



**Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár
Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai
Intézet**

DOKTORI (PhD) TÉZISEK

Összefoglaló

**Development of measurement technique for GPS-aided
plant production**

**Méréstechnikai fejlesztések a GPS-el támogatott
növénytermesztésben**

MESTERHÁZI PÉTER ÁKOS

**Mosonmagyaróvár
2003**

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|------------|
| 1. BEVEZETÉS | 2. |
| 2. ANYAG ÉS MÓDSZER | 3. |
| 2.1. Talajmintavétel | 4. |
| 2.2. Hozammérés | 4. |
| 2.3. Helyspecifikus tápanyag-kijuttatás | 4. |
| 2.4. Fizikai talajparaméterek mérése | 4. |
| 2.5. Optikai eszközökre alapozott rendszerrel végzett vizsgálatok | 5. |
| 2.6. Adatátvitel precíziós növényvédelmi rendszerek között | 6. |
| 2.7. Járműnavigációval kapcsolatos vizsgálatok | 6. |
| 3. EREDMÉNYEK | 7. |
| 3.1. Talajmintavétel | 7. |
| 3.2. Hozammérés | 7. |
| 3.3. Helyspecifikus tápanyag kijuttatás | 8. |
| 3.4. Fizikai talajparaméterek mérése | 9. |
| 3.5. Optikai eszközökre alapozott rendszerrel végzett vizsgálatok | 12. |
| 3.6. Adatátvitel precíziós növénytermesztési rendszerek között | 13. |
| 3.7. Járműnavigációval kapcsolatos vizsgálatok | 13. |
| 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK (TÉZISEK) | 14. |
| 5. PUBLIKÁCIÓS LISTA | 17. |

1. BEVEZETÉS

Nyilvánvaló előnyei miatt a helyspecifikus növénytermesztés terjedőben van világszerte, így Magyarországon is. A technológia legnagyobb vívmánya, hogy segítségével mind az ökológiai, mind gazdasági elvárások összeegyeztethetőek. A táblán belüli heterogenitás térképezhető és kezelhető a helyi viszonyok figyelembevételével. A mezőgazdasági inputok (növényvédő szerek, tápanyagok vagy akár a szaporító anyag) optimális mennyiségben alkalmazható a tábla minden egyes részén. Bár a technológia egyes elemei egyre inkább átmennek a gyakorlatba, sok tekintetben további kutatásra van szükség.

A tárgyalt kutatási tevékenység keretében egy táblaszintű precíziós növénytermesztési kísérlet beállítására került sor melynek során hozammérés, talajmintavétel és térképezés, helyspecifikus tápanyag-visszapótlás történt. A kísérlet elsődleges célja az alkalmazott rendszerek tudásának és pontosságának vizsgálata volt gyakorlati körülmények között. E mellett vizsgáltuk az alkalmazott trágyázási szaktanácsadási rendszert is, a VRA (Variable Rate Application) (változó mennyiségű alkalmazás) technológiával összefüggésben.

A táblaszintű kísérlet további vizsgálatokra is lehetőséget adott. A talajmintavétel és fizikai talaj jellemzők mérése kapcsán a pontszerű és a folyamatos mérési mód összehasonlítására, valamint a különböző mintasűrűség térképekre gyakorolt hatásának vizsgálatára került sor.

Célunk volt továbbá egy olyan mesterséges látásra alapozott gyomtérképező rendszer tervezése és létrehozása melynél a jellemző limitáló tényezők nem érvényesülnek, így járulva hozzá a technológia gyakorlati terjedéséhez. A rendszer kártevők észlelésére való alkalmasságát szintén vizsgáltuk, a szenzor érzékenységevel kapcsolatos elvárásokat meghatároztuk.

Egy folyamatos talajjellenállás mérő rendszer kidolgozása és gyakorlati alkalmazása, valamint a mért értékek elemzésének eredményei szintén ismertetésre kerülnek.

Az Agrárműszaki Intézet által használt RDS és Agrocom ACT precíziós növénytermesztési rendszerek fájlrendszerének inkompatibilitása miatt azok együttes alkalmazása problematikus volt, holott a gyakorlatban ez jogos elvárásként jelentkezhet. A kidolgozott (manuális) fájltranszformáció és az abból származó előnyök is bemutatásra kerülnek

Az RDS Marker Guide műholdas navigációs eszköz pontosságát szintén vizsgáltuk a navigációs nyomvonalak VRA műtrágyázás során tapasztalt következetes eltolódása miatt. Választ kerestünk egyúttal arra is, hogy a vizsgált rendszer mennyiben felel meg rendeltetésének, illetve alkalmas lehet-e autonóm járműirányításra

Kutató munkánk során a gyakorlati alkalmazhatóságra nagy hangsúlyt fektettünk.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A szántóföldi kísérletek a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának tangazdaságához tartozó 15.3 ha területű 80/1 számú táblán folytak. A gyom- és talajjellenállás térképező rendszerekkel kapcsolatos vizsgálatok (részben) az Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai Intézet 1 ha-os gyakorló területén történtek. Mindkét terület Magyarország észak-nyugati részén, Mosonmagyaróvár mellett található. A termesztett növények kukorica (2001 és 2002) illetve tavaszi árpa (2003) volt a 80/1-es táblán, míg az 1 ha-os tábla parlag volt.

