák nem azonos koncentricációjú folyadékot mosnak ki a tartályból. Továbbra is hangsúlyoznom kell, hogy az eredményeket szubjektív tényező (tisztító személye) befolyásolja. A következő táblázat a fúvókák tisztítási hatékonyságát szemlélteti (14. táblázat).

Megnevezés	Üzemi nyomás					
	2 bar			3 bar		
Fúvókátípus	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %
Polmac	37,25	1,475	3,96	52,10	1,165	2,24
ARAG	51,40	0,441	0,86	33,40	1,003	3,00
Lechler	55,61	0,166	0,30	39,38	0,9003	2,29
TeeJet	61,65	0,285	0,46	46,34	0,933	2,01

14. táblázat A fúvókák tisztítási hatékonyságának alapstatisztikai táblázata

A 14. táblázat alapján megállapítható, hogy az alacsonyabb üzemi nyomáson történő tisztítás hatásosabb volt, mint a magasabb nyomáson történő. Ez valószínűleg a fúvókák viselkedésében említett jelenségnek (folyadéksugár szög) köszönhető. Az eredményekben már megjelennek a 10. és a 13. táblázatban felvázolt értékek hatásai is, melyek közelebb hozták a fúvókák tisztítási hatékonyságait, melyet a 4. diagram szemléltet.



4. diagram A fűvókák tisztítási hatékonysága az üzemi nyomás függvényében

A varianciaanalízis eredményei alapján megállapítható (15-16. táblázat), hogy a tisztítási hatékonyság az egyes nyomásszinteken szignifikáns eltérést mutat a fűvókák között. Valamint ez a megállapítás igaz az üzemi nyomások közötti összehasonlításban egyaránt. Viszont ha csak a fűvókákat hasonlítjuk össze a tisztítási hatékonyság értékei alapján, akkor megállapítható, hogy az ARAG 2 bar és a Polmac 3 bar nyomáson hasonlóságot mutat (Szig.=0,238).

ANOVA – Koncentráció

	Négyzetösszeg	df	Négyzetátlag	F	Szig.
Csoportok között	0,465	4	0,116	1370,066	0,000
Csoportokon belül	0,007	85	0,000		
Összesen	0,472	89			

15. táblázat A tisztítási hatékonyság alapján számított összesítő ANOVA tábla (SPSS 15)

Post Hoc Tesztek (fűvókátípus) - páronkénti összehasonlítás - függő változó: Koncentráció

	(I) Fűvóka fajta	(J) Fűvóka fajta	Átlagos eltérés (I-J)	Std. hiba	Szig.	95% konfidencia intervallum	
						alsó határ	felső határ
Tamhane	ARAG2	ARAG3	0,18000779*	0,00258305	0,000	0,1720267	0,1879889
		Polmac3	-0,00697090	0,00293648	0,238	-0,0161111	0,0021693
		TeeJet3	0,05058142*	0,00243125	0,000	0,0430981	0,0580647
		Lechler3	0,12016909*	0,00236274	0,000	0,1129103	0,1274279
	ARAG3	ARAG2	-0,18000779*	0,00258305	0,000	-0,1879889	-0,1720267
		Polmac3	-0,18697868*	0,00362440	0,000	-0,1978432	-0,1761141
		TeeJet3	-0,12942636*	0,00322868	0,000	-0,1390936	-0,1197592
		Lechler3	-0,05983869*	0,00317741	0,000	-0,0693565	-0,0503209
	Polmac3	ARAG2	0,00697090	0,00293648	0,238	-0,0021693	0,0161111
		ARAG3	0,18697868*	0,00362440	0,000	0,1761141	0,1978432
		TeeJet3	0,05755232*	0,00351783	0,000	0,0469884	0,0681163
		Lechler3	0,12713999*	0,00347084	0,000	0,1167059	0,1375741
	TeeJet3	ARAG2	-0,05058142*	0,00243125	0,000	-0,0580647	-0,0430981
		ARAG3	0,12942636*	0,00322868	0,000	0,1197592	0,1390936
		Polmac3	-0,05755232*	0,00351783	0,000	-0,0681163	-0,0469884
		Lechler3	0,06958767*	0,00305529	0,000	0,0604422	0,0787331
	Lechler3	ARAG2	-0,12016909*	0,00236274	0,000	-0,1274279	-0,1129103
		ARAG3	0,05983869*	0,00317741	0,000	0,0503209	0,0693565
		Polmac3	-0,12713999*	0,00347084	0,000	-0,1375741	-0,1167059
		TeeJet3	-0,06958767*	0,00305529	0,000	-0,0787331	-0,0604422

16. táblázat A tisztítófűvókák összehasonlító statisztikai táblázata tisztítási hatékonyságuk alapján (SPSS 15)

Azaz a vizsgálatok során megállapítható, hogy a tartálymosó fűvókák a két üzemi nyomáson többségében a hatékonyságuk csökkenését mutatják a nyomásnövekedés következtében. Mivel csak két üzemi nyomáson történt a vizsgálódás, ezért nem állapítható meg, hogy ez a jelenség lineáris vagy nem lineáris összefüggést mutat, ezért további nyomásokon történő vizsgálatok szükségesek. Összegezve, a mérések jól használhatóak, bár idő- és költségigényes mérési eljárásként jellemezhetők, ezért a permetezőgépek típusminősítési eljárásánál való használatuk célszerűbb. A fűvókák pedig alacsonyabb üzemi nyomáson jobb tisztítási minőséget képesek biztosítani, így alacsonyabb nyomástartományokon is érdemes lehet a vizsgálatokat tovább folytatni. Ebben a témában megjelent irodalmakban (PÁLYI - LÁSZLÓ - GANZELMEIER, 2006; WEHMANN, 2008) leírt vizsgálatok a permetezőgép méretei szerinti kategorizálást céloztak meg, azaz ilyen jellegű összehasonlító vizsgálatokat nem végeztek.

4.3. A permetezőgép külső felületén lerakódó szermennyiség felmérésének eredményei

4.3.1. A permetezőgép axiál ventilátorának befolyásoló hatása

A mérések kezdetekor először is a permetezőgép által létrehozott, a permetezést segítő légáramának esetlegesen a lerakódást befolyásoló hatását kívántuk megvizsgálni azonos üzemi nyomás mellett. A Berthoud ARBO 1000 permetezőgép axiál ventilátora két fordulatszámon tud üzemelni, ami percenként 1600 és 2000 fordulat. A vizsgálatok elvégzésekor a Saphirex 12/10° fűvóka került alkalmazásra 10 bar üzemi nyomáson. Ezen vizsgálatok eredményeit szintén tényezőnként elemeztük. Ez alapján először a permetezőgép első mosásakor lejött szermennyiséget vizsgáltuk a ventilátor fordulatszámának függvényében (17-18. táblázat, 5. diagram).

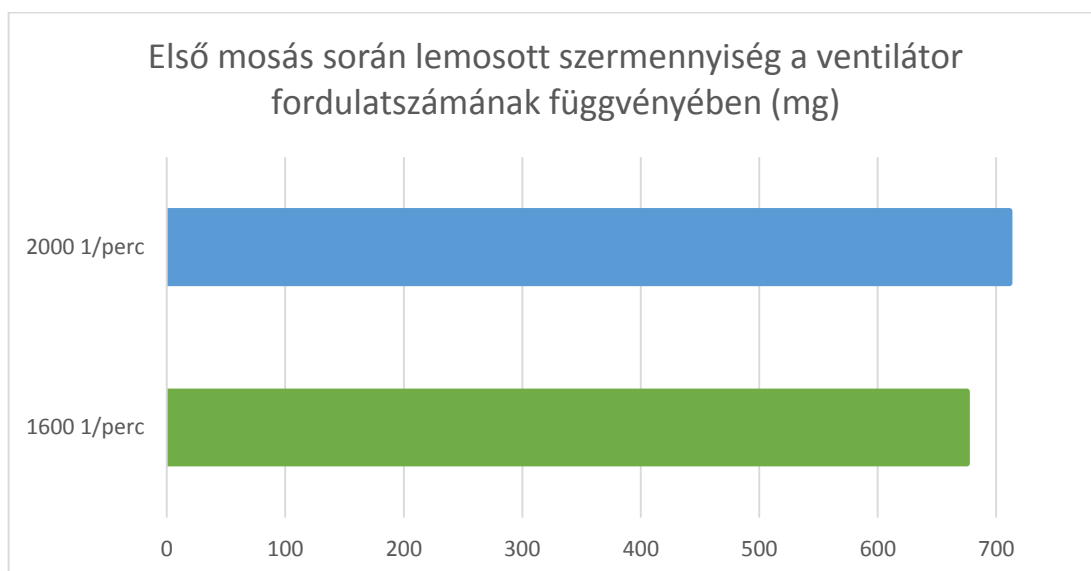
Megnevezés	Ventilátor fordulatszám (1/perc)					
	1600			2000		
Üzemi nyomás (10 bar)	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %
Mosás 01	675,36	18,70	2,77	711,40	9,01	1,27

