



Elektronika és informatika alkalmazása növényvédő gépeken

Sándor T., Lönhárd M., Takács Zs., Pályi B.

Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, Agrárműszaki Tanszék, 8360 Keszthely, Fesztetics u. 7.

ÖSSZEFOGLALÁS

A biztonságos növénytermelés alapvető feltétele a növényvédelmi műveletek hatékony elvégzése. A növényvédő szerek használatának hatékonysága tovább fokozható a műszaki eljárások továbbfejlesztésével, új korszerű technikák bevezetésével, melyek célja a szerveszteségek csökkentése, a védendő célfelület teljesebb és egyenletesebb fedésének biztosítása. Ennek egyik hatékony eszköze a korszerű informatikai eszközök alkalmazása. Nagymértékű vegyszer-megtakarítást és a környezet terhelésének fokozott csökkentését teszi lehetővé a széláramnyos, szabályozott cseppméretű permetezés, a légszákos permetezés, a növényérzékelő permetezők, a szabályozott és helyspecifikus, fertőzés-arányos permetezési rendszerek alkalmazása.
(**Kulcsszavak:** növényvédelem, alkalmazástechnika, elektronika, informatika)

ABSTRACT

Electronics and information technology applications for plant machinery

T.Sándor, M. Lönhárd, Zs. Takács, B. Pályi

University of Pannonia Georgikon Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Mechanisation,
H-8360 Keszthely, Fesztetics Str. 7.

The effective plant protection constitutes a basic elements of the economic plant production. Beside even the most modern chemicals new technics and methods are necessary to ensure uniform covering of the crop surface with the chemicals, and by this to decrease yields losses. For these an effective tool is the using of modern informatical devices. Considerable amount of chemicals can be spared and decreasing of environment pollution can be achieved by using of air-assisted sprayers, controlled droplet applications and target sensing techinics and site specific methods by seriousness of the infection.
(**Keywords:** plant protection, application technique, electronic, information technology)

BEVEZETÉS

A növényvédelmi műveletek során a műszaki eljárások továbbfejlesztésével, új korszerű technikák bevezetésével, a korszerű informatikai eszközök alkalmazásával növelhető a kezelés biztonsága, biológiai hatékonysága, ugyanakkor nagymértékben csökkenthető a felhasznált vegyszerek mennyisége, ezzel a környezet terhelése. Ilyen új technikák a széláramnyos, szabályozott cseppméretű permetezés, a légszákos permetezés, a növényérzékelő permetezők, a szabályozott és helyspecifikus, fertőzés-arányos permetezési rendszerek. Munkánkban ezeknek az új technikai eljárásoknak és elektronikai hátterének áttekintése mellett bemutatjuk a növényvédőgépek

alkalmazástechnikai paramétereinek ellenőrzésénél alkalmazott, tanszékünkön továbbfejlesztett számítógépes mérési, értékelési módszereket.

Helyspecifikus kijuttatás

Dózisszabályozók

Az *elektronikus dózisszabályozók* alkalmazásával elkerülhető a permetlé túl- vagy aluladagolása, esetenként 30%-os vegyszermegtakarítás érhető el (1. ábra). Az elektronikus dózisszabályozók szabályozási jellemzőinek vizsgálatára tanszékünkön laboratóriumi mérőpadot alakítottunk ki, melyen a kiválasztott dózisértékeknel meghatározhatjuk a szabályzó berendezések tipikus függvényeit különböző sebességváltozásokat figyelembe véve, függetlenül attól, hogy ezek egy sebességfokozaton belül, vagy sebességváltáskor lépnek fel.

