



A térinformatika lehetséges alkalmazásai a precíziós farmgazdálkodásban

Pecze Zs.

IKR Termelésfejlesztési és Kereskedelmi Rt., Bábolna, 2943 IKR Park

ÖSSZEFOGLALÁS

Az IKR Rt. szakembereit már régóta foglalkoztatta a gondolat, hogy a világban pozitív tapasztalatairól ismert és egyre népszerűbb precíziós gazdálkodást adaptálják hazai viszonyainkhoz, hiszen a helyspecifikus növénytermeléssel tervezhető, kézben tartható, kontrollálható gazdálkodási rendszer valósítható meg. Már most elmondhatjuk, hogy egyes elemeiben működő rendszerről van szó. Ez köszönhető a négy éve e témában megkezdett kísérleti munkánk során szerzett gyakorlati tapasztalatainknak, a Nemzeti Kutatási És Fejlesztési Programok támogatásának, kollégáink szaktudásának, valamint a programban részt vevő gazdálkodók hozzáállásának. Elképzeléseink szerint 2-3 éven belül rendszerszintű természetstechnológiai eljárást tudunk átadni a gyakorlatnak. Kísérleteinket Ácson végeztük egy 32,5 ha nagyságú táblán 1999-ben, 2000-ben és 2001-ben. A vizsgált kultúra kukorica volt. Ezen kísérleti táblán folytatott adatgyűjtésről, a kapott adatok integrálásáról, a térinformatikai alkalmazások, továbbá az adatgyűjtés valamint a szoftverek közötti kommunikáció során felmerült problémákról, az elemzési és a továbbfejlesztési lehetőségekről írok cikkemben. Bemutatom, hogy egyrészt a precíziós gazdálkodás feltételrendszere milyen lehetőségeket kínál, másrészt továbbfejlesztéséhez milyen műszaki, térinformatikai kutatásokra van szükség ahhoz, hogy komplett gazdálkodási rendszerként kínálhassuk partnereinknek. Az IKR Rt. már közel 1000 ha nagyságú területen termel ezen új technológiával. Az üzemi gyakorlat során szerzett tapasztalataim alapján arra a következtetésre jutottam, hogy géprendszerünkhöz egy precíziós gazdálkodási rendszert kell adaptálni, annak ellenére, hogy több, a rendszerek közötti átjárhatatlanságot is megoldottunk. A technika mind színvonalában, mind a szolgáltatási lehetőségek tekintetében tovább korszerűsödik. A műholdas helymeghatározással egyre megbízhatóbb és egyre nagyobb információhalmazzal nyerhetünk, amelyet kiegészítve a térinformatika egyéb adatgyűjtési lehetőségeivel szilárd alapot teremthetünk az összefüggések feltárásához. Számvetést még nem tudunk készíteni a várható előnyök és ráfordítások arányáról, hiszen ehhez több éves adatsorra van szükség, de az eddigi tapasztalatok, kapott adatok korszakos változás lehetőségét sugallják a jelenlegi természeti gyakorlat megváltoztatására, pontosítására.

(Kulcsszavak: globális helymeghatározó rendszer, térinformatika, precíziós gazdálkodás)

ABSTRACT

Possible Applications of Geographic Information System in Precision Farming Zs. Pecze

IKR Production Development and Trading Joint Stock Inc., Bábolna, H-2943 IKR Park

Experts of IKR Inc. have for a long time been concerned with the thought of adapting precision farming, which is widely known of the positive experience and which is more and

more popular, to the domestic circumstances, since with the ground-specific cultivation a plannable and controllable farming system can be realized. We can say it already now that it is about a system each of which elements is working. It is owing to the practical experience gained during our experimental work started four years ago, the support of Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programok (National Programmes for Research and Development), the expertise of our colleagues, and the attitude of the farmers taking part in the programme. According to our ideas, we can apply a system-level cultivation-technological process in practice within 2-3 years. I did my experiments on a plot of land of 32.5 hectares in 1999, 2000 and 2001. The examined culture was maize. In this article I am writing about this plot of land where the process of data collection was completed, detailing the integration of gained data, problems occurred applying geographic information systems, problems of data collection, possibilities of analysis, communication problems between softwares and the opportunities of development. On the one hand I am illustrating what sort of opportunities are provided by the conditions of precision farming, and on the other hand what kind of research is still needed in technical conditions and in the geographic information system to develop it, so as we can offer it to our partners as a complete farming system. IKR Inc. cultivates a land of nearly 1000 hectares with this new technology. On the basis of my experience from the practice of operation I drew the conclusion that we should adapt a precision cultivation system for our machinery system, despite the fact that we have solved several impermeabilities between the systems. Technology goes on developing regarding its level and service opportunities. With the Global Positioning System we are able to get more-, and more reliable data, and if it is completed with other possibilities for data collection of the geographic information system, we can create a firm basis for revealing correlations. We have not been able to make a calculation about the relation of expectable advantages and expenditures yet, since it requires data rows of several years, but the experience and data we have so far, suggest epoch-making opportunity for changing the present practice of cultivation and making it more precise.