17. táblázat Első mosásakor lemosott szermennyiség alapstatisztikái a ventilátor fordulatszámának vonatkozásában

ANOVA - Mosás 01 - 1600-2000 1/perc

	Négyzetösszeg	df	Négyzetátlag	F	Szig.
Csoportok között	3896,284	1	3896,24	18,094	0,002
Csoportokon belül	2153,349	10	215,335		
Összesen	6049,634	11			

18. táblázat Az első mosáskor lemosott szermennyiség összesítő ANOVA táblázata a ventilátor fordulatszámának vonatkozásában (SPSS 15)

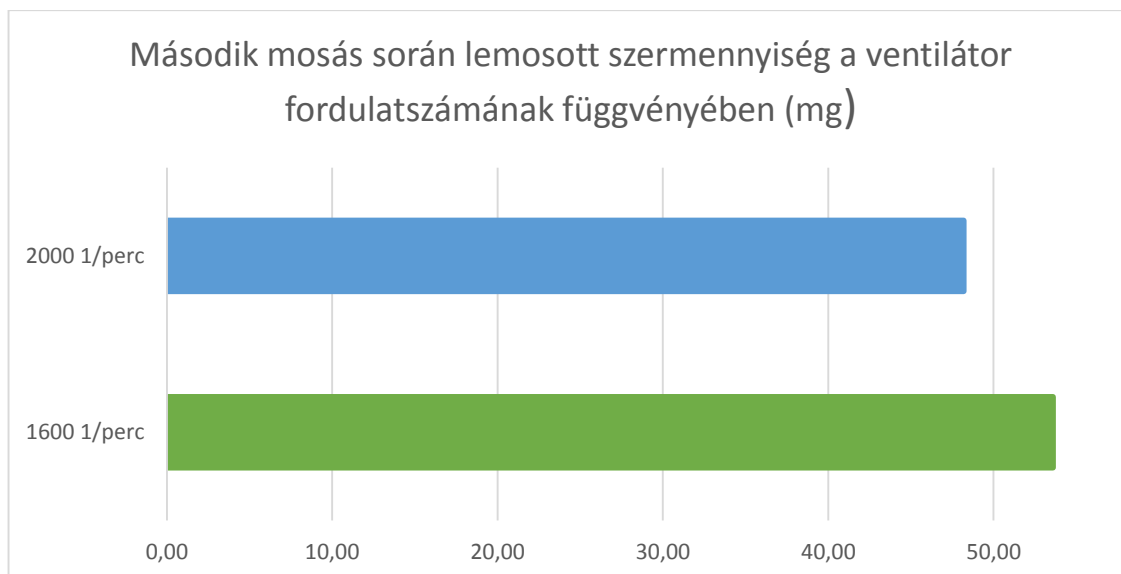


5. diagram Első mosás során lemosott szermennyiség a ventilátor fordulatszámának függvényében

Meg kell említeni, hogy a külső felületen történő lerakódás megállapításánál (mosások esetében) szintén szubjektív tényező játszik szerepet, mivel a mosásokat végző ember ítéloképességétől függ, hogy mikor tekinti a permetezőgép felületét tisztának. Emiatt fontos, hogy lehetőleg azonos módon történjen a gép tisztítása, mivel ez a jellemző torzíthatja az eredményt. A második mosás eredményét a 19. táblázat és a 6. diagram szemlélteti.

Megnevezés	Ventilátor fordulatszám (1/perc)					
	1600			2000		
Üzemi nyomás (10 bar)	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %
Mosás 02	53,59	6,34	11,83	48,19	7,81	16,21

19. táblázat Második mosáskor lemosott szermennyiség alapstatisztikái a ventilátor fordulatszámának vonatkozásában



6. diagram Második mosás során lemosott szermennyiség a ventilátor fordulatszámának függvényében

Ahogy észrevehető a második mosás eredményei ellentétesen alakulnak az első mosáshoz képest. Ezt valószínűleg az okozza, hogy a második mosás az első mosás minőségétől és alaposágától függ. Ezt a statisztikai elemzésben a negatív korreláció is igazolja. A lerakódás mértékéről pedig a 20. táblázat és a 7. diagram ad információt.

Megnevezés	Ventilátor fordulatszám (1/perc)					
	1600			2000		
Üzemi nyomás (10 bar)	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %
Lerakódás mértéke	0,163	0,00832	5,10	0,171	0,00508	2,97

20. táblázat A lerakódás mértékének alapstatisztikai táblája a ventilátor fordulatszámának vonatkozásában

ANOVA - Koncentráció - 1600-2000 1/min

	Négyzetösszeg	df	Négyzetátlag	F	Szig.
Csoportok között	0,000	1	0,000	3,631	0,086
Csoportokon belül	0,000	10	0,000		
Összesen	0,000	11			

21. táblázat A lerakódás mértékének összesítő ANOVA táblája a ventilátor fordulatszámának vonatkozásában (SPSS 15)

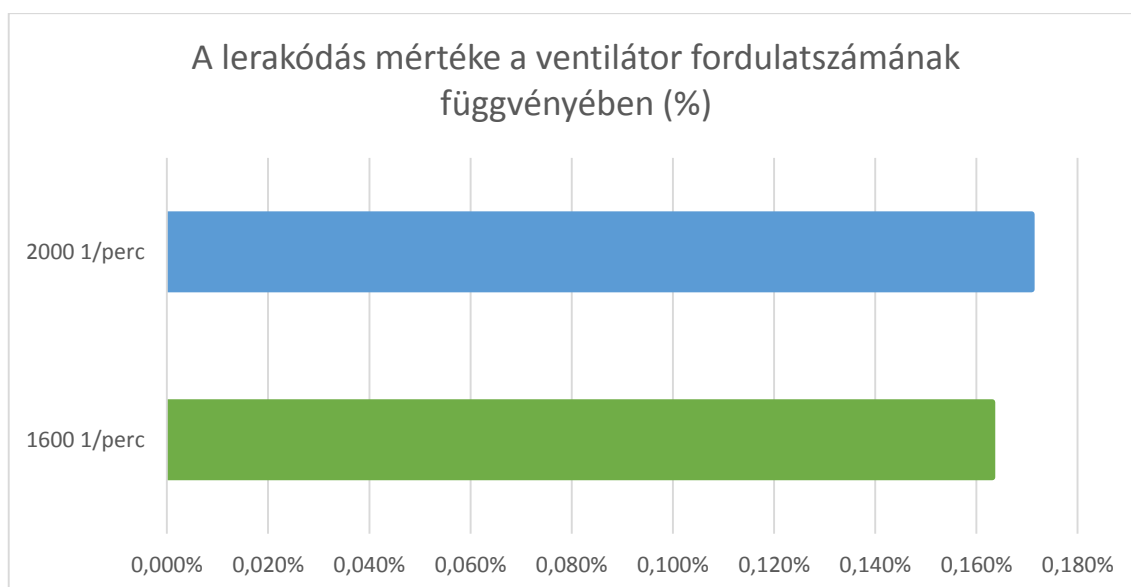
A varianciaanalízis megállapította, hogy a fordulatszámnak nincs szignifikáns hatása a lerakódás mértékére (21. táblázat). Mellette vizsgáltuk a környezeti tényezők befolyásoló hatását is (22. táblázat).

ANOVA - Koncentráció - Környezettípus

	Négyzetösszeg	df	Négyzetátlag	F	Szig.
Csoportok között	0,000	3	0,000	8,830	0,006
Csoportokon belül	0,000	8	0,000		
Összesen	0,000	11			

22. táblázat A lerakódás mértékének összesítő ANOVA táblája a környezettípus vonzatában (SPSS 15)

A korreláció vizsgálat segítségével megállapítható volt, hogy a környezeti tényezők jelentősen befolyásolják a lerakódás mértékét. Az, hogy a környezeti tényezők közül melyik (léghőmérséklet, páratartalom, szélesebbesség) és milyen mértékben befolyásol, nem állapítható meg, mivel ezekhez irányított környezettel ellátott épület szükséges, amely nem áll a rendelkezésre. Ezzel kapcsolatosan további vizsgálatok szükségesek.