2.1. Talajmintavétel

Helyspecifikus talajmintavételezést végeztünk a 80/1-es táblán, 50 x 50 m rács mentén. Így a 15.3 ha-os területet 63, átlagosan 0.25 ha nagyságú kezelési egységre osztottuk. A helyi viszonyokhoz igazodva a rács néhány helyen nem szabályos. A mintavétel kézi mintavevővel történt DGPS-es navigációval, 2001 novemberében.

2.2. Hozammérés

Hozammérést 2001-től minden évben végeztünk. Az alkalmazott hozammérő rendszer az Agrocom ACT rendszere volt egy Deutz Fahr M 35.80 betakarító gépre szerelve.

2.3. Helyspecifikus tápanyag-kijuttatás

Az egyes kezelési egységekben szükséges tápanyag, ill. műtrágya mennyiségek a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete és a Martonvásári Mezőgazdasági Kutató Intézet által kidolgozott trágyázási szaktanácsadási rendszerrel kerültek meghatározásra, figyelembe véve az elvégzett talajanalízis eredményeit, valamint a mért hozamot. A VRA kijuttatás az Agrocom ACT rendszerrel és a hozzá kapcsolt Amazone ZA-M Max Tronic típusú repítőtárcsás műtrágyaszóróval történt. 2001-ben homogén kezelés történt, annak érdekében, hogy a tábla termékenységéről képet kaphassunk.

2.4. Fizikai talajparaméterek mérése

Cone penetrométeres (függőleges, manuális; 3T) mérést végeztünk egy 20 x 20 m-es rács mentén, 40 cm mélységig, pontonként három ismétlésben. A mintapontokat az Agrocom ACT által biztosított DGPS-es navigációval kerestük fel. Párhuzamosan talajellenállás mérést végeztünk egy saját fejlesztésű folyamatos talajellenállás mérő rendszerrel. A rendszer alapját az alkalmazott

Steyer 9078/A típusú traktor elektrohidraulikus (EHR) rendszerébe épített erőmérő cellák jelentik. E cellák elektromos jelei egy ICP DAS A 822 PGL digitalizáló kártyán át az adatrögzítést végző KP5212TS típusú számítógépbe futnak az aktuális pozíció információval együtt. Pozícionálásra az Agrocom ACT beépített Racall, vagy az RDS rendszer CSI Wireless DGPS vevője használható. Az erőmérő cellák karakterisztikáját referenciaméréssel meghatároztuk, így a cellák elektromos jelei erővé konvertálhatóak. Ezzel lehetőség nyílik a talajművelő eszközök felületén ébredő dinamikus erőhatások folyamatos mérésére. A mérések során egy nyolc szerszamos kultivatort (1 ha-os terület) illetve egy egyszerszamos lazítót (80/1-es tábla) alkalmaztunk.

A penetrométeres és a talajjellenállás mérés eredményeit egymással, illetve a rendelkezésre álló egyéb adatokkal összefüggésben elemeztük.

2.5. Optikai eszközökre alapozott rendszerrel végzett vizsgálatok

Egy mesterséges látásra alapozott gyom/növény térképező rendszert dolgoztunk ki. Az optikai szenzor egy Hitachi KP-C550 CCD kamera, melynek képe egy "Hauppauge WinTV Go" PCI képdigitalizáló kártyán át jut a KP5212TS fedélzeti számítógépbe. A számítógépen futó képelemző szoftver minden egyes képelemen lefuttatja az előzetes mérések alapján meghatározott, a növényzet és a talaj elkülönítésére szolgáló algoritmust. A pozícionálást a korábban említett DGPS vevők egyike biztosítja.

Egy következő lépésként a rendszer egy FLIR ThermoCAM PM 675 típusú infravörös kamerával lett kiegészítve, melynek termikus érzékenysége 0.1°C.

Az optika látószögének kiterjesztése érdekében egy ún. Humanoid Látómodul (Humanoid Machine Vision System, HMVS) beépítésére került sor. A speciális optikai eszköz horizontális látószöge 360.

A kutatás informatikai-számítástechnikai háttérével kapcsolatos munkákat az optikai – és a talajellenállás mérő rendszer esetében Stephan Maniak végezte, beleértve a HMVS kép transzformációját.

Növénybetegségeknek és kártevőknek a növények hőmérsékletére gyakorolt hatását szintén vizsgáltuk az említett infravörös kamera segítségével, Prof. Kuroli Géza DSc., illetve a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Növényvédelmi Tanszékével együttműködésben.

2.6. Adatátvitel precíziós növényvédelmi rendszerek között

Az RDS és Agrocom ACT precíziós növénytermesztési rendszerek fájlstruktúrájának tanulmányozását követően egy manuális fájltranszformációs megoldást dolgoztunk ki. Az RDS hozamfájl megfelelő adatszlopainak felhasználásával és szerkesztésével egy ún. tabulátorral tagolt szövegfájl hozható létre. A fájlnek az egyes oszlopok tartalmát jelző fejléceket is tartalmaznia kell.

2.7. Járműnavigációval kapcsolatos vizsgálatok

Járműnavigációs vizsgálatokat végeztünk az 1 ha-os területen. A mérések során egy előre kitűzött nyomvonalat követtünk 3-5 ismétlésben, több napon át, különböző időpontokban, 2003 januárjában.