(Keywords: GPS, GIS, precision farming)

BEVEZETÉS

A gazdálkodók már régóta tudják, hogy földjeiken egy-egy táblán belül nem kiegyenlített a növényállomány és a termés, amely az eltérő tápanyag-ellátottsági, vízgazdálkodási és gyomviszonyokra, változó domborzatra, talajfoltokra stb. vezethető vissza. Családi gazdaságoknál ezen ismeretek apáról fiúra szálltak, évtizedes tapasztalataikat gondosan őrizték. A precíziós gazdálkodási technológiában már a térinformatikai rendszerek veszik át ezt a szerepet, melyek valamennyi információt geokódolva tárolnak. Eddig nem volt rá mód, hogy ezeket a táblán belüli eltérő tulajdonságú foltokat olyan nagy részletességgel rögzítsük és kezeljük, ugyan meg volt rá az igény. Amióta azonban a GPS már polgári felhasználóknak is rendelkezésére áll, a megfelelő technikával kiegészítve lehetőségünk nyílt a táblán belüli variabilitások feltérképezésére és figyelembevételére. A precíziós gazdálkodás alkalmazásával a táblán belüli feltételeket, mint egységet kezeljük és összefüggésében vizsgáljuk (Sági, 1996; Pecze, 2001b).

A precíziós gazdálkodási technológia egyre nagyobb teret hódít, hiszen ezzel a még újnak számító technológiai módszerrel lehetőség van a helyi igényekhez igazodó vetőmag, műtrágya, növényvédő szer differenciált kijuttatására.

A precíziós gazdálkodás feltételrendszerét egyebek mellett a GPS, megfelelő regisztrálási technika és informatikai háttér, megbízható adatbázis és szaktanácsadó

rendszer valamint a változtatható adagolásra képes vető-, permetező- és műtrágyaszórógépek jelentik.

A számítógépes háttér, illetve az annak segítségével létrehozott térinformatikai adatbázis lehetővé teszi, hogy az eddiginél részletesebb képet alakítsunk ki mezőgazdasági területeinkről és megalapozott, körültekintő agrotechnikai döntéseket hozzunk (Pecze *et al.*, 2001a).

Úgy gondolom, hogy ennek a korszerű és a jövő mezőgazdálkodását meghatározó technológia műszaki feltételrendszere adott a betakarításra, talajmintavételre és a differenciált tápanyag kijuttatásra vonatkozóan.

Mivel a technológia csak pár éves múltra tekinthet vissza, ezért számos térinformatikai problémával találkozunk alkalmazása során.

Már most elmondhatjuk, hogy egyes elemeiben működő rendszerről van szó. Ez köszönhető a négy éve e témában megkezdett kísérleti munkánk során szerzett gyakorlati tapasztalatainknak, a Nemzeti Kutatási És Fejlesztési Programok támogatásának, kollégáink szaktudásának, valamint a programban részt vevő gazdálkodók hozzáállásának.

Ahhoz, hogy felelősen tudjunk szaktanácsadást adni több év eredményeinek összevetésére, elemzésére van szükség, hiszen a szaktanácsadási rendszer alapja annak megbízható kalibráltsága.

Elmondhatjuk, hogy nem csak beszélünk a műholdas technológia előnyeiről és lehetőségeiről, hanem meg is tapasztaltuk azt. A korábbi kísérleti területeken kívül 2001 őszén 900 ha-on készítettünk hozamterképet, 720 ha-on végeztünk helyspecifikus talajvizsgálatot. Ősszel megtörtént az alaptrágya differenciált kijuttatása, 2002 tavaszán pedig megkezdtük a N-kiegészítő- és fejtrágya terv szerinti kijuttatását.

Közeli céljaink között szerepel a terület és növényfaj bővítése mellett a vetőmag és a növény védőszer helyspecifikus, differenciált kijuttatása.