1.ábra

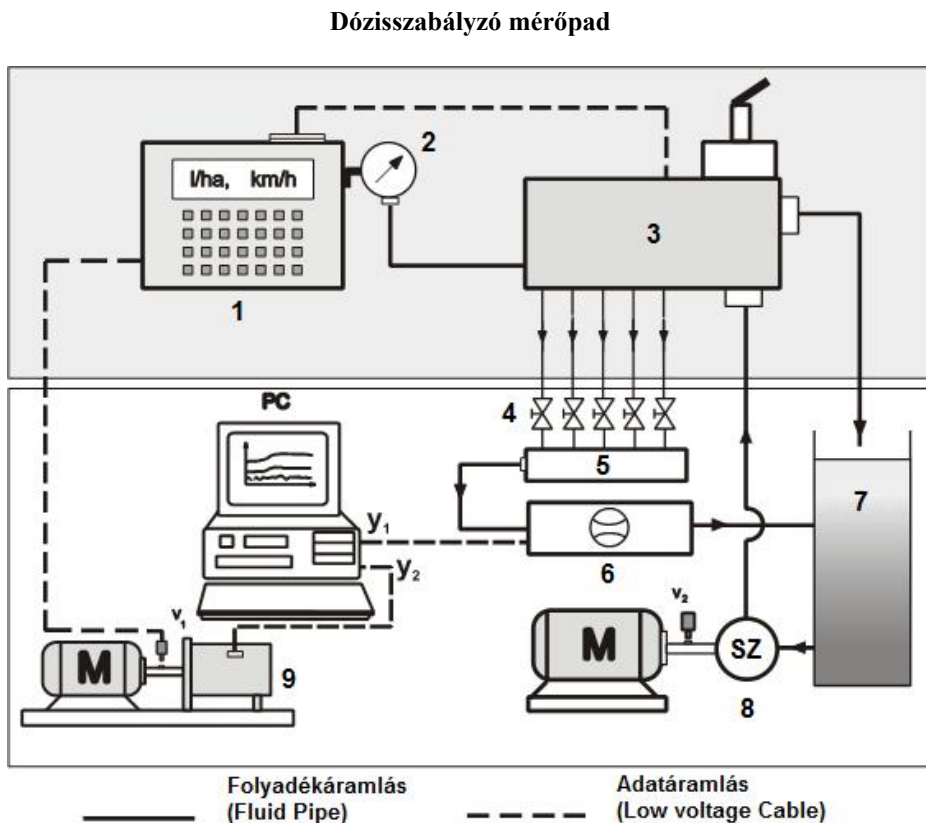


Figure 1: The dosage regulating and measuring apparatus

Electronic control(1), Pressure gauge(2), Control unit with integrated flowmeter(3), Needle valve(4), Collector(5), Flowmeter(6), Liquid container(7), Pump(8), Tachogenerator(9)

A vizsgálópad részei:

- szivattyú fokozatmentesen szabályozható motorral (8) az armatúra folyadékellátásához,
- sebességszimulátor (9),
- gyűjtőcső (5), amely összegyűjti a feltételezett szántóföldi permetezőgép szórókeret szakaszain a kipermetezett folyadékot (az armatúra (3) és a gyűjtőcső közé épített tűszelepek (4) teszik lehetővé az egyes szórókeret szakaszoknak a szórófejek feltételezett darabszámának és méretének megfelelő áramlási keresztmetszetek beállítását),
- személyi számítógép, amely az átfolyásmérő (6) és a sebességszimulátor, vagy a hajtómotor által adott jeleket az idő függvényében ábrázolja.

A *dinamikus jellemzők* vizsgálatánál a sebességszimulátor, ill. a szivattyú fordulatszámának változtatásával 1,5-2-2,5 m/s sebességet szimulálva, 300 l/ha dózist beállítva, víz mérőfolyadékkal az üzemeltetési állapot változásai hozhatók létre: a) permetezés be- és kikapcsolása; b) sebességváltozások: -egy sebességfokozaton belül; - sebességváltásnál c) keretszakaszok kapcsolása. A *statikus jellemzők* vizsgálatánál állandó haladási sebességet és TLT-fordulatszámot szimulálva vizsgáljuk: d) ugyanazon dózisértékek ismételt beállítását; e) az átfolyásmérő pontosságát. A személyi számítógép által felrajzolt időfüggvényekből meghatározható a felsorolt állapotváltozásokat jellemző szabályozási idő és a dózis névlegestől való eltérése.

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 visszatérjünk 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 pozíciójából távolságokat határoz meg ismeretlen helyzetű földi, légi és tengeri pontokra. A GPS abszolút pontossága kezdetekben 15-20 m, ami navigációs célokra alkalmas volt, 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. Az amerikai GPS mellett három másik helymeghatározó rendszert is kidolgoztak, nevük GLONASS (fejlesztő: Védelmi Minisztérium, Oroszország), EGNOS (DGPS) és Galileo (fejlesztő: ESA, Európai Unió), melyek alternatív lehetőséget nyújtanak a jövőben.

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 (2. ábra).

2. ábra

Párhuzamosan vezető rendszer sematikus felépítése

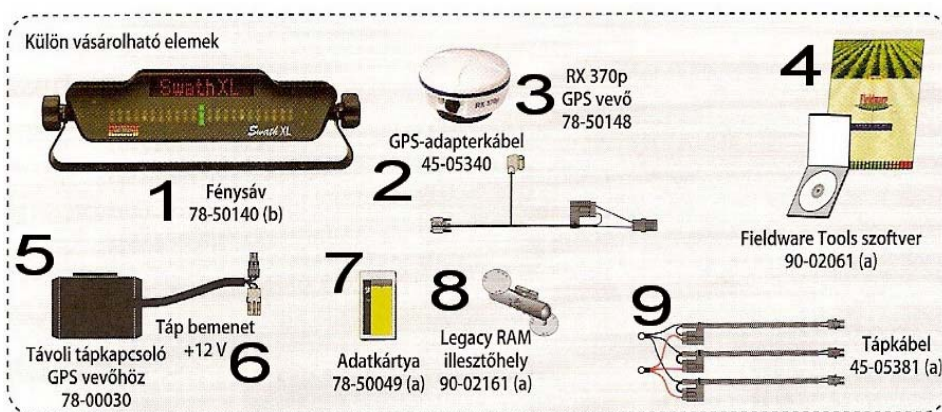


Figure 2: Schematic overview of a parallel guidance system

Lightbar(1), GPS Adapter Cable(2), RX370p GPS Receiver(3), Fieldware Tools Software(4), Remote Power Switch for GPS Receiver(5), Power In +12V(6), Data Card(7), Legacy RAM Bracket(8), Power Cable(9)