7. diagram A lerakódás mértéke a ventilátor fordulatszámának függvényében

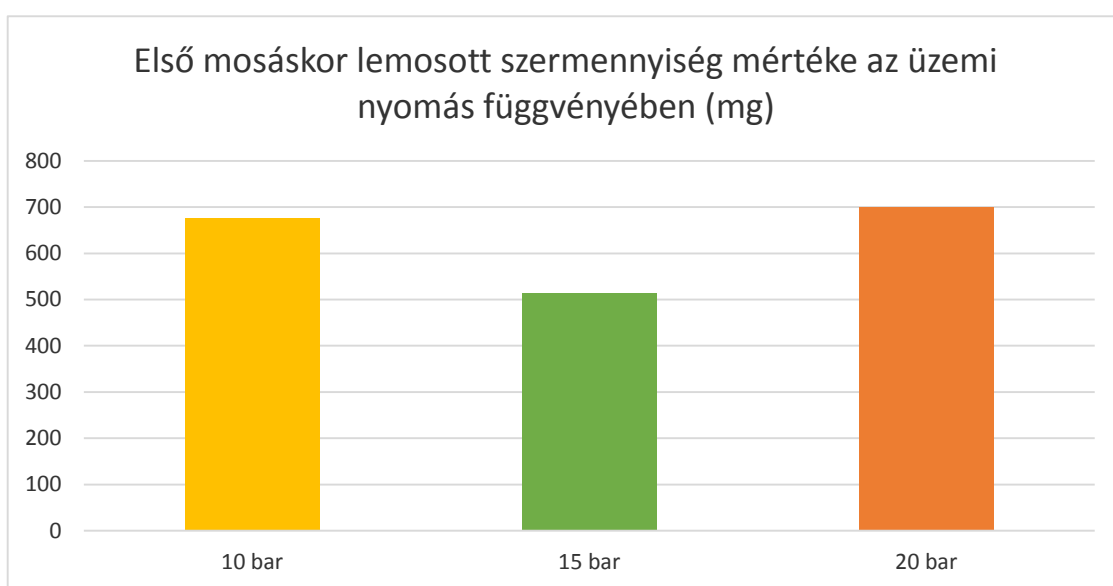
4.3.2. Üzemi nyomás változásának hatása a lerakódás mértékére

Ennél a mérési sorozatnál azt próbáltuk kideríteni, hogy az üzemi nyomás változásával, hogyan változik a növényvédő szer lerakódásának mértéke. Ehhez a vizsgálatokhoz az ültetvény permetezőgépeknél leggyakrabban használt üzemi nyomás értékeket választottuk ki, ami 10, 15 és 20 bar. A mérések során az axiálventilátort 1600 1/perc-es fordulatszámon üzemeltettük és a terelőszárnyakat is alkalmaztuk. Az első mosás eredményeit az alábbi táblázat és diagram szemlélteti (23. táblázat, 8. diagram).

Megnev.	Üzemi nyomás								
	10 bar			15 bar			20 bar		
	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %
Mosás 01	675,36	18,70	2,77	512,89	46,39	9,05	699,75	9,08	1,30

23. táblázat Első mosáskor lemosott szermennyiség alapstatisztikai táblája az üzemi nyomás vonzatában

Az adatokból jól látható, hogy a legkevesebb szermennyiséget a 15 bar üzemi nyomás során mutattuk ki. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a permetezőgép Saphirex típusú fúvókája 15 bar üzemi nyomáson működik a legjobban (cseppstruktúra). Ilyenkor a terelősárnyak és a ventilátor légárama együttesen (a 15 bar nyomáson kialakult cseppmérettel) kevésbé juttatják vissza a permetezőgép felületére a vegyszert.

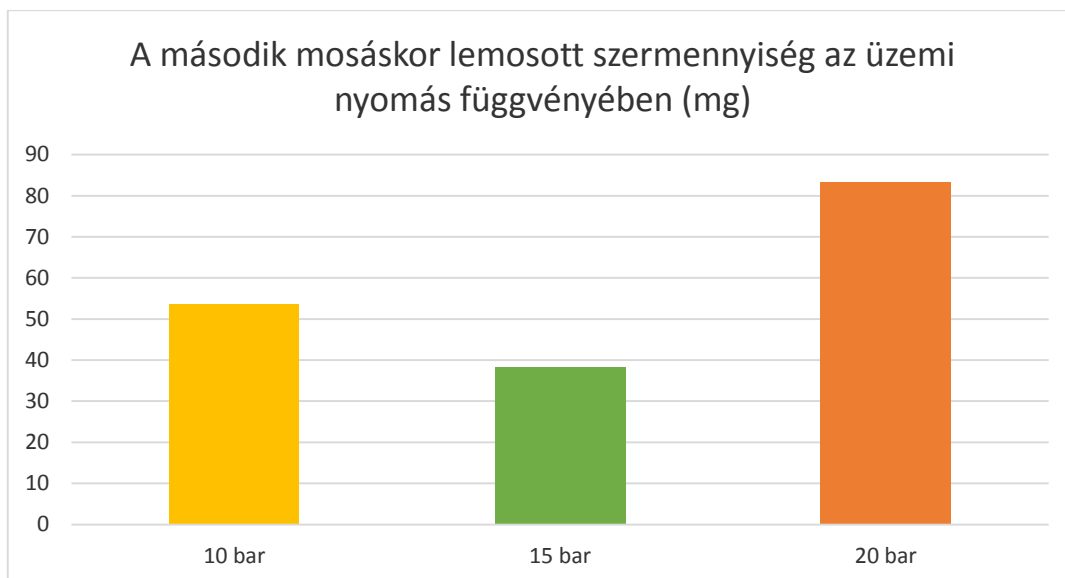


8. diagram Első mosás során lemosott szermennyiség mértéke az üzemi nyomás függvényében

A második mosás eredményeit a következő táblázatban és diagramban foglaltam össze (24. táblázat, 9. diagram).

Megnev.	Üzemi nyomás								
	10 bar			15 bar			20 bar		
	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %
Mosás 02	53,59	6,34	11,83	38,27	4,73	12,37	83,38	8,40	10,07

24. táblázat Második mosáskor lemosott szermennyiség alapstatisztikai táblája az üzemi nyomás vonzatában

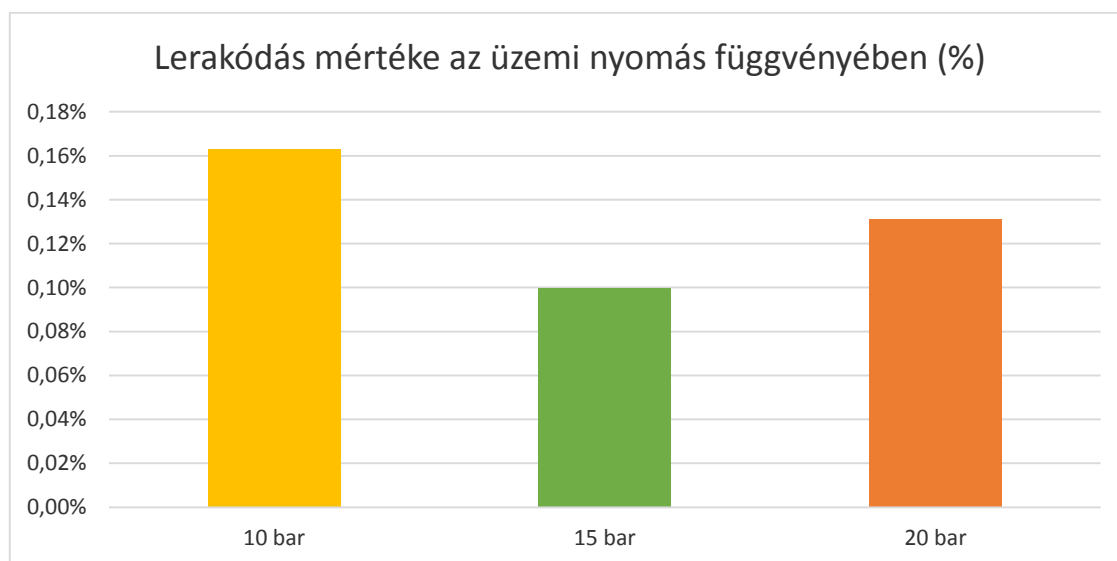


9. diagram A második mosás során lemosott szermennyiség az üzemi nyomás függvényében

Ahogy az eredményekből látható, a második mosás során is a 15 bar nyomás mellett volt a legkisebb a szermaradvány mennyisége. A tisztítási hatékonyság eredményeit a 25. táblázat és a 10. diagram szemlélteti.