Vizsgálatainkat négy évvel ezelőtt kezdtük meg a Nyugat-Magyarországi Egyetem Agrárműszaki, Élelmiszeripari És Környezettechnikai Intézetével közösen OMFB támogatásból. Ekkor úgy gondoltuk, hogy a megvásárolt precíziós gazdálkodási rendszerek a gyakorlatban kifogástalanul fognak majd működni (Neményi *et al.*, 2001), ezzel szemben a rendszerek beüzemelésekor saját szakmai tapasztalatainkra kellett támaszkodnunk. Egyértelműen bebizonyosodott tehát, hogy egyrészt a tényként közölt lehetőségek gyakorlati „adaptálására”, másrészt számos probléma megoldására szükség van a hazai kutatásokra is.

Az adott rendszerekkel azonban sikerült megvalósítanunk Magyarországon először a műtrágya differenciált kijuttatását.

Ezen kísérleti táblán folytatott adatgyűjtésről, a kapott adatok integrálásáról, a térinformatikai alkalmazások, továbbá az adatgyűjtés valamint a szoftverek közötti kommunikáció során felmerült problémákról, az elemzési és a továbbfejlesztési lehetőségekről írok cikkemben.

Annak ellenére, hogy számos, rendszerek közötti kommunikációs problémát sikerült megoldanunk, mégis úgy tartjuk helyesnek, ha egy precíziós gazdálkodási rendszert alkalmazunk munkánk során.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az egységes információrendszer felépítésénél cél a már meglévő számítógépes programok (AgroMap Basic, RDS PF) működésének (export- import felületek) összehangolása és a kapott adatbázis átvitele ArcView szoftverbe.

Cél

- A rendelkezésemre álló információk megfeleltetése a tápanyagpótlási szaktanácsadásnak.
- Információtechnológiai megfeleltetési problémák megoldása.
- Adatintegrálási problémák megoldása.
- A meglévő térképekre (kataszteri térkép, topográfiai térkép, légi fotó, hozamtérkép stb.) alapozott térinformatikai háttér felépítése.
- A fentiek alapján a tápanyag gazdálkodás megbízhatóságának növelése és könnyen kezelhető térinformatikai rendszer felépítése.

A kísérleti tábla ismertetése

A kísérleti terület Ács község mellett (*Komárom – Esztergom megye*) elhelyezkedő 0419/18-32,5 ha nagyságú tábla. A kísérletek 1999-ben, 2000-ben és 2001-ben történtek. A vizsgált kultúra kukorica, Dekalb 443 és 391 hibrid.

A betakarításra 1999-ben, 2000-ben és 2001-ben, a talajmintavételre 2000-ben került sor.

Természetesen mind az adatgyűjtésnél, mind a helyspecifikus alkalmazásnál szükségünk volt a GPS vevőre és a fedélzeti számítógépre a megfelelő programokkal.

A hozammérés, hozamtérkép készítése

A precíziós gazdálkodás kiindulópontjának, alapjának a korrekt hozamtérképeket tekintjük, hiszen a termés variabilitások hűen tükrözik a talaj termékenységében, tápanyag-ellátottsági viszonyaiban mutatkozó változékonyságot. A hozamméréshez az RDS PF rendszert használtuk.

A talajmintavétel

A 2000. évi kora tavaszi mintavételi pontok kijelölése és kitűzése az 1999. évi hozamtérkép alapján történt az Agrocom/ACT rendszerrel.

A talajmintavételi pontokat a hozamtérkép alapján jelöltem ki. A mintavételi terv elkészítéséhez és a mintavételi pontokhoz való navigáláshoz az Agrocom rendszert használtuk.

A tápanyag kijuttatása

2000-ben és 2001-ben szilárd 34%-os ammóniumnitrát műtrágyát juttattunk ki helyspecifikusan a vizsgált területre az MTA-TAKI MTA MGKI tápanyagpótlási szaktanácsadási rendszer ajánlásai alapján.

A műtrágya differenciált kijuttatását az Agrocom/AMAZONE precíziós műtrágyaszóró rendszerrel valósítottuk meg.

A térinformatikai rendszer

Az RDS PF szoftvert hozam adatok feldolgozására, illetve hozamtérképek készítésére, mintavételi terv készítésére és a terv exportálására, valamint kezelési terv készítésére és annak exportálására fejlesztették ki.

Az RDS hozammérő rendszer a gyűjtött adatokat ADIS (Agricultural Data Interchange Syntax) formátumban rögzíti, mely megfelel a Draft International Standard ISO/DIS szabványnak (*Neményi, 2002*).

Az interpolációhoz az inverz távolság módszert használja a program. A változók száma adott, a térbeli felbontás állítható.

Jelen munkámban a szoftvert hozamtérkép készítésére használtam.

Az Agrocom ACT rendszerben a hozam adatok rögzítése „gpc” kiterjesztésű fájlokba történik, melyek mellett egy „CARD.out” fájl szerepel még a PCMCIA kártyán.