Ennek a rendszernek a továbbfejlesztett változata a támogatott kormányzás (FieldPilot). A gépvezérlés, a szórásszabályozás és még a szórócső szakasz be/ki állapotának kezelése is automatikus. Így a kezelő figyelhet más kritikus funkciókra, pl. a szórócső magasságra, a megfelelő szórásképre, 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 sorvégi, és különösen a pontsorok végeinek igen nagyfokú pontossága érdekében. Valahányszor egy permetezőszakasz egy már korábban kezelt területre ér, automatikusan kikapcsol. A kevesebb területi átfedésből eredően vegyszer-megtakarítás érhető el. A korszerű DGPS-k pontossága 5–25 cm is lehet (3. ábra).

GIS alapú növényvédőszer 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 felület reprezentálás), amely egy képfeldolgozó szoftverrel kiértékelésre kerül, majd egy digitális térképre (georeferált) konvertálva, gyomtérkép állítható elő (4. ábra).

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.

3. ábra

FieldPilot sematikus felépítése növényvédő gép esetén

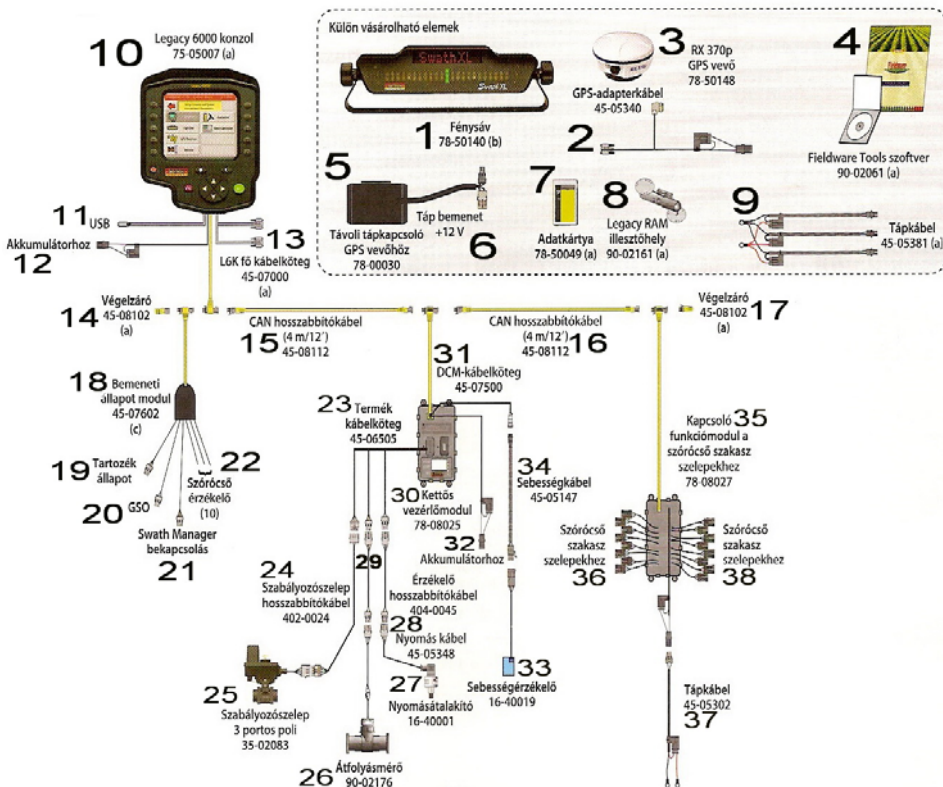


Figure 3: Schematic overview of FieldPilot on a plant protection sprayer

Lightbar(1), GPS Adapter Cable(2), RX370p GPS Receiver(3), Fieldware Tools Software(4), Remote Power Switch for GPS Receiver(5), Power In +12V(6), Data Card(7), Legacy RAM Bracket(8), Power Cable(9), Legacy 6000 Console(10), USB(11), To Battery(12), L6K Main Harness(13), Terminator(14) and (17), Input Status Module(18), Implement Status(19), GSO(20), Swath Manager Engage(21), Boom Sense(22), Product Harness(23), Regulating Valve Extension Cable(24), Regulating Valve 3-Port Poly(25), Flow Meter(26), Pressure Transducer(27), Pressure Cable(28), Sensor Extension Cable(29), Dual Control Module(30), DCM Harness(31), To Battery(32), Speed Sensor(33), Speed Cable(34), Switch Function Module(35), To Boom Section Valves(36), Power Cable(37), To Boom Section Valves(38)