Megnev.	Üzemi nyomás								
	10 bar			15 bar			20 bar		
Tisztítás	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %
Lerakódás mértéke	0,16	0,00832	5,10	0,10	0,01055	10,57	0,13	0,00157	1,19

25. táblázat A lerakódás mértékének alapstatisztikai táblázata az üzemi nyomás vonzatában



10. diagram A lerakódás mértéke az üzemi nyomás függvényében

A statisztikai elemzés során megállapítható, hogy a lerakódás mértékei szignifikánsan eltérnek a különböző nyomásszinteket illetően. Továbbá megállapítható, hogy 15 bar üzemi nyomáson a legkisebb a szer lerakódásának mértéke a Berthoud ARBO 1000 permetezőgépen Sapphirex 12/10° típusú fűvóka alkalmazása mellett. A korreláció számításával és függvény illesztéssel megállapításra került, hogy az üzemi nyomás és a lerakódás mértéke között függvényszerű kapcsolat mutatható ki másodfokú függvény segítségével (26-27. táblázat, 11. diagram). A függvény csak egy durva megközelítés, mivel a vizsgálatokat három nyomásszinten végeztem, viszont a regresszió függvény x értéke folytonos mennyiségi ismérvként feltételezhető.

R	R ²	Illesztett R ²	Standard hiba mértéke
0,959	0,920	0,909	0,000

A független változó az üzemi nyomás.

26. táblázat Korrelációs és determinációs együttható táblázata másodfokú függvény esetén a lerakódás mértéke és az üzemi nyomás között Berthoud ARBO 1000 típusú permetezőgép és Sapphirex 12/10° fűvóka használata esetén (SPSS 15)

Koefficiensek

	Nem standardizált koefficiensek		Standardizált koefficiensek	t	Szig.
	B	Standard hiba	Beta		
Üzemi nyomás*	-6,19*10 ⁻⁴	0,000	-9,134	-11,965	0,000
Üzemi nyomás**	1,956*10 ⁻⁵	0,000	8,699	11,395	0,000
(Konstans)	5,87*10 ⁻³	0,000		16,040	0,000

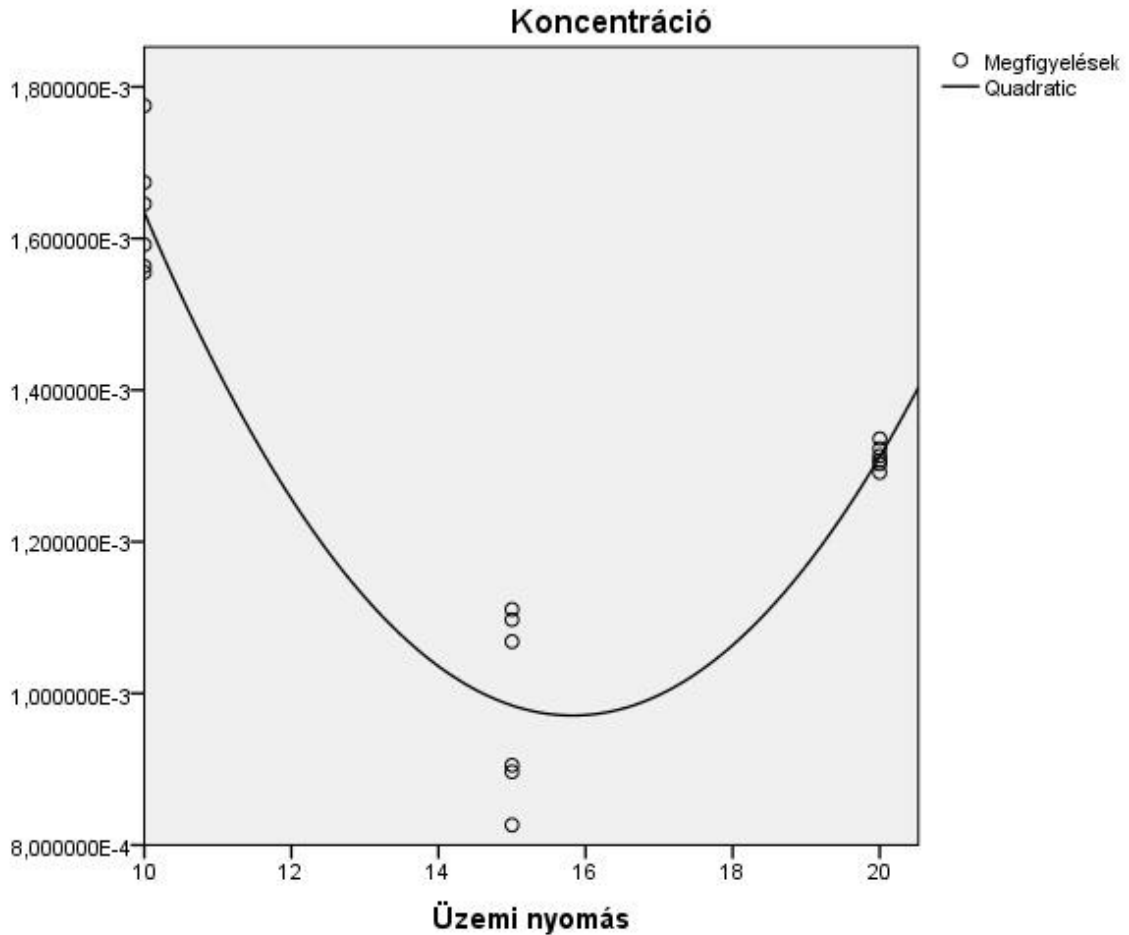
** - Másodfokú eleme az egyenletnek

* - Elsőfokú eleme az egyenletnek

27. táblázat A másodfokú egyenlet elemei, mely illeszthető az adatok alapján (SPSS 15)

A táblázat alapján a megközelítő másodfokú egyenlet a következő (9. egyenlet):

$$y = 0,00001956x^2 - 0,000619x + 0,00587 [9].$$



11. diagram A másodfokú függvény illesztése a lerakódás mértéke és az üzemi nyomás között Berthoud ARBO 1000 típusú permetezőgép és Saphirex 12/10° fűvóka használata esetén (SPSS 15)

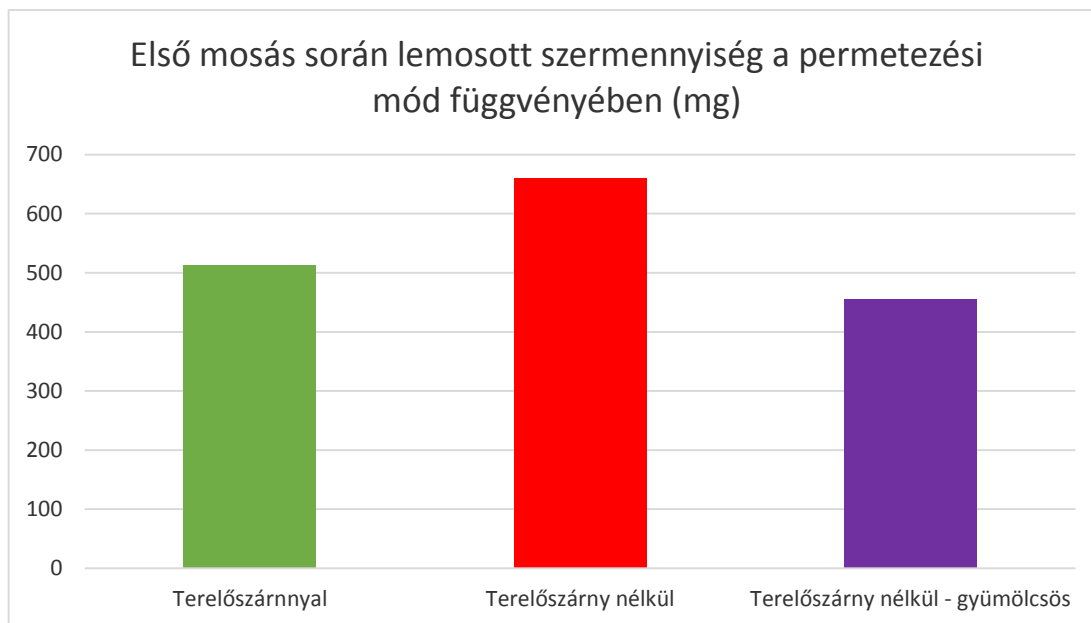
4.3.3. A permetezési mód hatása a lerakódás mértékére

Ebben a mérési folyamatban azt próbáltuk kideríteni, hogy különböző permetezési módok hogyan befolyásolják a lerakódás mértékét a Berthoud ARBO 1000 gyümölcspermetező külső felületén. Azt az üzemi nyomást alkalmaztuk, amelynél a lerakódás mértéke a legkisebb volt a Saphirex 12/10° fűvóka alkalmazása során. Méréseinket a permetezőgép szárny kialakításának megváltoztatása mellett, illetve kísérleti és valós körülmények között is végeztük 1600 1/perc ventilátor fordulatszám alkalmazásával.