A követendő nyomvonalat az Agromap Basic szoftverben mint pontmintavételi tervet jelöltük ki. Az ACT egység navigációja alapján adtuk meg a követendő nyomvonalat az RDS Marker Guide-ban. A nyomvonal koordinátáit az ACT-n futó Agroline program segítségével rögzítettük 2 s-os gyakorisággal. A munkaszélesség (sortáv) 18 m-re volt beállítva.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Talajmintavétel

A laboratóriumi analízis eredményei alapján talajellátottsági térképeket készítettünk. Az elvégzett statisztikai analízis szerint K_A szignifikáns korrelációt mutatott a $hu\%$, a Na és Mg tartalommal $P = 0.1\%$ valószínűségi szinten.

Hasonló szignifikáns kapcsolat mutatkozott a $hu\%$ és a Na, Mg, Cu valamint összes $N\%$ értékekkel (K_A mellett).

További jól kifejezett kapcsolat ($P = 0.1\%$) volt kimutatható a $CaCO_3$ és Mg; a P_2O_5 és Zn; a Na és Mg; a Zn és Mn; Zn és Fe; a Cu és Fe; valamint a Mn és Fe tartalom között. Emellett, $P = 5\%$ szinten igazolható szignifikáns korreláció volt kimutatható a pH_{KCl} és P_2O_5 ; a $hu\%$ és összes $N\%$; az összes $N\%$ és a Na tartalom, valamint a Cu és Mn ellátottsági szintek között.

A pH_{KCl} $P=5\%$ szinten igazolható korrelációt mutatott a pH_{H_2O} , a P_2O_5 és Zn tartalommal. Hasonló kapcsolat állt fenn a pH_{KCl} és Zn tartalomt; a só% és Cu tartalom; az összes $N\%$ és Cu tartalom; a K_2O és Zn; a K_2O és Fe; továbbá a Mg, Cu, Zn és Cu tartalmak között.

3.2. Hozammérés

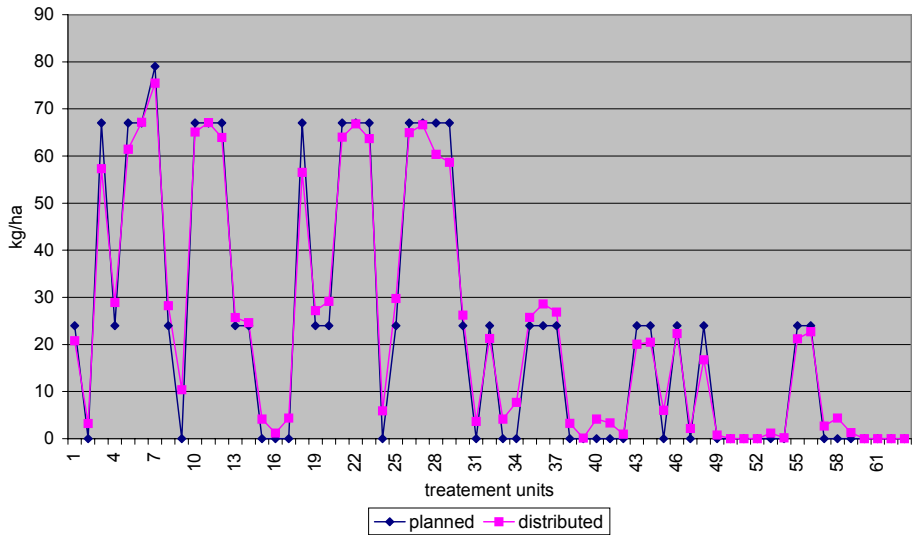
Hozam és szemnedvesség térképeket készítettünk. A térképek jelentős mértékű táblán belüli heterogenitást mutatnak. A hozamtérképek mintázata hasonlóságot mutatnak a vizsgált években – az alacsony termésű terület tipikusan a tábla középső részén jelentkezik, igaz 2003-ban kevésbé kifejezett módon. Az elvégzett statisztikai analízisnek megfelelően a következő összefüggéseket találtuk:

- A hozam varianciáját 2001-ben a K_A befolyásolta a legerősebben ($R = 0.5927$; $P = 0.1\%$). A Na és Mg ellátottság szintén meghatározónak bizonyult e tekintetben ($R = 0.34$ ill. 0.35 ; $P = 0.1\%$).