A fájlok az „AgroMap megbízás beállítás” programban olvashatók be, a program „aft” kiterjesztésű fájlokat hoz létre azokból. Ez a fájl az AgroMapBasic programban, mint nyersadat megnyitható.

A nyers adatokból elkészíthető a hozamtérkép (Neményi, 2002).

Készíthető más térkép is, mint például szemnedvességi vagy domborzati térkép is. Munkámban a szoftvert talajmintavételi terv készítésére, tápanyag-ellátottsági térképek és műtrágyázási terv készítésére használtam.

Az ArcView az amerikai ESRI cég asztali számítógépekre szánt térinformatikai programja. A Spatial Analyst modul segítség az adatok térbeli kapcsolatainak megértésében, elemzésében.

A pontszerű adatokból folyamatos eloszlásúakat készíthetünk ezzel a modullal és így összehasonlíthatóvá teszünk két pontszerűen gyűjtött adatot.

A modul nélkül nem tudnám megbecsülni a két pont közötti értéket, de a „Spline”, illetve az „IDW” interpolálási módszerrel a mintaterület egészét értékekkel fedjük le.

A modul vektoros és raszteres témákkal dolgozik. Fő komponense a grid menü (hálók). A grid téma cellákat használ a vektorok modellezéséhez (Pecze, 2002).

Valamennyi mért és szerzett adatot ArcView-ba vittem be, hogy egységes rendszert építsek fel, a kapott hozam- és talajelemzési eredményekből rácshálókat (grideket) készítsék és azokat megjelenítsem, az adatokat elemezhessem.

Az adatbázis

Az adatok részben saját terepi mérésből (hozammérés, talajmintavétel, tábla határvonala), illetve a terepi mérések során kapott adatok feldolgozásából származnak. A kísérlet során használt 2 rendszert (RDS, Agrocom) a mért adatok felvételekor felváltva használtam.

A légi fotó és egyéb térképek származási helyét az 1. táblázatban tüntettem fel.

1. táblázat

A térbeli adatok és jellemzésük

Adat megnevezése (1)	Származása (2)	Pontossági mérőszámok (3)	Beszerezési hely (4)
Hozam	Terepen mért (RDS rendszer)	1-5 m	Terepi mérés, Ács
Tábla határvonala	Terepen mért (Agrocom rendszer)	1-5 m	Terepi mérés, Ács
Talaj mintavételi pontok	AGRO-MAP Basic szoftver	Tervezett adat	Szoftverrel tervezett
Tápanyag-ellátottsági térképek	AGRO-MAP Basic szoftver	Tervezett adat	Talajelemzési eredmények és a talajmintavételi helyek koordinátái alapján szoftverrel készített
Műtrágyázási terv	AGRO-MAP Basic	Tervezett adat	Szaktanácsadási adatok alapján szoftverrel készített
Légi fotó	Légifilm, szkennelt (600 dpi)	± 0,5 m	FÖMI Archívum, Budapest
Kataszteri térkép	Papírtérkép, szkennelt	1-1,5 m	Komáromi Körzeti Földhivatal
Topográfiai térkép	Papírtérkép, szkennelt	1-1,5 m	FÖMI, Budapest

Table 1: Spatial data and their description

Name of the data(1), Origin(2), Reference intervals(3), Origin of the data(4)

A 2. táblázatban található a nem térbeli adatok a hozzájuk tartozó jellemzőkkel.

A 3. táblázatban a térinformatikai rendszerbe integrált rétegeket ismertettem, típusuk és az adatbázisban való szerepük feltüntetésével.

A légi fotót digitális állományként szereztük be a FÖMI-ből, amit geokódoltam és beillesztettem az adatbázisba. A topográfiai térképet ugyanezen a módon dolgoztam fel, melynek beszerzési helye ugyancsak a FÖMI.

A kataszteri térképet papír formájában vásároltuk a Komáromi Körzeti Földhivatalban, melyet ezután szkenneltem és geokódoltam a tábla sarokpont koordinátáinak ismeretében.