4. ábra

Gyomtérkép egy adott táblán

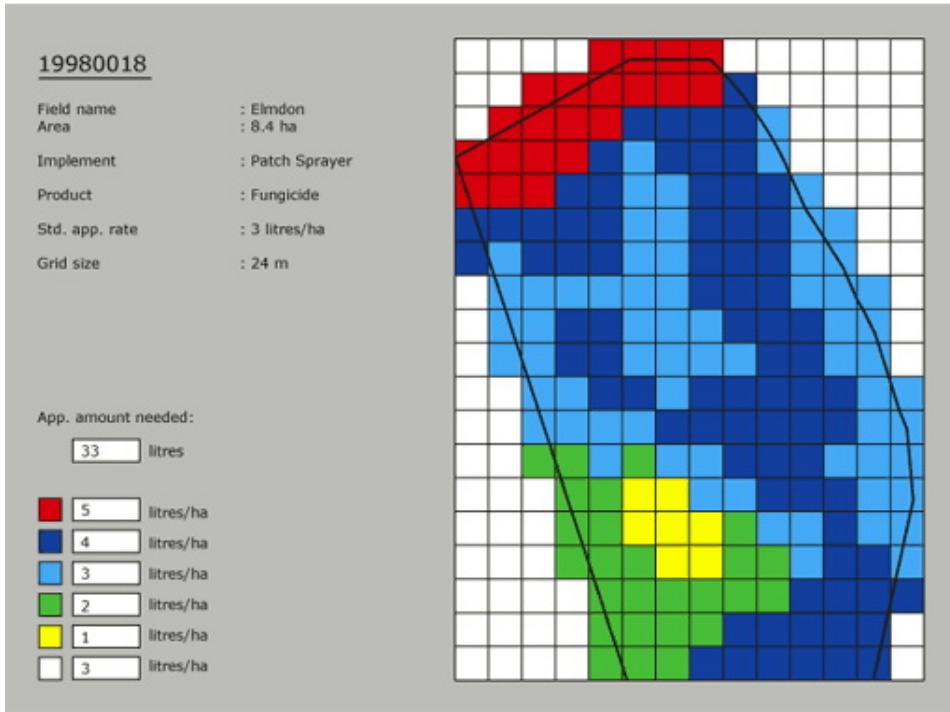


Figure 4: Weed cover map of a field

Napjainkban a kémiai növényvédő szerek csak szigorú feltételek mellett engedélyezettek, hogy a környezeti kockázatokat minimalizálják. Ez azt jelenti, hogy a kijuttatás során bizonyos távolságokat (ütközési zónák) kell tartani a veszélyeztetett biotópok (élvizek) 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. GIS adatok segítségével kategorizálni lehet a mezőgazdasági területeket a növényvédelem alkalmazása során veszélyeztetett élővizek és biotópok szerint (5. ábra). A számítások raszter cellák alapján történnek. Ehhez a mezőgazdasági területeket 5×5 méteres cellákra osztják fel. Mindegyik cellához megadott GIS funkciók segítségével megállapítják a legközelebbi élővizhez 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.

5. ábra

Digitális tájegységmodell

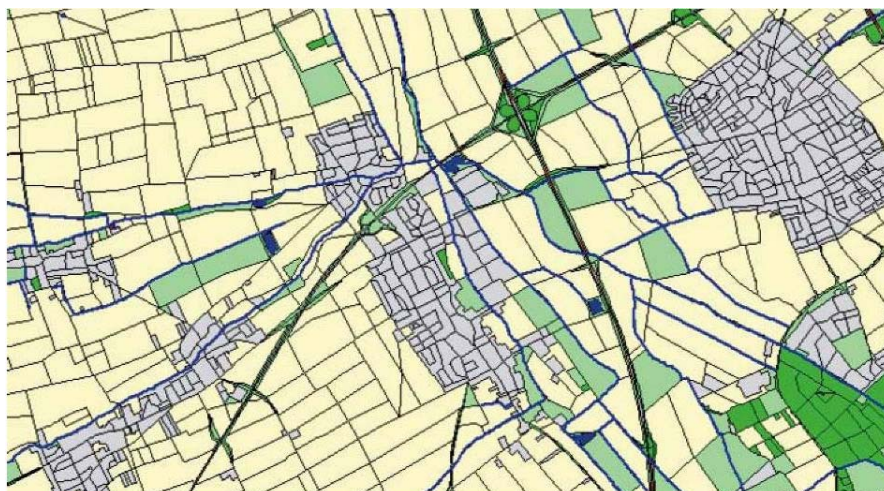


Figure 5: Digital model of a landscape unit

A múlt évben üzembe helyezték a Pannon Egyetem – Georgikon Mezőgazdaság-tudományi 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 50km 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% integritással.

Közvetlen hatóanyag-adagolás

A mai informatikai eszközökkel a *helyspecifikus kezelés* egyszerű megoldása a hatóanyagok közvetlen adagolása, a helyi gyomboritottságnak megfelelő hatóanyag sebességarányos kijuttatása. A központi egység a haladási sebességnek megfelelően adagolja a kiválasztott hatóanyagot a vívőfolyadékba.

Növényérzékelés 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 (7. ábra).

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 és adatgyűjtővel (8. ábra).