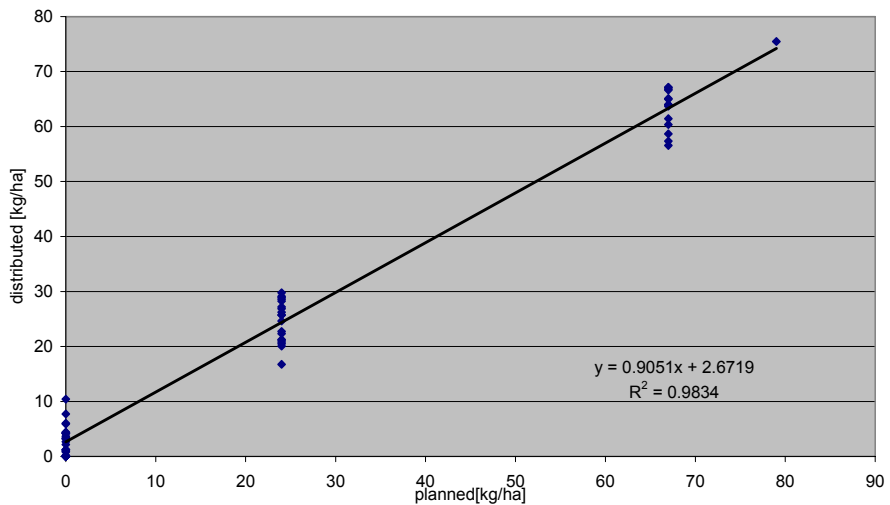
- Ugyanezen tényezők hatottak 2002-ben is de valamelyest kifejezettebben, $P = 0.1\%$ szinten igazolható korreláció mutatkozott. Emellett, a humusz és Cu tartalom is szignifikáns befolyásoló tényezőnek bizonyult ($P = 1\%$ and 5%).
- 2003-ban mindössze a Cu tartalom bizonyult $P = 0.1\%$ -os valószínűségi szinten szignifikáns korrelációs tényezőnek a hozammal. ($R = 0.48$). A Mg hatása megegyezett a 2001-ben tapasztaltnal. Az összes só és N tartalmak szintén determináns tényezőnek bizonyultak $P = 5\%$ -os valószínűségi szinten míg ugyanezen érték mindössze 10% volt a humusz tartalom és a K_A esetében.
- A szemnedvesség varianciáját 2001-ben legnagyobb mértékben a Mn és Zn ellátottság határozta meg ($P = 0.1\%$). A Fe tartalom és a pH_{KCl} hatása $P = 1\%$ -os szinten bizonyult befolyásoló tényezőnek. A NO_3 tartalom hatása mindössze $P = 95\%$ volt igazolható.
- Nem találtunk szignifikáns összefüggést a talajellátottsági értékek és a szemnedvesség között.

3.3. Helyspecifikus tápanyag kijuttatás

A műtrágyaszóró szabályozó egységében beépített szenzor jele alapján a ténylegesen kijuttatott műtrágya mennyiséget rögzítettük és térképi formában ábráztuk. A rögzített adatok alapján a kijuttatás pontossága meghatározható. Az elemzés alapján kijelenthető, hogy az alkalmazott rendszer potenciálisan alkalmas szilárd műtrágya nagy pontosságú helyspecifikus kijuttatására (3.3.1. ábra). Néhány esetben azonban pontatlanságot, illetve a kijuttatandó mennyiségben jelentős mértékű szórást is tapasztaltunk. A kiváltó okot (nem megfelelő műtrágyázási gyakorlat, poros műtrágya) azonban legtöbbször sikerült feltárni az említett adatok elemzésével. 2003-ra a kijuttatás pontossága számottevően javult (3.3.2. ábra).



3.3.1. ábra. A tervezett és a kijuttatott P₂O₅ hatóanyag mennyiségek összehasonlítása az egyes kezelési egységekben, 2003-ban



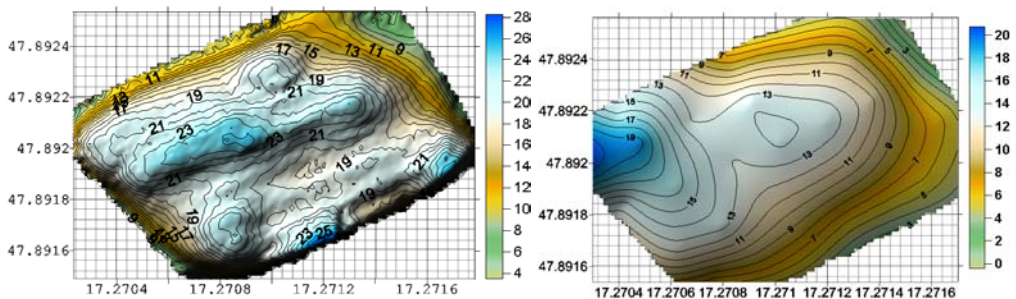
3.3.2. ábra. A tervezett és a kijuttatott mennyiségek közötti statisztikai összefüggés (P₂O₅ hatóanyag, 2003)

Emellett, kiegyenlítődé, a hozam varianciájának csökkenése is megfigyelhető. 2001-ről 2002-re a CV% 31.79-ről 27.26-ra csökkent (P = 5%).A jelenség okának

a korábbinál harmonikusabb, a helyi igényeknek jobban megfelelő tápanyagellátást valószínűsítjük

3.4. Fizikai talajparaméterek mérése

A penetrométeres és a folyamatos talajellenállásmérő rendszer mérési adatai alapján talajtömörödöttség illetve talajellenállás térképeket készítettük mindkét vizsgált területről. Az 1 ha-os terület esetében a 3 MPa-nál erősebben tömörödött talajréteg elhelyezkedését modelleztük. A két mérés eredményei közötti összefüggést statisztikai módszerekkel vizsgáltuk mindkét adatbázis esetében. Statisztikailag igazolható szignifikáns összefüggést azonban nem találtunk. Ennek oka véleményünk szerint a két mérési mód eltérő természetéből, valamint azok eltérő léptékéből (különböző számú mérési pont) adódik. A mérési pontok számának a térkép pontosságára gyakorolt hatásának szemléltetése érdekében az 1 ha –os területen a folyamatos talajellenállás-mérő rendszerrel mért értékekből elkészítettük azt a térképet, mely csak a penetrométeres mérési pontokon mért értékeket tartalmazza (3.4.1. ábra).