2. táblázat

A nem térbeli adatok és jellemzésük

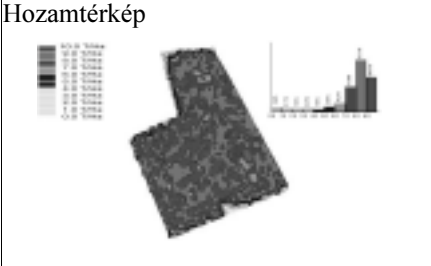
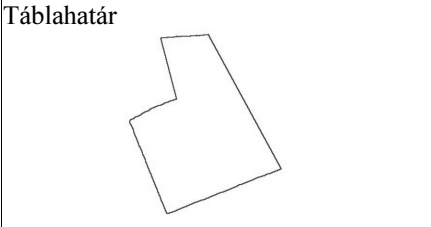
Adat megnevezése (1)	Származása (2)	Szerepe (3)	Adat típusa (4)
Laboreredmények	NYME, Mosonmagyaróvár	Tápanyag-ellátottsági térképek készítéséhez Szaktanácsadó rendszer input adatai	Excel tábla (*xls)
Táblatorzskönyvi adatok	Gazdálkodó, Ács	Szaktanácsadó rendszer input adatai	Szöveges állomány
Szaktanácsadás	MTA TAKI (Budapest), MTA MGKI (Martonvásár)	Műtrágyázási terv készítéséhez	Excel tábla (*xls)

Table 2: Non spatial data and their description

Name of the data(1), Origin(2), Relevance(3), Type of the data(4)

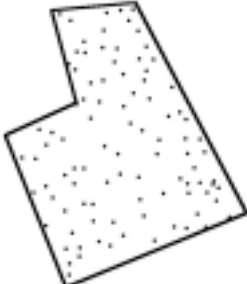
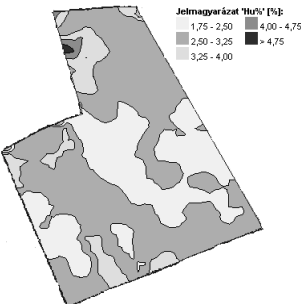
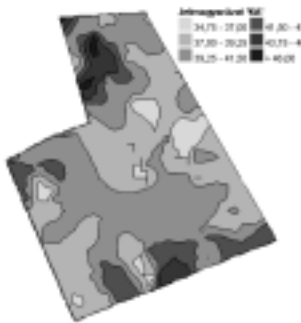
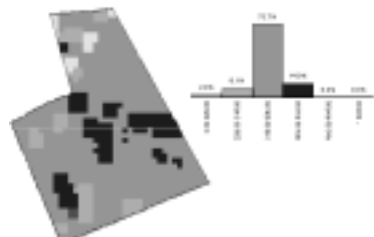
3. táblázat

A rendszerbe integrált rétegek és jellemzésük

Réteg neve (1)	Típusa (2)	Szerepe az adatbázisban (3)
	Shape fájl	A hozambéli variabilitások ábrázolása, a hozam idősoros alakulásának megfigyelése, összevetése a tápanyag-ellátottsággal, a természeti adottságokkal, a birtokviszonyokkal (légi fénykép, topográfiai térkép, kataszteri térkép)
	Shape fájl	A mintaterület és az interpolálás határa

Folytatás a következő oldalon

Folytatás az előző oldalról

Réteg neve (1)	Típusa (2)	Szerepe az adatbázisban (3)
Talaj mintavételi pontok 	Pont fájl Shape fájl	A mintavételi helyek és koordinátaik ábrázolása (AGRO-MAP Basic) ArcView (Spatial Analyst)
Hu%- térkép 	Raszter Shape fájl	A humusztartalom táblán belüli heterogenitásának ábrázolása (AGRO-MAP Basic) ArcView (Spatial Analyst)
KA- térkép 	Raszter Shape fájl	A káliumtartalom táblán belüli heterogenitásának ábrázolása (AGRO-MAP Basic) ArcView (Spatial Analyst)
Műtrágyázási térkép 	Raszter Shape fájl	A differenciált kijuttatandó tápanyagmennyiségek ábrázolása (AGRO-MAP Basic) ArcView (Spatial Analyst)

Folytatás a következő oldalon

Folytatás az előző oldalról

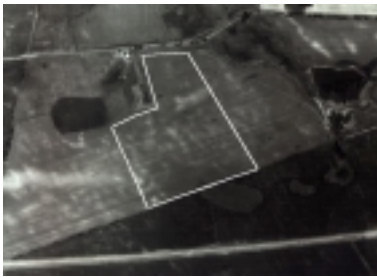


Réteg neve (1)	Típusa (2)	Szerepe az adatbázisban (3)
Légi fotó 	Raszter	Táblán belüli heterogenitások szemléltetése (vizes foltok, tápanyag foltok), a térképen nem látható objektumok és változások ábrázolása (ArcView)
Kataszteri térkép 	Raszter	A birtokviszonyok ábrázolása (ArcView)
Topográfiai térkép 	Raszter	A domborzat ábrázolása (ArcView)

Table 3: The layers integrated into the system and their description

Name of the layer(1), Type(2), Relevance in the database(3)

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A betakarítás során nyert adatok feldolgozási lehetőségei

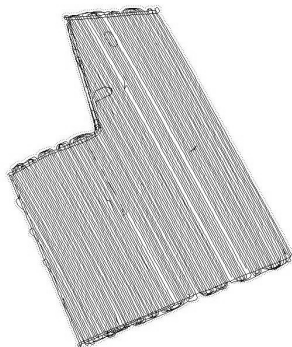
A nyers adatokból első lépésként a betakarító gép nyomvonalterképét állítottam elő (1. ábra) az RDS PF irodai szoftverrel.