6. ábra

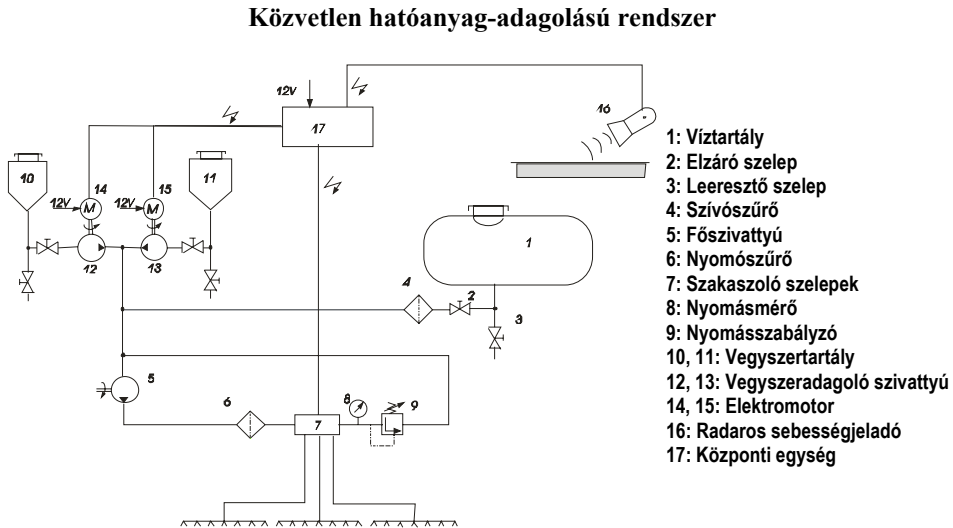


Figure 6: On-line pesticide feeding

Water tank(1), Cut-off valve(2), Drain valve(3), Suction filter(4), Main pump(5), Pressure filter(6), Sectional valve(7), Manometer(8), Pressure regulator, (9) Pesticide tank(10)(11), Feeder pumps(12)(13), Electromotor(14)(15), Speed signal radar(16), Central unit(17)

7. ábra

Multi-sensor rendszer informatikai hálózatának vázlatát és az egyedi növény érzékelők

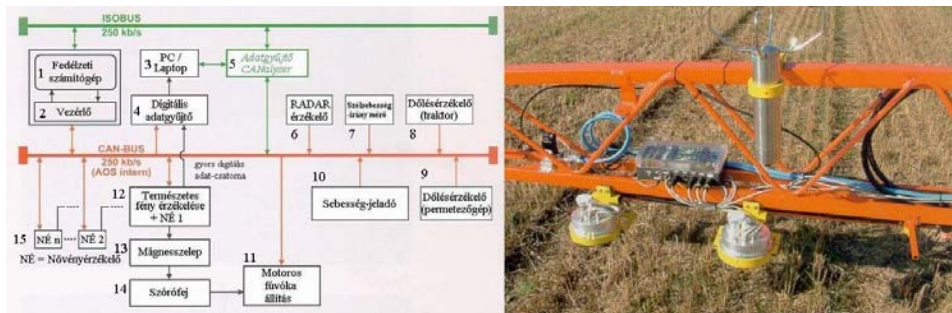


Figure 7: Schematic overview of the electronic net of the multi-sensor system and individual plant sensors

Board computer(1), Controller(2), PC/Laptop(3), Digital logging system(4), CanAnalyser logging system(5), Radar sensor(6), Anemometer(7), Heeleng sensor (tractor) (8), Heeleng sensor (sprayer) (9), Velocity signal(10), Automatic nozzle setting(11), Daylight sensing + Target Sensor(12), Magnetic valve(13), Nozzle(14), Target sensors(15)

9. ábra

Vezető nélküli permetezőgép képkalkotása és feldolgozása a haladási irány meghatározásához

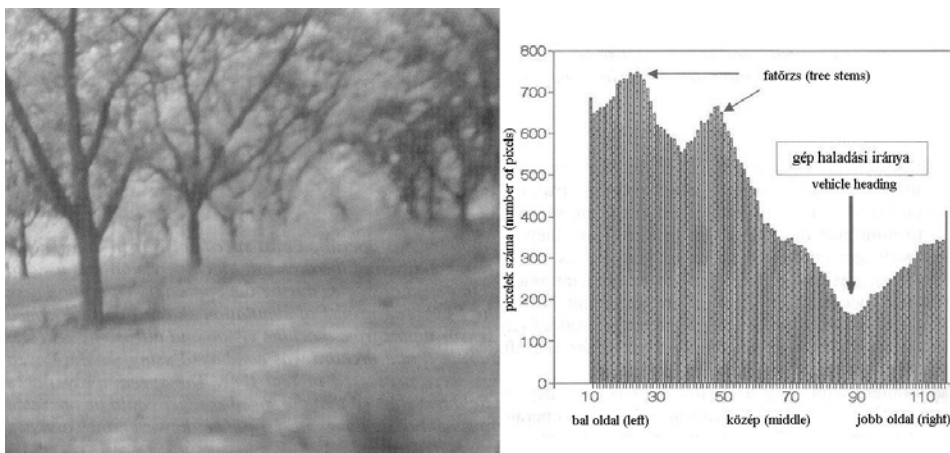


Figure 9: Machine vision and image processing to determine moving direction of an autonomous sprayer

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 (eléggé). A vezérlő rendszer fő részei a kamera, ultrahangos érzékelők, FLC (Fuzzy Logic Controller), és a hidraulikus rendszerű hajtás ill. 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 (9. ábra) az adatokból, melynek segítségével az FLC meghatározza az optimális haladási irányt, és beavatkozó jelet küld a hidraulikus meghajtásnak. 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 (korábbról már ismert) lombzat érzékelése és a jobb ill. bal oldali keretágak kapcsolása. Az FLC vezérlőjeleit egy Intel 8255 típusú periféria vezérlőt és reléket tartalmazó nyomtatott áramköri elem alakítja át (S.I. Cho, 1999).