Az első mosás eredményeit a 28. táblázat és a 12. diagram szemlélteti.

Megnev.	Permetezési mód (15 bar üzemi nyomás)								
Tisztítás	Terelőszárnyal			Terelőszárny nélkül			Terelőszárny nélkül - gyümölcsös		
	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %
Mosás 01	512,89	46,39	9,05	659,88	90,07	13,65	454,95	124,92	27,46

28. táblázat Az első mosás során lemosott szermennyiség alapstatisztikai táblázata a permetezési mód vonatkozásában



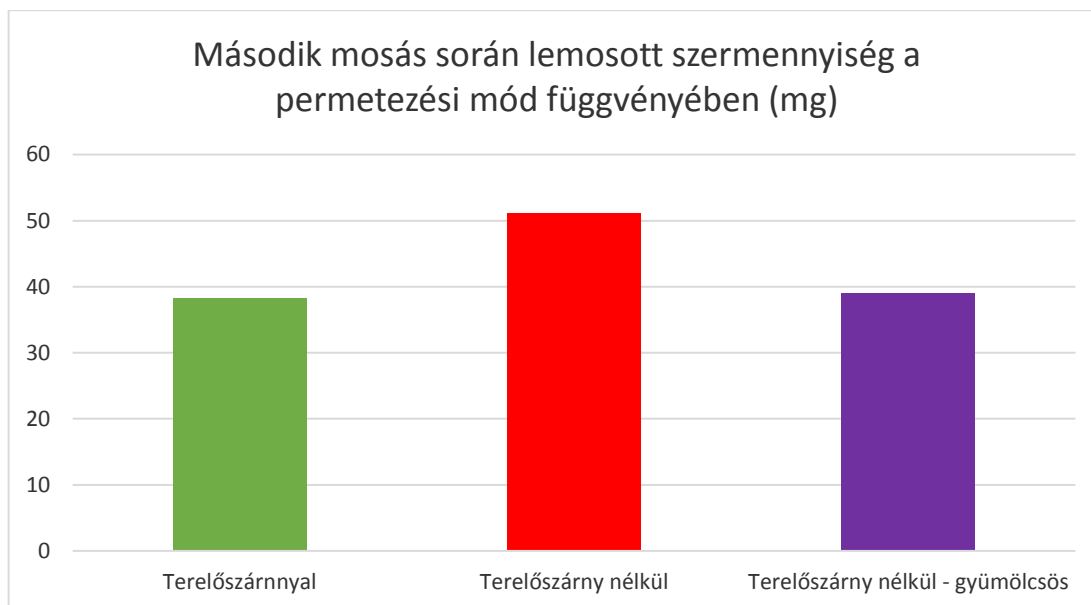
12. diagram Az első mosás során lemosott szermennyiség a permetezési mód függvényében

Az eredményekből látható, hogy a legtöbb szermennyiség a terelőszárny nélküli módból származik. A szárnyak eltávolítása megnöveli a turbulens áramlást a permetezőgép körül, s így több növényvédőszer csapódik vissza a gépre, illetve az axiál ventilátor felé. Érdekes a gyümölcsösben történt mérések igen magas relatív szórás mértéke. Ennek oka egyrészt a gyümölcsös szélcsatornaként való viselkedése, ami felerősíti a szélsébséget, a másik ok pedig a kísérleti mérésekhez képest a valós körülmények közti mérésekkor a gyümölcsös levélzetének változása (őszi mérések, levélzet hullásának fokozódása).

A második mosás eredményeit a 29. táblázat és a 13. diagram foglalja össze.

Megnev.	Permetezési mód (15 bar üzemi nyomás)								
Tisztítás	Terelőszárnyal			Terelőszárny nélkül			Terelőszárny nélkül - gyümölcsös		
	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %	Átlag (mg)	Szórás (mg)	Relatív szórás, %
Mosás 02	38,27	4,73	12,37	51,14	2,45	4,79	38,96	7,52	19,31

29. táblázat A második mosás során lemosott szermennyiség alapstatisztikai táblázata a permetezési mód vonatkozásában



13. diagram A második mosás során lemosott szermennyiség a permetezési mód függvényében

Amint látható a tendencia közel azonos az első mosás eredményéhez. Itt is hangsúlyoznom kell, hogy ezeket az adatokat szubjektív tényező (tisztítást végző személy) is befolyásolja. Az összképet (a lerakódás mértékét) a 30. táblázat és a 14. diagram mutatja.

Megnev.	Permetezési mód (15 bar üzemi nyomás)								
	Terelőszárnyal			Terelőszárny nélkül			Terelőszárny nélkül - gyümölcsös		
Tisztítás	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %	Átlag, %	Szórás, %	Relatív szórás, %
Lerakódás mértéke	0,10	0,01055	10,57	0,18	0,00932	5,11	0,12	0,03285	26,79

30. táblázat A lerakódás mértékének alapstatisztikai táblázata a permetezési mód vonatkozásában

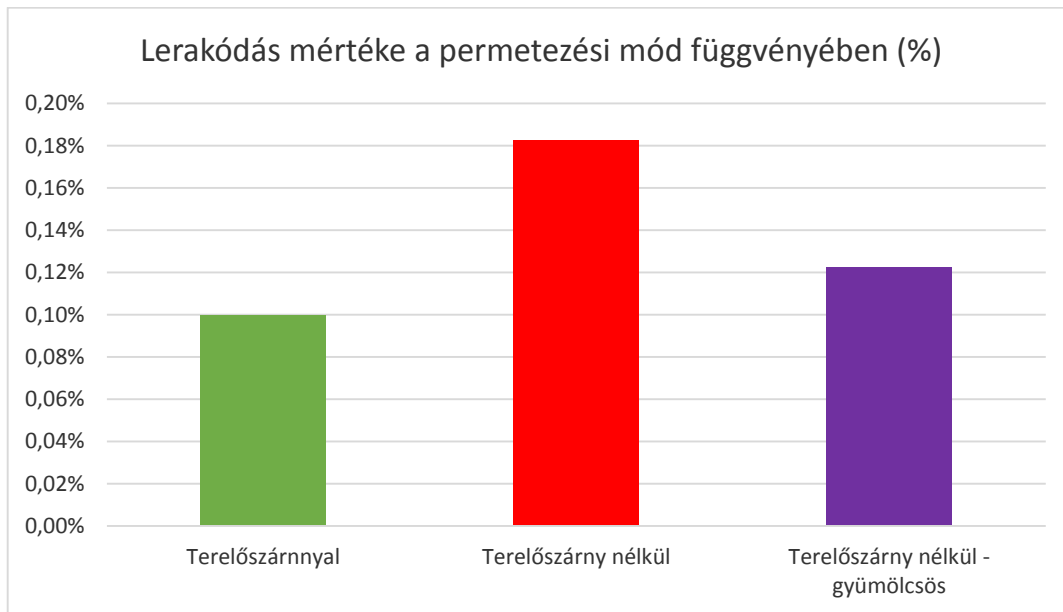
A statisztikai elemzés során megállapítható volt, hogy a terelőszárnyas (Szárny) és a gyümölcsös permetezési mód (SZNGY) várható értékei hasonlóságot mutatnak és mind a kettő szignifikánsan eltér a terelőszárny nélküli permetezéstől (31. táblázat).

Post Hoc Tesztek (permetezési mód) - páronkénti összehasonlítás

	Permetezési mód (I)	Permetez. mód (J)	Átlagos eltérés (I-J)	Std. hiba	Szig.	95% konfidencia intervallum	
						alsó határ	felső határ
Tamhane	Szárnyal	Szárny	-0,000693423*	0,000090175	0,000	-0,00096687	-0,00041997
		SZNGY	-0,000135362	0,000103939	0,551	-0,00045936	0,00018863
	Szárny nélküli	Szárny	0,000693423*	0,000090175	0,000	0,00041997	0,00096687
		SZNGY	0,000558061*	0,000123395	0,004	0,00020302	0,00091311
	Szárny nélküli, gyümölcsös	Szárny	-0,000135362	0,000103939	0,551	-0,00018863	0,00045936
		SZN	-0,000558061*	0,000123395	0,004	-0,00091311	-0,00020302

31. táblázat A lerakódás mértékének összehasonlító statisztikai táblázata permetezési mód alapján (SPSS 15)

Ez azzal magyarázható, hogy a gyümölcsösben lévő fák egy természetes akadályt képeznek a permetcseppek számára és így azok megtapadnak a fák lombzatán és törzsén, ezáltal azokat a turbulens áramlat nem tudja visszacsapni a gép felületére.