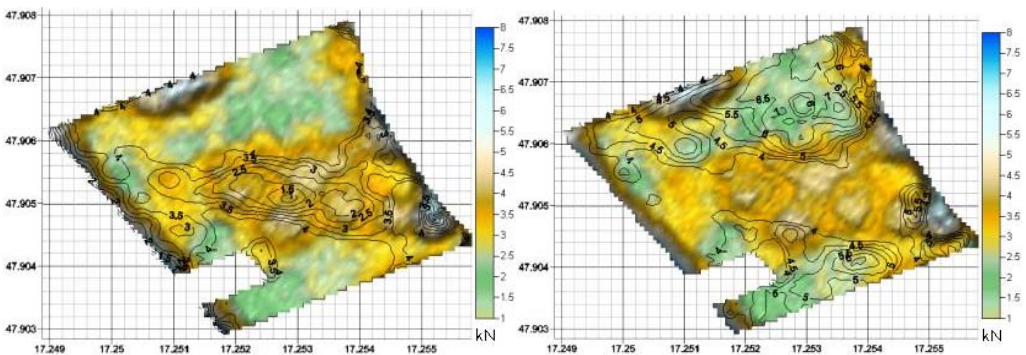


3.4.1. ábra A folyamatos talajellenállás-mérő rendszerrel mért értékek térképe a teljes adatbázisból, illetve a penetrométeres mérési pontokon (kN)

A 3.4.1. ábra alapján kijelenthető, hogy a folyamatos méréssel lényegesen megbízhatóbb kép nyerhető a talaj tömörödöttségéről a nagyszámú mért értéknek köszönhetően. Ezzel szemben a 20 m x 20 m-es rács mentén végzett mérés elfedi

a tényleges heterogenitást, ezzel valótlan információt szolgáltat. A pontatlanság forrása a mért pontok közötti számított értékek illetve az azok meghatározására szolgáló interpolálás. Emellett meg kell, hogy jegyezzük, hogy az alkalmazott 20 m x 20 m rács lényegesen nagyobb mintázási intenzitást jelent, mint ahogy az a gyakorlatban megvalósítható lenne.

A 80/1-es táblán mért talajjellenállás adatokat összevetettük a három év során mért hozam adatokkal. Ugyan statisztikailag igazolható korrelációt nem találtunk, a 3.4.2. ábra egyértelmű összefüggést mutat a vizsgált paraméterek között. A nagy talajjellenállású részek a 2001-ben mért adatok esetében egybeesnek a 4 t/ha alatti termésszintű területekkel, 4 t/ha feletti hozam pedig jellemzően a kis talajjellenállású részekben figyelhető meg. A 2002 évi hozamadatoknál hasonló eloszlás volt tapasztalható, itt azonban az 5 t/ha-os termésszint jelentette a határértéket. Ez a növekedés azt jelzi, hogy a tömörödés direkt és indirekt hatása kevésbé jelentkezett a helyspecifikus műtrágyaszórás követő évben. Tekintettel arra, hogy a lehullott csapadék mennyiségében jelentős különbség nem volt a két évben, kijelenthető, hogy a jelenség oka a harmonikusabb tápanyag-ellátottság. Hasonló trend volt megfigyelhető a 2003 évi árpa hozam esetében is.



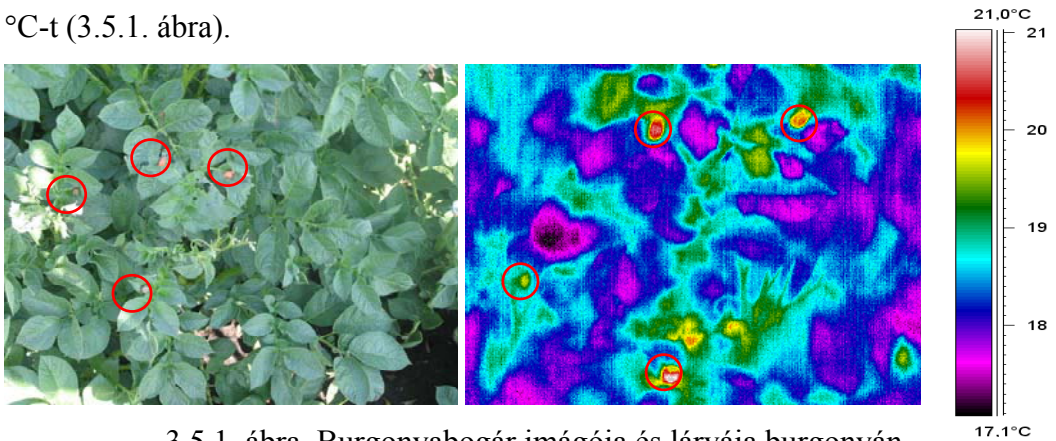
3.4.2. ábra. Talajjellenállás térkép a 4 t/ha alatti, illetve fölötti termésszintű területek kontúrával (kukorica, 2001).