Veszteségek csökkentése

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

Szélarányos permetezés

Az aktív injektoros - levegőt nyomással a permetező fúvókatestbe juttató – eljárás felhasználásával fejlesztették ki a *szélarányos cseppképzési rendszert* (10. ábra).

10. ábra

Szélarányos cseppképzési rendszer modellje

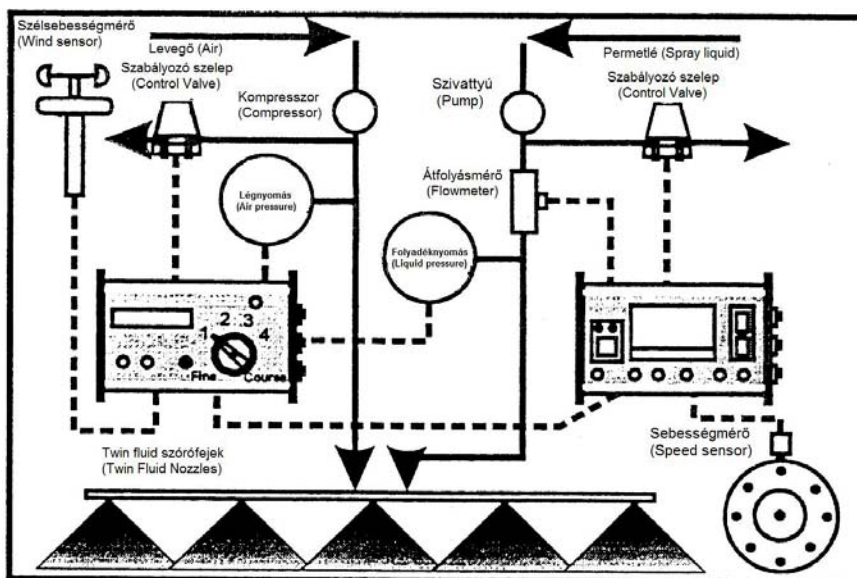


Figure 10: Model of wind-related droplet production

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.

A rendszer előnyei:

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

Légszákos permetezés

A szántóföldi kultúrák védelmének eredményesen alkalmazott *légszákos permetezés*nél a szórófejek felett elhelyezett tömlőből légáram lép ki, és a cseppeket a célfelületre szállítja. Szabályozott a levegő mennyisége, sebessége és iránya, így 5-6 m/s szélesség mellett is megfelelően lehet védekezni (11. ábra).

Permetecseppek mikroeloszlási jellemzőinek képelemzéses vizsgálata

A növényvédő szerekekkel végzett permetezés hatékonyságát befolyásolja a szórószerkezeteket elhagyó permetecseppek méret szerinti eloszlása. Az ideális csepptartományt, melyet a szórás mikroeloszlási paramétereivel (cseppnagyság, cseppszám, fedettség, cseppméretek homogenitása, hatóanyag eloszlás) értékeljük, a cseppméretek optimalizálásával biztosíthatjuk. A mérések történhetnek közvetlenül a szórás kép vizsgálatával vagy mintavételezés alapján (12. ábra).

11. ábra



Figure 11: Air-assisted spraying

12. ábra

**TX ConeJet VK 26 szórófej állománypermetezéskor felvett
vizérzékeny papíros mintái**

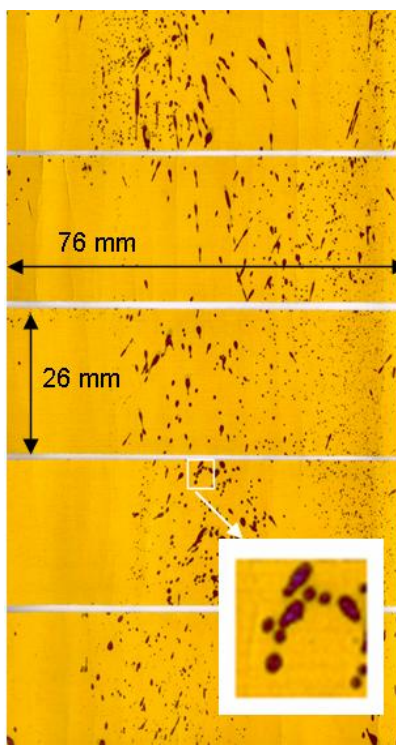


Figure 12: Water sensitive paper sample used at investigation of a TX ConeJet VK 26 type nozzle at work

Közvetlen szórásképvizsgálattal torzításmentes, valóságos, többnyire reprodukálható mérési adatokat kapunk. Alkalmazható mérési módszer a kép érzékelése, mérése, kiértékelése egy folyamatban: lézertechnika + elektro-optikai rendszer + számítógép együttes alkalmazásával. A *mintavételezéses vizsgálatoknál* jelzőanyaggal színezett vizet szilikonolajba permetezzük, az olaj felületén lévő cseppek mérését és értékelését képelemző berendezéssel végezzük. Állománypermetezés eloszlási jellemzőinek mérésénél vízerzékeny papírt, filmmintákat, vagy valóságos levélmintákat használunk. A cseppjellemzők meghatározása számítógépes képelemző rendszerrel vagy fedettségmérő műszerrel, a hatóanyag mennyiségének mérése spektrofluoriméterrel történik.