14. diagram A lerakódás mértéke a permetezési mód függvényében

4.3.4. A külső lerakódás felmérésének összegző értékelése

Összegezve megállapítható, hogy a szabvány által leírt módszer alkalmazható és megismételhető szabványosított körülmények között. Sajnos időigényessége és költségigénye (ételszínezék ára és a felhasznált vízmennyiség költsége) miatt, itt is a típusvizsgálatoknál javasolható az alkalmazása. Emellett a növényvédőgép gyártók számára lehet hasznos eljárás, mellyel megállapíthatóak azok a veszélyforrásként keletkező helyek, amelyeken nagyobb mennyiségben lerakódhat a növényvédőszer. Így ezek még a tervezés szakaszában korrigálhatóak lehetnének, hogy a munkavégző egészsége és a környezet is jobban védhető legyen a szermaradványokkal szemben. Sajnálatosan az irodalmak megjelenésekor (WEHMANN, 2008) még nem rendelkezünk ezen üzemi nyomás tartományok mellett az axiál ventilátoros gyümölcspermetezővel mért adatokkal, így összehasonlításuk nehézkes. Viszont a mért adataikból kiderül, hogy a szennyezettség mértéke hasonló a szántóföldi permetezőgépekéhez (8 bar nyomás, szennyezettség mértéke 0,1%; WEHMANN, 2008). Párhuzamosan a külső lerakódásának mértékének meghatározásakor felfigyeltünk arra a jelenségre, hogy az ételszínezékkel szennyezett permetezőgépről készült digitális fénykép átszerkesztése során a szennyezett terület rikító színárnyalatban jelent meg (36-37. kép; SÁNDOR - PÁLYI, 2013).



36. kép A gép tisztítás előtt



37. kép Szerlerakódás a gépen (módosított kép)

Ez a felismerés lehetőséget mutat arra, hogy digitális képfeldolgozás segítségével egyrészt vizuális módon megállapíthatóvá válnak a nagyobb szerlerakódás helyei a gép felületén, másrésztől megközelítő becslés készíthető a szennyezettség mértékéről még a tisztítás előtt. Ezzel kapcsolatos vizsgálatokat elkezdtük, amelynél megállapításra került, hogy minél magasabb felbontású (megapixel) a kép, annál jobban és könnyebben átalakítható.

5. Összefoglalás

A növényvédelem a mezőgazdasági termelés szerves részét képezi, és ahogy az emberiség, úgy maga ez a szakterület is folyamatosan változik és fejlődik annak érdekében, hogy magasabbak legyenek a terméshozamok a környezet nagyobb terhelése vagy veszélyeztetése nélkül.

Ezért újabb és újabb anyagokat és eljárásokat dolgoznak ki, hogy ezek megvalósuljanak. Ezen tényezők hatására készült el az ISO 22368 szabvány 2002-ben, aminek célja az volt, hogy olyan vizsgálati módszerek kerüljenek kidolgozásra, amelyekkel mérhető az EN 12761 szabványban előírt eszközök hatékonysága, az általuk végrehajtott munkák minősége. A szabvány három fejezete elsődlegesen a növényvédő gépek tisztítását szolgáló eszközök és berendezések mérésére irányul. Az első a permetezőgépek teljes, a második a gépek külső felületének, míg a harmadik fejezet csak a tartály tisztítását taglalja. Ezekből a második és a harmadik fejezet került a vizsgálat célkitűzései közé.

Arra próbáltam válaszokat keresni, hogy ezek a mérési módszerek használhatóak-e a gyakorlatban, és hogy mivel lehetne ezeket a mérési folyamatokat bármilyen módon javítani. Mellette vizsgáltam mind a két fejezetenél, hogy a különböző alkalmazástechnikák hogyan befolyásolják e mérési módszerek eredményeit.

A vizsgálatok eredményeképp megállapításra került, hogy mind a két fejezet mérései a gyakorlatba elvégezhetőek és megismételhetőek, viszont időigényesek és költségeseknek bizonyultak a kötelező várakozási idők, valamint a vegyszer és a víz magas árai miatt. Továbbá alkalmazástechnikai szempontból a tartályok tisztításának hatékonysága a Teejet, Lechler és az ARAG fűvókák esetében 2 bar üzemi nyomáson bizonyult jobbnak.

A szerlerakódás mértékének megállapítása során bebizonyosodott, hogy a vizsgált gyümölcspermetező gép (Berthoud ARBO 1000) esetében az axiálventilátor fordulatszámának változása a beállított két tartományban nem befolyásolja szignifikánsan a szerlerakódás mennyiségét adott fűvókátípus mellett (Saphirex 12/10°). Az üzemi nyomás változtatása viszont a lerakódás mértékét szignifikánsan megváltoztatja ugyanezen gép- és fűvókátípus használata során, mely esetben függvényszerű kapcsolat is kimutatható volt. Ugyanazon gép permetezési módjának állítása a terelőszárnyak eltávolításakor pedig szintén szignifikáns változást okozott a lerakódás mértékében szabványosított körülmények között.

Így ezek a vizsgálatok a permetezőgépek típusvizsgálatánál kerülhetnek előtérbe, valamint a növényvédőgép gyártók számára lehet segítség a gépek működésének javítása érdekében.

Jövőbeni kutatási irányok:

Továbbiakban is szeretném folytatni az ISO 22368 szabvány vizsgálatait, főleg a környezeti tényezők befolyásoló hatásaira fektetve a hangsúlyt, mivel ezen értekezésben idő és költséghiány miatt nem volt lehetőség tényezőként vizsgálni esetleges módosító hatásait (léghőmérséklet, páratartalom, szélsébség; irányított környezeti viszonyok). Valamint a tartálytisztító fúvókák alacsonyabb üzemi nyomáson történő tisztítási hatékonysága is további vizsgálatok tárgyát képezi, mivel így pontosabb képet kaphatunk a fúvókák viselkedéséről. Mellette a szabvány új fejezetével is szeretnék foglalkozni, ami a permetezőgépek tisztítása után kiüríthető és kiürülő maradék koncentrációjának megállapítására szolgál.

Párhuzamosan a külső lerakódás mértékének meghatározásával szeretném a digitális képfeldolgozáson alapuló kiértékelést is kidolgozni, ahol az elkészített kép átalakításának informatikai és matematikai módszertanát kívánom elvégezni.

6. Új tudományos eredmények (Thesis)

6.1. Tézisek

1. Az ISO 22368 szerinti, a növényvédőgépek belső tisztítási hatékonyságának vizsgálati módszerére vonatkozó előírás a gyakorlatban alkalmazható és megismételhető. Továbbá a Teejet, Lechler és az ARAG tisztítófúvókák vizsgálata alapján megállapítható, hogy 2 bar üzemi nyomáson hatékonyabb munkát végeznek, mint 3 bar értéken.
2. Az ISO 22368 szerinti, a növényvédelmi gépek külső szerlerakódásának vizsgálati módszerére vonatkozó előírás a gyakorlatban alkalmazható és megismételhető. Továbbá a vizsgált gyümölcspermetező gép (Berthoud ARBO 1000) axiál ventilátorának fordulatszáma a beállított két tartományban, 10 bar üzemi nyomáson és a mérésnél használt fúvókatípus esetén (Saphirex 12/10°), nem befolyásolja a lerakódás mértékét.
3. Az üzemi nyomás megváltoztatása befolyásolja a lerakódás mértékét, mely a géptípusnál (Berthoud ARBO 1000) alkalmazott fúvókatípusra (Saphirex 12/10°) jellemző függvénykapcsolattal is kimutatható.
4. A vizsgált permetezőgép (Berthoud ARBO 1000) permetezési módszerének változtatása, szabványosított körülmények esetében, befolyásolja a szerlerakódás mértékét.