3.5. Optikai eszközökre alapozott rendszerrel végzett vizsgálatok

Az on-line gyomtérképező rendszer alkalmas a talaj és a növényzet elkülönítésére. Az elkülönítés átlagos hibája 13 % a CCD és 1 % a CCD kamera esetében.

A Humanoid Látómodul alkalmazásával a CCD kamera látószöge jelentősen megnövekedett. Egy 1 ha nagyságú terület mindössze egy képpel lefedhető 1.5 m magasságban elhelyezkedő optikával.

Az infravörös kamera a kártevők és növényi betegségek észlelésére is alkalmasnak bizonyult. A kamera 0.1 °C-os érzékenysége elegendőnek bizonyult. A burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata* Say) imágója és lárvája élesen elkülönül környezetétől az infra felvételeken. A hőmérséklet különbség az 1-1.5 °C-t (3.5.1. ábra).



3.5.1. ábra. Burgonyabogár imágója és lárvája burgonyán

Mérhető hőmérsékletkülönbséget tapasztaltunk a rovarok okozta kártétel (rágott növényi részek) (1.5-2.5 °C) és vírusfertőzés esetén (2-2.5 °C) is. A hőmérsékletkülönbség minden bizonnyal a fertőzött, illetve sérült növény megváltozott párologtatása miatt alakul ki, mely a megváltozott anyagcsere, vagy közvetlenül a csökkent transzspirációs felület következménye.

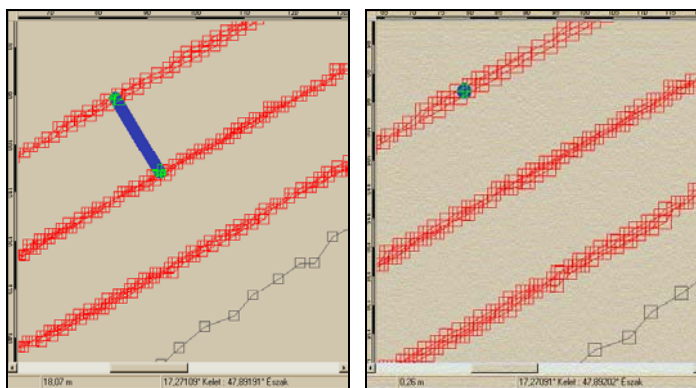
3.6. Adatátvitel precíziós növénytermesztési rendszerek között

Az ismertetett módon szerkesztet fájl mint “txt” fájl importálható az AgroMap Basic szoftverbe. Ezt követően a rendszer saját fájljaival megegyező módon kezelhető a bevitt adat. A kidolgozott adatátvitel előnyei a következők:

- Szemnedvesség térkép és domborzatmodell készíthető az RDS adataiból.
- Az RDS adatokból készített hozamtérkép felosztható, az egyes táblarészek külön értékelhetőek az Agromap Basic programban.
- Az Agrocom ACT rendszer részét képezi az ArcView alapú Agromap Professional szoftver, mely alkalmas az Agromap Basic objektumok átvételére. Az adatátvitelnek köszönhetően már az RDS hozam adatok is átvihetők ily módon az említett térinformatikai rendszerbe. Az említett funkciókat az RDS rendszer saját szoftvere nem teszi lehetővé.
- Az ismertetett elven más geokódolt információ is importálható.

3.7. Járműnavigációval kapcsolatos vizsgálatok

Az 1 ha-os területen végzett vizsgálataink eredményei szerint a két nyomvonal (piros vonal) közötti átlagos távolság (munkaszélesség) 18.07 m volt. Az egymást követő menetek esetén 0.26 m-es szórást tapasztaltunk. (3.7.1. ábra). Tapasztalataink alapján kijelenthető, hogy ezt a szórást nagyrészt a vezető emberi hibája okozta, ami azonban a gyakorlatban ugyanígy érvényesül. Jelentős időkülönbséggel ismételve a meneteket, ismét a bejárt nyomvonalak következetes eltolódását tapasztaltuk. Az eltolódás mértéke meghaladta a 3 m-t. (3.7.1. ábra). (A kék vonal a szoftver mérő jele.). Az eredmények alapján megállapítható, hogy az alkalmazott navigációs rendszer alkalmas helyspecifikus kijuttatások támogatására de az említett hiba miatt autonóm járműirányításra önmagában nem. A tapasztalt jelenség a GPS rendszer pontatlanságából adódik.