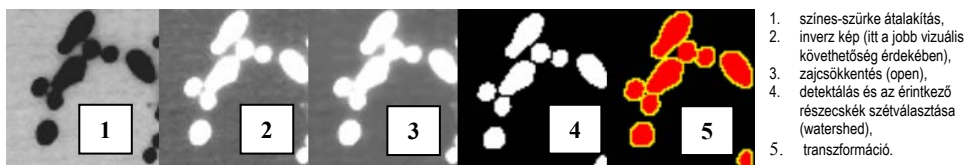
Az elmúlt években a hagyományos réses és cirkulációs szórófejek mellett a mechanikus cseppképzésű forgótárcsás CDA szórófejek és ezek burkolt változatán, injektoros szórófejek, valamint ferde porlasztási szögű kalászspermetező szórófejek végeztünk vizsgálatokat. A cseppstruktúra meghatározására a szórófejek különböző beállításai mellett (fordulatszám ill. porlasztási nyomás) vízerzékeny papíros mintavételezéssel a következő modulokból felépülő képelemző rendszert használtuk:

- adatbevétel: laboratóriumi mérések egyedi cseppstruktúra vizsgálatánál, SONY CCD monocrom videokamera modul és Computar TEC-M55 F2,8 objektívet, az üzemi szintű sorozat mérések fedettség, cseppszám és hatóanyag eloszlás vizsgálatánál 600dpi fizikai felbontású HP ScanJet 6100C lapscanner
- kommunikáció a kamera és a program között: Fidelity 200-as grabberkártya
- képelemzés: GLOBAL LAB Image képelemző szoftver
- kiértékelés: az egyedi vizsgálati feladatokhoz illesztett Windows Excel programok.

A képelemzés folyamatának első lépése a vízerzékeny papírokon felfogott permetecseppek (12. ábra) képének érzékelése. Az optikai nagyítás utáni kameraképet egy grabber kártyán keresztül a képelemző programban rögzítjük. Mivel a kamera véges számú (640x480) képpont érzékelésre képes, a mérés pontosságának érdekében a nagyítás mértékét a cseppméretekhez igazítjuk. A fedettség vizsgálatára a 600 dpi felbontású lapszkennelről rögzített képek megfelelnek a kívánt méréspontosságnak, továbbá ez a képrögzítési módszer jelentősen lerövidíti az adatbevétel folyamatát. A képek rögzítésének módjától függően a feldolgozás történhet 256 szürke árnyalatú (8 bit-es) képen, vagy színes képen, ahol az egyes színsáv kombinációkhoz egy-egy szűrkeségi értéket rendelünk. Az így kapott átalakításokkal a minták sárga hátere viszonylagosan jól elkülöníthető a permetecseppek sötétebb foltjaitól. Szegmentálás ill. detektálás után a képeket előkészítettük a mérésre. Az előkészítés folyamatnak néhány lépését mutatja a 13. ábra.

13. ábra

Az előkészítés folyamatának néhány lépése



1. színes-szürke átalakítás,
2. inverz kép (itt a jobb vizuális követhetőség érdekében),
3. zajcsökkentés (open),
4. detektálás és az érintkező részecskék szétválasztása (watershed),
5. transzformáció.

Figure 13: Some steps of the preparation

Color to gray transformation(1), Inverse picture (easier to follow visually)(2), Noise reduction(3), Detection and watershed(4), Transformation(5)

Kalibrálás után a képek transzformációjával kapott adatok kiértékelését a vizsgálati feladatokhoz készített Excel programokkal végezzük. A felfogott terült cseppek felületéből visszszámoljuk a valós a porlasztót elhagyó átmérőjüket, majd az átmérők függvényében ábrázoltuk a méret szerinti sűrűség függvényüket, valamint logaritmusos diagramban a darabszám és térfogatszerinti kumulált gyakoriságukat. A porlasztás legfontosabb jellemzői a diagramból leolvashatók (14. ábra).