6.2. Theses

1. By the ISO 22368 discribed measurement method of the measurement of the efficiency of the inner cleaning devices is in the practice usable and replicable. Also the efficiency of the Teejet, Lechler and ARAG cleaning nozzles are better on the 2 bar operating pressure as in the case of 3 bar pressure.
2. By the ISO 22368 discribed measurement method of the measurement to determination the contamination on the outer surface of the plant protection devices is in the practice usable and replicable. Also the rotation speed in two ranges of the axial fans on the examined fruit sprayer (Berthoud ARBO 1000) has no changing effect on the contamination at 10 bar operating pressure with by the measurement used nozzle type (Saphirex 12/10°).

3. The changing of the operating pressure has effect on the contamination on the examined sprayer (Berthoud ARBO 1000) with by the used nozzletype (Spahirex 12/10°) which can be discribed with a function connection.
4. The changing of the spraying type of the plant protection sprayer (Berthoud ARBO 1000) has effect on the contamination in the standard environment.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Pályi Bélának, aki hasznos tanácsaival, észrevételeivel és javaslataival irányt mutatott számomra ezen értekezés elkészüléséhez.

Továbbá szeretnék köszönetet mondani az Pannon Egyetem – Georgikon Kar - Agrárműszaki Tanszék minden munkatársának, akik segítettek a mérések előkészítésében, valamint a Kertészeti Tanszéknek a gyümölcsösös mérésekhez a helyszín biztosításában.

Külön köszönettel tartozom Poór Juditnak, aki a statisztikai számítások értelmezésében segített.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a szüleim és barátaim biztatását, valamint azok támogató segítségét, akik a dolgozat elkészítésében mindvégig mellettem álltak.

Irodalomjegyzék

16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról (2013. novemberi változata), Complex Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye,

http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0800016.NFG&celpara=#xcelparam

2006/42/EK Európai Parlament és a Tanács Irányelve a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról (2006. május 17.); Az Európai Unió Hivatalos Lapja; 2006, ISSN 1725-5090 49. évf. pp. 24-86.

2009/127/EK Európai Parlament és a Tanács Irányelve a 2006/42/EK irányelvnek a peszticidek kijuttatására szolgáló gépek tekintetében történő módosításáról (2009. október 21.); Az Európai Unió Hivatalos Lapja; 2009, ISSN 1725-5090 52. évf. pp. 29-33.

43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet a növényvédelmi tevékenységről (2013. novemberi változata), Complex Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye,

http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1000043.FVM&celpara=#xcelparam

AGILENT TECHNOLOGIES (2014): Vájtatólámpa,

http://www.chem.agilent.com/en-US/products-services/Parts-Supplies/Spectroscopy/Atomic-Absorption/Uncoded-Single-Element-Lamps/PublishingImages/Large/uncoded_multi-element_lamps_lg.png

AHLHEIM, K. H. (1975): Die Umwelt des Menschen; Bibliograph. Institut / Meyers Lexikonverlag, Mannheim; p. 303.

ASAE STANDARDS (1994): S572 – Spray nozzle classification; ASAE

BALÁZS, F. - DIMITRIEVITS, GY. (1975): A növényvédelem gépei, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, ISBN 963-230-306-7, pp. 5-7., pp. 177-178.

BODE, L. E. - LANGLEY, T. E. - BUTLER, B. J. (1979): Performance characteristics of bypass spray nozzles; Trans. ASAE, 22 (5); pp. 1016-1022.

BOSSEL, H. (1990): Umweltwissen - Daten, Fakten, Zusammenhänge; Springer-Verlag, Berlin; pp. 119-125, pp. 136-140.

BRAUN, H. (1965): Geschichte der Phytomedizin; Parey-Verlag; Berlin, Hamburg; pp: 1-140.

BRAUN, H. (1967): Die Rolle der Pflanzenkrankheiten im Leben der Völker; Der Pflanzenart, 20. Jahrgang, pp. 112-115.

BROWN, L. R. (1988): State of the World 1988 – A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society; W.W. Norton, New York; pp. 120-121.

CHO, S. I. – KI, N. H. (1999): Autonomous Speed Sprayer Guidance Using Machine Vision and Fuzzy Logic, Transactions of the ASAE, 1999/4, pp. 1137-1143.

COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY (1980): Global 2000 – Der Bericht an den Präsidenten; Zweitauseneins, Frankfurt/M; pp. 646-648.

CSIZMAZIA, Z. (2006): A növényvédelem gépei, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN 963-286-150-7, pp. 26-28., p. 81., pp. 111-115., pp. 141-142.

DAMMANN GMBH. (2014): Légszekrényes permetezőgép,
http://www.dammann-technik.de/DAS_07013072.jpg

DIMITRIEVITS, GY. - GULYÁS, Z. (2011): A növényvédelem gépesítése; Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, ISBN: 978-963-9935-77-8; p. 51., pp. 101-103., pp. 122-124, pp.130-134, pp. 140-145.

DIMITRIEVITS, GY. (2009): A növényvédő gépek ellenőrzése Európában és hazánkban. AgroNapló, 5. sz. p. 24.

DIMITRIEVITS, GY. (2010): A növényvédelem gépesítésének fejlődése az MGI tevékenységének tükrében. Mezőgazdasági Technika, 1. sz. pp. 68–71.

EHRlich, P. R. - EHRlich, A. H. - HOLDEN, J. P. (1977): Ecoscience – Population, Resources, Environment; W. H. Freeman, San Francisco; pp. 598-599.

EUROPEAN COMMISSION – ENVIRONMENT (2008): TOPPS-Life program.
www.topps-life.org

FRÖHLICH, G. (1967): Grundlage der Phytopathologie, Phytopathologie und Pflanzenschutz; VEB Reprocolor, Leipzig; pp. 1-178.

GANZELMEIER, H. (2005): Trends der Pflanzenschutztechnik (A növényvédelmi technikák trendjei), Landtechnik 60., Landwirtschaftsverlag, Münster, ISSN 0023-8082, no. 6. pp. 314-315.

GILES, D. K. - COMINO, J. A. (1990): Droplet size and spray pattern characteristics of an electronic flow controller for spray nozzles; J. Agric. Eng. Research, 47; pp. 249-267.

GILLIS, K. P. – GILES, D. K. – SLAUGHTER, D. C. – DOWNEY, D. (2003): Injection Mixing System for Boomless Target-Activated Herbicide Spraying, Transactions of the ASAE, 2003/4, pp. 997-1008.

GULYÁS, Z. - KOVÁCS, L. (2010): Növényvédő gépek típusminősítése, permetezőgépek időszakos felülvizsgálata: Élelmiszerbiztonság megítélési módszerei I–

II., Továbbképzési előadások gyűjteménye – I. kötet (ISBN: 978-963-88947-0-0) – 1 fejezet, Edison House Holding Zrt.; Budapest, pp. 375–387.

GULYÁS, Z. - SOÓS, S. (2010): Permetezők időszakos felülvizsgálata – Magunkat mérgezzük, vagy permetezzünk szabályosan?; AgrárUnió, X (12, 1), pp. 103–104.

GULYÁS, Z. (2008): A permetezőgépek időszakos felülvizsgálati rendszerének hazai helyzete a nemzetközi tapasztalatok tükrében. XXXII. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás az agrárgazdaság gépesítéséről. Konferencia-kiadvány 2. kötet ISBN 978-963-611-451-0; ISBN 978-963-611-453-4, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, pp. 25–29.

HANCZ, CS. (2004): Kísérleti statisztika I., Corvina Nyomda Kft. - Kaposvári Egyetem, Kaposvár, pp. 50-58.

HARDI INC. (2004): Commander plus Twin Force, US-890395-04-2004; p. 13.
<http://www.hardi.es/upload/pdf/usa/products/trailed/commander%20plus%20twinforce%20.pdf>

HERBST, A. - GANZELMEIER, H. (2002): International Standards and their Impact on Pesticide Application, Aspects of Applied Biology 66, Warwick, UK.

HUZSVAI, L. - VINCZE, SZ. (2012): SPSS-könyv, Seneca Books, Debrecen, ISBN 978-963-08-5666-9 pp. 210-211.

INCZÉDY, J. (1972): A kémiai analízis alapvető módszerei (kézirat), Veszprémi Vegyipari Egyetem, VVE-1112/72., pp. 212-214.