A beolvasott hozamadatokról készítettem el a hozamtérképet (3. táblázat). A nyers adatokból készíthető raszteres, folszerű és kontúr hozamtérkép.

A rendszerrel gyűjtött adatbázisból elkészítettem a szemnedvességi térképet is. Megjelenítése a hozamtérképhez hasonlóan három típusban lehetséges.

1. ábra

**A betakarító gép nyomvonaltérképe
(1999., RDS PF)**



2. ábra

**Hozamtérkép
(2000., RDS PF)**

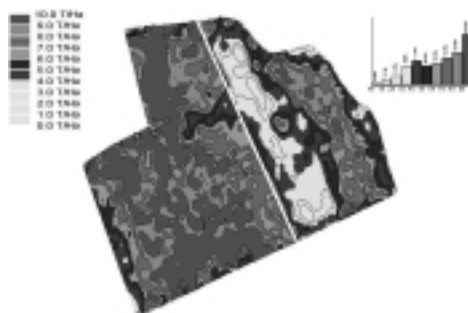


Figure 1: Harvest route

Figure 2: Yield map

2000-ben a korábbi 32,5 ha nagyságú tábla 55 ha- ra bővült. Az RDS PF irodai szoftvere azonban nem képes leválasztani a vizsgálat szempontjából felesleges táblarészt (2. ábra).

Az AgroMap Basic (Neményi, 2002) és az ArcView szoftverekkel (Pecze, 2002) ezen probléma megoldható.

Az RDS hozam ellenőrző – és hozamtérképező rendszerrel kapott adatbázist importáltam.

A 32,5 ha nagyságú táblarészre való adatszűréshez a „Theme/Select by Themes” menüpontot választottam (3. ábra).

3. ábra

Adatszűrés a 32,5 ha nagyságú táblarészre (ArcView)

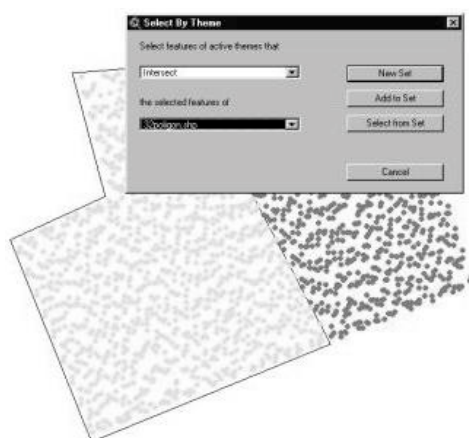


Figure 3: Data filtering in a field segment of 32,5 ha (ArcView)

Tápanyag-ellátottsági térképek készítése

A mintavételhez az Agrocom rendszer ACT-t használtuk. Az elemzési eredmények megjelenítéséhez az AgroMapbasic programot alkalmaztam. A térképek 3. táblázatban láthatók.

A koordinátákhoz rendelt analízis eredmények *.dbf. vagy *.txt. formára való alakítással beolvashatók az ArcView szoftverbe.

A talajelemzési értékekből a hozamgridok készítésével megegyező módszerrel hoztam létre a tápanyag-ellátottsági térképeket.

A Spatial Analyst modulban nem interpolálhatok a Kriging módszerrel, így a térképek nem egyeznek az AgroMapBasic szoftverrel készített térképekkel.

Az AgroMapBasic szoftverrel készített tápanyag-ellátottsági térképek és a műtrágyázási tervek nem importálhatók az ArcView szoftverbe, így azokat csak képként, illetve a kiinduló excel táblázat adatainak *.txt vagy *.dbf formátumra alakításával tudtam beolvasni.

Műtrágyázási terv készítése

A tápanyag kijuttatási tervet az AgroMap Basic szoftverrel készítettem el (3. táblázat). A rendszer csak a munkaszélességhez beállított nagyságú raszterek lekezelésére képes.

Elemzés, döntéstámogatás

Az elemzéseket az ArcView SpatialAnalyst moduljának segítségével végeztem. Az elemezni kívánt rétegek:

- hozamréteg,
- tápanyag-ellátottsági és domborzat réteg.