3.7.1. Ábra. A rögzített DGPS adatok elemzése (Agromap Basic)

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK (TÉZISEK)

1. Méréseim alapján kijelentem, hogy meghatározható az a szükséges mintaszám mellyel pontszerű mérés esetén objektív kép nyerhető a táblán belüli heterogenitásról, de ez a mintázási sűrűség a gyakorlatban nem valósítható meg. Ezért a vizsgált tulajdonságok folyamatos (on-line) mérésére van szükség. (Ennek érdekében dolgoztam ki a folyamatos talajellenállás mérési módszert.)
2. A folyamatos méréssel felvett talajtömörödöttség térkép mintázata egyezést mutat a három év hozamtérképével, a vizsgált körülmények között.
3. Méréseim alapján kijelentem, hogy a penetrométer függőleges talajbahatolásakor mért ellenállás és a talajművelő eszközök felületén mérhető összetett erők jelentősen eltérnek. A (vertikális) penetrométeres mérés nem ad kielégítő információt a művelés energia igényéről, különösen a gyakorlatban megvalósítható mintasűrűség esetén.
4. Az alkalmazott helyspecifikus tápanyag kijuttatás után a hozam statisztikailag igazolható táblán belüli kiegyenlítődését, a variancia csökkenését tapasztaltam. Vizsgálataim alapján megállapítom, hogy az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete és Mezőgazdasági Kutatóintézete által kidolgozott trágyázási szaktanácsadási rendszer hatékonyan alkalmazható a helyspecifikus kijuttatási technológiával együtt és segítségével a szárazság hatása enyhíthető.
5. Vizsgálataim alapján megállapítom, hogy a létrehozott gyomtérképező rendszer által szolgáltatott információ megfelelő a sorközökben illetve tarlón történő gyomtérképezéshez.
6. Méréseim alapján kijelentem, hogy a rovarok jelenléte és az általuk okozott kár; a vírusfertőzés, illetve növényi betegségek hatása az okozott

hőmérséklet különbség alapján mérhető. Megállapítom, hogy a hőmérsékletkülönbség mértéke lehetővé teszi kisebb érzékenységű, tehát nagyságrendekkel olcsóbb szenzor alkalmazását szemben az alkalmazott infravörös kamera 0.1°C-os érzékenységgel.

7. Megállapítom, hogy a kidolgozott fájltranszformációs módszer biztosítja az adatátvitelt az RDS és Agrocom ACT hozammérő rendszerek között. Ennek következtében lehetővé vált a két rendszer együttes alkalmazása, valamint a gyűjtött adatok magasabb szintű elemzése.

5. PUBLIKÁCIÓK

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Magyar nyelvű

Mesterházi P. - Pecze Zs. - Neményi M. (2001): A precíziós növényvédelmi eljárások műszaki -térinformatikai feltételrendszere. (The engineering and GIS background of precision plant protection methods.) Növényvédelem (Plant production) 37 (6), 2001.

Neményi M. – Pecze Zs. – Mesterházi P. Á. – Németh T. (2001): A precíziós-helyspecifikus növénytermesztés műszaki és térinformatikai feltételrendszere. (The engineering and GIS background of precision plant production.) Növénytermelés 50, 4, p.419-429.

Pecze Zs. - Neményi M. - Mesterházi P. Á. (2001): A helyspecifikus tápanyagvisszapótlás műszaki háttere. (Engineering background of site-specific nutrient replacement.) Mezőgazdasági Technika.(Agricultural Technique) 42,02 : 5-6

Angol nyelvű

Neményi M. – Pecze Zs. – Mesterházi P. Á. – Kiss, E. (2002): Engineering Environment of the precision crop production. Hungarian Agricultural Engineering, No. 15, p89-91

Neményi M. - Mesterházi P.Á. - Pecze Zs. - Stépán Zs. (2002): The role of GIS and GPS in precision farming. Computers and Electronics in Agriculture. 40 (1-3): 45-55.

Neményi M. – Mesterházi P.Á. (2003): Site-specific Yield- and Soil resistance mapping and nutrient replacement. Pollution and water resources, Columbian University seminar proceedings, Studies of environmental protection in the Carpatian basin. Vol. 33/34, 1999/2003, Edited by George J. Halasi-Kun. P. 230/242.

Mesterházi P.Á. – Neményi M. (2004): Development of the technical environment of precision plant production. Hungarian Agricultural Research. In print.

Mesterházi P. Á. - Neményi M. – S. Maniak (2004): Development of the technical foundation of precision plant production – environmental aspects. Columbian University seminar proceedings, In print.

PROCEEDINGEK

Magyar nyelvű

Mesterházi P. Á. (2000): A helyspecifikus (precíziós) növénytermesztési technológiák műszaki háttere. (The engineering background of site-specific plant production technology.) Scientific forum of the doctoral candidates of the VEAB region. A VEAB régió doktorandusainak tudományos fóruma, Sopron, 2000, p.118-120.

Neményi M. – Mesterházi P. Á. – Gyulai I. (2001): A kemikáliák helyspecifikus kijuttatásának műszaki feltételrendszere az agrárgazdaságban, különös tekintettel a környezetvédelemre. (Engineering background of site-specific application of chemicals with special regard to environment protection.) II. Környezettudományi Tanácskozás Előadásai (Presentations of the 2nd Conference on Environment Protection), 2001, (szerk./ edit. Dr. Nagy Géza) p. 85-94.

Pecze Zs. - Neményi M. - Mesterházi P.Á. - Stépán Zs., - Kiss E. (2001): Termés- és talajadatokra alapozott helyspecifikus műtrágya-kijuttatás. Magyar Tudományos Akadémia Agrár-Műszaki Bizottság 25. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő. Proceedings. (Yield and soil data based site-specific nutrient application. Agro-Engineering Board of the Hungarian Academy of Sciences, XXV. Research and development Symposium, Gödöllő) III. p. 65-69.