ISO 22368-1 (2004): Crop protection equipment – Test methods for the evaluation of cleaning systems – Part 1: Internal cleaning of complete sprayers; Worksheet, International Organisation for Standardization

ISO 22368-2 (2004): Crop protection equipment – Test methods for the evaluation of cleaning systems – Part 2: External cleaning of sprayers; Worksheet, International Organisation for Standardization

ISO 22368-3 (2004): Crop protection equipment – Test methods for the evaluation of cleaning systems – Part 3: Internal cleaning of tank; Worksheet, International Organisation for Standardization

ISO 22368-4 (2009): Crop protection equipment – Test methods for the evaluation of cleaning systems – Part 4: Drainable volume of sprayers; Worksheet, International Organisation for Standardization

JASKOLLA, D. (2006): Der Pflanzenschutz vom Altertum bis zum Gegenwart; Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen; Informationszentrum Phytomedizin und Bibliothek Berlin-Dahlem; pp. 1-7.

JULIUS KÜHN-INSTITUT (2004): Innovative Gerätetechnik im Pflanzenschutz; Braunschweig, Germany, p. 15.

http://www.jki.bund.de/nn_805140/DE/veroeff/jb/2004/04_geraete.pdf

KETSKEMETY, L. - IZSÓ, L. - KÖNYVES, T. E. (2011): Bevezetés az IBM SPSS Statistics programrendszerbe, Arteria Stúdió Kft., Budapest, ISBN 978-963-08-1100-2 p. 14., pp. 132-133., pp. 138-142., p. 174.

KOLLER, M. - LANINI, W. T. (2005): Site-specific herbicide applications based on weed maps provide effective control, California Agriculture, Vol. 59, Number 3., p. 183.

<http://californiaagriculture.ucop.edu/0503JAS/pdfs/WeedMap.pdf>

KRISTÓF, J. (2000): Kémiai Analízis II. (Nagyműszeres analízis), Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, pp. 47-51.

LÁSZLÓ, A. - PÁLYI, B. - DIMITRIEVITS, GY. (2000): Követelmények permetezőgépek minőségellenőrző felülvizsgálati rendszerének kialakítására, EU irányelvek alapján. XLII. Georgikon Napok Keszthely, Különkiadvány I. köt. pp. 142-146.

LÁSZLÓ, A. - PÁLYI, B. - DIMITRIEVITS, GY. (2001): Permetezőgépek EU kompatibilis felülvizsgálati rendszere Magyarországon: feladatok, eredmények. XLIII. Georgikon Napok Keszthely, Különkiadvány II. köt. pp. 1111-1116.

LÁSZLÓ, A. - PÁLYI, B. - MÁTRAI, Z. (1998): Precíziós (szabályozott, helyspecifikus) növényvédelmi kjtuttatástechnika, XL. Georgikon Napok, Keszthely, Különkiadvány III. köt. pp. 267-271.

LÁSZLÓ, A. - PÁLYI, B. - TAKÁCS, ZS. (1998): Környezetkímélő növényvédelem - minőségellenőrzés. MTA-AMB XXII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás, Gödöllő, Különkiadvány I. köt. pp. 303-305.

LÁSZLÓ, A. - PÁLYI, B. - TAKÁCS, ZS. (1998): Permetezőgépek EU kompatibilis minőségellenőrző vizsgálatai. XL. Georgikon Napok Keszthely, Különkiadvány III. köt. pp. 251-255.

LÁSZLÓ, A. - PÁLYI, B. (1993): A BBA növényvédőgép vizsgálati- és követelményrendszere. Nemzetközi Tudományos Konferencia, Külön Kiadvány, Mosonmagyaróvár, pp. 133-138.

LECHLER (2014): Bauartenübersicht Lechler Tankreinigungsdüsen / Rotationsreiniger, http://www.lechler.de/Produkte/Industrie/Tankreinigungsduesen/-cbeTx_AAABSncAAAEvmYoh.E.A-de_DE

LOVIBOND (2007): MultiDirect Manual (magyar leírás), Aqua-Terra Lab Kft., Veszprém, pp. 135-136.

MANCZEL, J. (1983): Statisztikai módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, ISBN 963-231-469-7 pp. 158-164.

MASTERS, G. M. (1974): Introduction to Environmental Science and Technology; John Wiley, New York; pp. 66-77.

MAYER, K. (1959): 4500 Jahre Pflanzenschutz; Verlag E. Ulmer, Stuttgart

MICHELSEN, G. - KALBERLAH, F. (1980): Der Fischer Öko-Almanach – Daten, Fakten, Trends der Umweltdiskussion; Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt/M; p. 175.

MILISITS, G. (2004): Kísérleti statisztika II., Corvina Nyomda Kft. – Kaposvári Egyetem, Kaposvár, pp. 46-54.

MÜHLE, E. (1967): Phytomedizin und Pflanzenschutz; Der Pflanzenart, 20. Jahrgang; pp. 115-118.

PÁLYI, B. - LÁSZLÓ, A. - GANZELMEIER, H. (2006): Növényvédő gépek EU kompatibilis tisztítási műveleteinek vizsgálata. MTA Agrárműszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Külön Kiadvány, Gödöllő, I. köt. pp. 26-31.,

PÁLYI, B. - LÁSZLÓ, A. - RIETZ, S. - GANZELMEIER, H. (2006): Comparison of Electronic Control Units for Field Sprayers, Georgikon for Agriculture, Keszthely 16 (1) ISSN 0239-1260; pp. 55-75.

PÁLYI, B. (1999): Permetezés-szabályozó rendszerek alkalmazástechnikai vizsgálata, doktori értekezés, Pannon Agrártudományi Egyetem – Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, pp. 50-53.

PLOSS, E. (1968): Die BASF; Aus der Arbeit der Badischen Anilin- & Soda-Fabriken; AG 18. Jahrgang; pp. 91-96.

RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1978): Umweltgutachten 1978; Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart und Mainz; pp 17-35., pp. 28-31, pp. 35-41., pp 43-49.; pp. 70-71., pp. 300-306.

RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft; Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart und Mainz; pp. 134-152.

SÁNDOR, T. - LÖNHÁRD, M. - TAKÁCS, ZS. - PÁLYI, B. (2008): Elektronika és informatika alkalmazása növényvédő gépeken; Acta Agraria Kaposvariensis, Kaposvár, ISSN 1418-1789 pp. 150-161.

SÁNDOR, T. - PÁLYI, B. - NÉMETH, K. (2011): Examination of concentrated environmental durances during the cleaning of plant protection sprayers; Georgikon for Agriculture, Keszthely, Volume 14., ISSN 0239-1260; pp. 85-95.

SÁNDOR, T. - PÁLYI, B. (2013): Estimation of the concentrated durances occurring on the outer surface of the sprayers; 12th Workshop on spray application techniques in fruit growing (SuproFruit 2013); UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, First Edition, pp. 65-67.; ISBN 978-84-9048-077-9

SZENDRŐ, P. (2000): Mezőgazdasági géptan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN 963-9239-54-2 pp. 228-236.

SZENDRŐ, P. (2002): Mezőgazdasági gépszerkezettan, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, ISBN 963-3562-84-8 pp. 177-220.

SZTACHÓ-PEKÁRY, I. (2009): Növényvédőszeres elsodródásának csökkentése; Növényvédelem 45 (10); pp. 559-566.

SZTACHÓ-PEKÁRY, I. (2010): A vegyszeres növényvédelem technológiai fejlődése a kezdetektől napjainkig; Növényvédelem 46 (6), pp. 275-279.

SZŰCS, I. (2002): Alkalmazott statisztika, AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, ISBN 963-502-761-3, pp. 248-255., p. 260; pp. 265-266., pp. 289-295, pp. 303-304, pp. 310-312., pp. 312-316.

TAKÁCSNÉ, GY. K. (2011): A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései; Szaktudás Kiadó Ház, Budapest; ISBN: 978-96-3993-576-1; p. 11.

TEEJET (2008): Katalógus 50A-HU, p. 123, p. 157.

http://www.teejet.com/media/408746/cat50a_hu_hungarian_lores_all.pdf

TRAPPMANN W. (1949): Pflanzenschutz und Vorratsschutz (Növényvédelem és raktárvédelem); Hirzel-Verlag, Stuttgart

UMWELTBUNDESAMT (1984): Daten zur Umwelt 1984; Erich Schmidt Verlag, Berlin; pp. 88-93., pp. 362-363.

UMWELTBUNDESAMT (1989): Daten zur Umwelt 1988/89; Erich Schmidt Verlag, Berlin; pp. 181-191., pp. 370-371., pp. 521-529., pp. 543-546.

VARIAN (1988): SpectrAA-300 and SpectrAA-400 Manual, Varian GmbH, Darmstadt, Publication No.: 85-100697-00 Rev.

WEHMANN, H. J. (2008): Reinigung von Pflanzenschutzgeräten – ISO Norm und erste Ergebnisse, Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes, 60 (3), ISSN 0027-7479; pp. 62-67.