A tápanyag-gazdálkodás elemzési lehetőségei

A tápanyag gazdálkodás térinformatikai elemzéséhez a következő térképeket használtam fel:

- a 2000 évben készített hozamtérkép (a továbbiakban hozamgrid) (4. ábra),
- Kálium térkép (a továbbiakban Kgrid),
- Foszfor térkép (a továbbiakban Pgrid) (5. ábra).

4. ábra

Hozamgrid térkép (2000., ArcView)

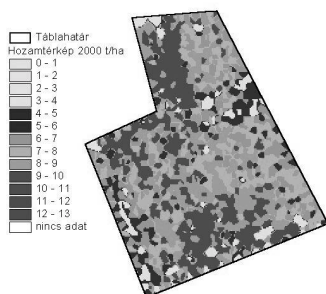


Figure 4: Yield grid map

5. ábra

Pgrid térkép (2000., ArcView)

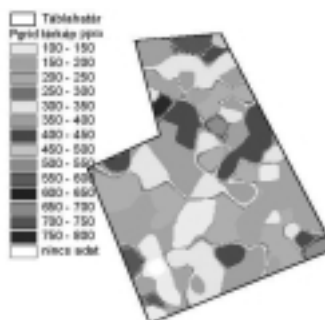


Figure 5: Pgrid map

6. ábra

Foszforgrid térkép (2000., ArcView)

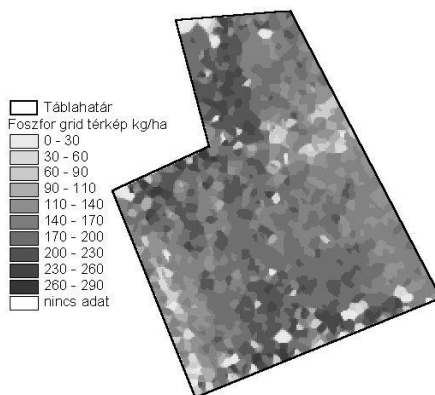


Figure 6: Phosphorus grid map (2000., ArcView)

A vizsgált növény a területen kukorica.

A kukorica tápanyagigénye N-, P-, K-t tekintve 30, 22, 23 kg/t/ha, tehát egy tonna termés (hozam) egy hektárról ennyi makro tápanyagot visz el a talajból betakarításkor (Debrecezeni, 1979).

A hozamgrid térképet Map Calculator alatt beolvastam az ArcView- ba, majd besoroztam 30-cal és kiértékeltem. Így kaptam a nitrogén térképet, ami azt ábrázolja, hogy az adott területről mennyi nitrogén került le.

A hozamgridet 22-vel, illetve 23-mal szorozva az előbbi eljárás szerint foszfor- (6. ábra) és káliumgrid térképet kaptam, amik tehát azt mutatják, hogy az adott területről mennyi foszfor, illetve kálium került le betakarításkor.

Ahhoz, hogy a terület tápanyag-ellátottságát megfelelő szinten tartsuk, ezeket a mennyiségeket pótolni kell.

Rendelkezésemre állnak a 2000. évi tavaszi talajmintavétel laboreredményei, valamint a belőlük készített foszfor térkép (Pgrid) (5. ábra) és kálium térkép (Kgrid).

Ez azt jelenti, hogy a művelt rétegből (30 cm) egy kilogramm talajban ennyi milligramm növények számára felvehető foszfor illetve kálium áll rendelkezésre.

A nitrogénnel most nem foglalkozom, mivel ezen tápanyag esetében sokkal bonyolultabb a dolog, mert itt számításba jöhet a légköri nitrogén, a szerves anyagok bomlásából keletkező nitrogén, a trágyával, műtrágyával bevitt nitrogén sók. A labor által esetleg megadott nitrogéntartalmak félrevezetőek lehetnek.

A „MÉM NAK”- os szaktanácsadás figyelembe veszi a tábla talajtípusát, kötöttségét, pH-t, humuszt, és a talajréteg vastagságát.

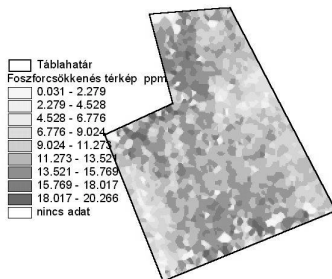
Egy egyszerű számítással a kg/ha és a ppm közti dimenzióváltásra a 4,65kg-os osztószámot kaptam.

Mivel a kukorica a teljes gyökerével veszi fel a tápanyagot nem csak 30 cm mélységből, ezért az elvitel 1/3 részét vettem figyelembe.