14. ábra

**A Micron X1 mechanikus tárcsás szórófej
n=4140 1/min fordulatszámához tartozó cseppstruktúrája**

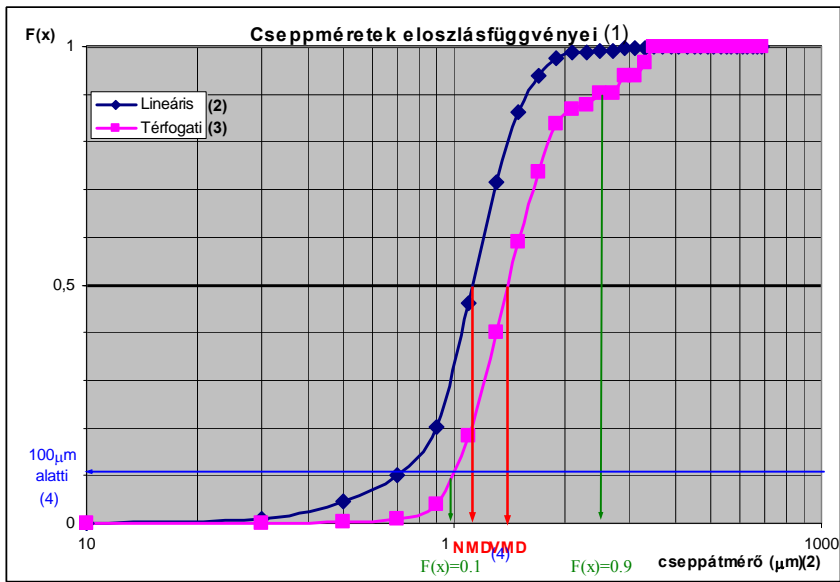


Figure 14: Droplet structure by a rotation nozzle of type Micron X1 at rpm $n=1410$ 1/min

Cumulative distribution function of droplet size(1), Linear(2), Volumetric(3), Frequency below 100 μm (4), Droplet size(5)

KÖVETKEZTETÉSEK

A növényvédelmi műveletek hatékonyságának, biztonságának növeléséhez elengedhetetlen a műszaki eljárások továbbfejlesztése, új korszerű technikák bevezetése, melyekkel csökkenthetők a veszteségek, biztosítható a célfelület jobb és egyenletesebb fedése. A korszerű informatikai lehetőségek kihasználásával lehetővé vált a szélarányos, szabályozott cseppméretű permetezés, a légszákos permetezés, a növényérzékelő permetezők, a szabályozott és helyspecifikus, fertőzés-arányos permetezési rendszerek alkalmazása.

Az aktív injektoros - levegőt nyomással a permetező fúvókatestbe juttató – eljárás felhasználásával fejlesztették ki a szélarányos cseppképzési rendszert, amelynél a

számítógép a mért szélesség adatok alapján meghatározza az elsodródás elkerülésére alkalmas cseppméretet, és ennek megfelelően ad parancsot a permetlé és a levegő nyomásának beállítására. A permetlé dózisa 100-200 l/ha-ra csökkenthető, 4-5 m/s szélességnél is biztonságos a védekezés. A légszákos permetezésnél a szórófejek felett elhelyezett tömlőből légáram lép ki, és a cseppeket a célfelületre szállítja. Szabályozott a levegő mennyisége, sebessége és iránya, így 5-6 m/s szélesség mellett is megfelelően lehet védekezni.

A helyspecifikus kezelésnek több megoldása van. Az infravörös vagy ultrahangos növényérzékelőkkel felszerelt ültetvénypermetezők a lombzat hiányában szelepek segítségével zárják a szórófejeket, így csak ott történik permetezés, ahol ténylegesen van lombzat. Gyomtérkép készítésénél felhasználható a műholdas GPS helymeghatározó rendszer, majd a permetezés ennek irányításával végezhető el. A helyspecifikus permetezés megoldható a fertőzés közvetlen megfigyelésével, kamerákkal és más érzékelőkkel is. A termesztett növények és a gyomfélések megkülönböztetése révén lehetőség van a fertőzés nagyságának megfelelő vegyszeradagolásra több fűvóka befogadására alkalmas szórófej testek felszerelésével is, a fűvókák egyenkénti vagy együttes működtetésével a fertőzöttségnek megfelelően kívánt permetlé mennyiség automatikus beállításával.

IRODALOM

- Cho, S.I., Ki, N.H. (1999): Autonomous Speed Sprayer Guidance Using Machine Vision and Fuzzy Logic, Transactions of the ASAE, 1999/4, 1137-1143. p.
- Csizmazia Z. (2006): A növényvédelem gépei, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 114. o.
- 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, 997-1008. p.
- László A., Pályi B., Mátrai Z.: Precíziós (szabályozott, helyspecifikus) növényvédelmi kijuttatástechnika. XL. Georgikon Napok Keszthely, 1998. 09. 24-25., Különkiadvány III. köt. 267.-271. p.
- Koller, M., Thomas Lanini, W. (2005): Site-specific herbicide applications based onweed maps provide effective control, California Agriculture 2005. 3. 182-187. p.
- Pályi, B., László, A., Rietz, S., Ganzelmeier H. (2006): Comparison of Electronic Control Units for Field Sprayers. Georgicon for Agriculture, Keszthely 16. 1. 2006. 55-75. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Sándor Tamás

Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
Agrárműszaki Tanszék

8360 Keszthely, Festetics u. 7.

University of Pannonia Georgikon Faculty of Agriculture

Department of Agricultural Mechanisation

H-8360 Keszthely, Festetics Str. 7.

Tel.: 36-83-545-000/5092 Fax: 36-83-545-310

e-mail: st@georgikon.hu