Mesterházi P.Á. – Neményi M. – Kacz K. – Stépán Zs. (2002): Precíziós növénytermesztési kísérletek a mosonmagyaróvári Agrárműszaki Intézetben. EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság. (Precision plant production experiments at the Insitute of Agricultural, Food and Environmental Engineering in Mosonmagyaróvár. EU Conform Agriculture and Food Safety.) Szerk./Edit. Nagy János, Debrecen 2002., p57-70.

Mesterházi P. Á. – Neményi M. – Pecze Zs. (2002): GPS szoftverek átjárhatósága. MTA Agrár-Műszaki Bizottság, 26. Kutatási és Fejlesztési

Tanácskozás. (Compatibility of GPS software. Agro-Engineering Board of the Hungarian Academy of Sciences, XXVI. Research and development Symposium, Gödöllő) I. 52-56.p.

Neményi M. – Mesterházi P. Á. (2002): GPS rendszerek alkalmazása a mezőgazdasági gépezemeltetésben. „Hatékonyan, szakszerűen - kihívások a III. évezred elején” Tápanyag-visszapótlási szimpózium. (Application of GPS systems in agricultural machinery operation. Symposium on Fertilizer Replacement.)Bábolna; p. 34-37.

Gyulai I. - Neményi M. - Mesterházi P. Á. (2002): GIS alkalmazások. Agrártermelés – Életminőség. XXIX. Óvári Tudományos Napok. 2002. október 3-4. Mosonmagyaróvár. Előadások és poszterek összefoglaló anyaga. 235. p. Teljes anyag megjelent CD lemezen. (GIS applications. Agricultural production – life quality. XXIX. Óvári Scientific Days. Proceedings p. 235; full paper on CD)

Neményi M. – Mesterházi P. (2002): Hozam- és talajellenállás térképezés és helyspecifikus tápanyag-visszapótlás a precíziós növénytermesztésben. (Yield and soil draft monitoring and site-specific nutrient replacement.) Agrárinformatika 2002 (Agroinformatics 2002), 2002.09.27-28, Debreceni Egyetem, CD ROM, ISBN: 963 204 869 5.

Neményi M. – Mesterházi P. Á. – Kacz K. – Stépán ZS. – Pecze Zs. (2002): A GPS-re alapozott növénytermesztési technológiák műszaki háttere – lehetőségek és korlátok. (Engineering background of GPS based plant production technologies – possibilities and limitations. MTA Növénytermesztési Bizottság, II. Növénytermesztési Tudományos Nap (Plant Production Board of the Hungarian Academy of Sciences, II. Scientific Day on Plant Production), proceedings. Budapest. Szerk./Edit. Prof. Dr. Pepó Péter; 118-125.p.

Mesterházi P. Á. – Neményi M. – Maniak, S. – Kacz K. – Kovács A. – Stépán Zs. (2003): A legújabb fejlesztések a precíziós növénytermesztés műszaki feltételrendszerével kapcsolatban. (The latest development in connection with the engineering background of site-specific farming) Magyar Tudományos Akadémia Agrár-Műszaki Bizottság 27. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás (Agricultural Engineering Board of the Hungarian Academy of Science, XXVII. Research and Development Symposium) Gödöllő, 2003. 01.21-22., proceedings, szerk. Dr. Tóth László; p.84-88.

Angol nyelvű

Pecze Zs. – Neményi M. – Mesterházi P. Á. – Stépán Zs. (2001): The function of the geographic information system (GIS) in precision farming. IFAC/CIGR Fourth International Workshop on Artificial Intelligence in Agriculture (Preprints edited by Prof. I. Farkas) June 6-8, 2001. Budapest, p. 15-18.

Mesterházi P. Á - Neményi M. – Kacz K. – Stépán Zs. (2002): Compatibility of precision farming systems. International Conference on Agriculture Engineering, 2001. 06.30- 07.04, Budapest. „AgEng Full papers, posters and abstracts” CD, (02-PA-012). Edited by the Scientific Society of Mechanical Engineering (GTE) No. ISBN963 9058 15 7.

Mesterházi P. Á - Neményi M. – Kacz K. – Stépán Zs. (2002): Data transfer among precision farming systems. ASAE Annual International Meeting/CIGR World Congress, 2002. 07.28-31, Chicago, Illionis, USA; Paper N# 021047; CD-ROM Published by the American Society of Agricultural Engineers St. Joseph. Michigan.

Mesterházi P. Á. – M., Neményi – S. Maniak (2003): Weed monitoring by infrared camera and panoramic annular lens. Programme Book of the joint conference of ECPA – ECPLF (Berlin, Germany, 2003. 06. 15-19.), p 493-494, edited by A. Werner and A. Jarfe.

Mesterházi P.Á. – S. Maniak – Neményi M. – Stépán Zs. (2003): Site-specific soil draft measurement and weed monitoring. Conference paper for the ISTRO Conference 2003, Brisbane, Australia, 13-18th July 2003. p743-748, ISBN 0-646-42496-3.

Mesterházi P. Á - Neményi M. – Kovács A. - Kacz K. – Stépán Zs. (2003): Development of the site-specific nutrient replacement. 14th International Symposium of Fertilizers (CIEC), Fertilizers in context with resource management in agriculture. Proceedings, Volume 1, p288-295.