A fentiek alapján térinformatikai elemzés a következő lehet: „Map Calculator” alatt beolvastam a foszforgrid térképet (aminek a dimenziója kg/ha) és osztottam 4,65-tel, valamint megszoroztam 0,33-mal, ezután történt a kiértékelés.

7. ábra

A foszforcsökkenést ábrázoló térkép



8. ábra

A foszforváltozást ábrázoló térkép

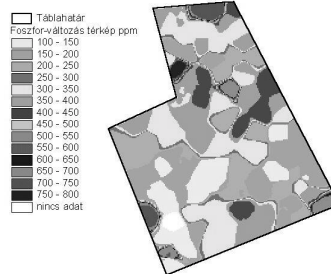


Figure 7: Map showing the decreasing of the phosphorous amount

Figure 8: Map showing the changing of phosphorus amount

A kapott térkép (7. ábra) dimenziója ppm, vagy mg/kg.

Ez a térkép azt mutatja, hogy a tápanyagszintje a talajnak ennyivel esik, ha nincs pótlás. A rendelkezésre álló Pgrid térképből kivonva a fenti térképet az „induló” tápanyagszintet kaphatjuk (8. ábra).

Ugyanezt elvégezhetjük a káliumgrid térképpel. (Magasabb agyagtartalmú talajoknál a kálium egy része pótlódik az agyagásványok bomlásával.)

Ez az elemzés a talajok tápanyagvesztésére ad modellt. A trágyázás hiánya, vagy alacsony szintje a termőtalaj kizsárolását eredményezi.

Összefoglalva: Ezekkel a térképekkel a tábla tápanyagforgalmát modellezhetjük. A betakarított terméssel elvisszük a termőtalaj tápanyagtartalmának egy részét. Ezt pótolni szükséges a modell által jelzett mértékben.

Modellezhetjük azt is mi lesz, ha elmarad a tápanyag utánpótlás. Természetesen ezen okfejtést még további szakmai konzultációkkal kell pontosítani.

A táblán belüli hozamváltozás elemzési lehetőségei

a hozamváltozás térinformatikai elemzéséhez a következő térképeket használtam fel:

- az 1999. évben készített hozamtérkép (a továbbiakban 99hozamgrid) (9. ábra),
- a 2000. évben készített hozamtérkép (a továbbiakban 00hozamgrid) (4. ábra),
- a 2001. évben készített hozamtérkép (a továbbiakban 01hozamgrid) (10. ábra).

Az RDS terméshozam mérő és térképező rendszerrel gyűjtött hozam adatok RDS PF szoftverrel való feldolgozásakor kapott térképből a szoftverrel nem választható le adott nagyságú táblarész.

Mivel 2000-ben és 2001-ben 55 ha nagyságú tábláról kaptam hozamtérképet, a kísérleti terület ebből azonban csak 32,5 ha, így nem tudtam korrekten elemezni a hozamgyakoriságok változását, azaz a hozamalakulás mértékét. Ezért az adatokat a megfelelő átalakítás után az ArcView szoftverbe importáltam, ahol lehetőségem volt a 32,5 ha nagyságú táblarész hozamalakulásának elemzésére.

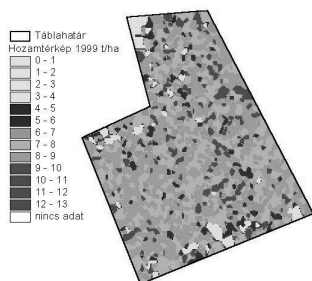
A 4. ábrán jól látszik, hogy a 2000. évben a legnagyobb hozamgyakoriságot a 8-9 t/ha-os kategóriában kaptunk.

A 2000. évben is a 8-9 t/ha-os intervallumban volt a legnagyobb hozamgyakoriság, azonban megnőtt a magasabb hozamértékek gyakorisága és a hisztogramot szemlélve

jól látszik, hogy az előző évhez képest magasabb hozamértékeket kaptunk. „A száraz, májusban és júniusban hosszantartó aszályos periódusok ellenére is meglepően magas szemterméseket takarítottunk be a kezelt 32,5 ha-os területen, amely többek között a jó vízgazdálkodási tulajdonságú vályog fizikai féleséggel, az átlagosnál nagyobb téli csapadékmennyiséggel, a jó minőségben elvégzett talajmunkákkal, az időben történt vetéssel, valamint az MTA TAKI – MTA MGKI trágyázási szaktanácsadási rendszer megfelelő ajánlásaival magyarázható” (Pecze, 2001b).

9. ábra

Hozamgrid térkép (1999., ArcView)



10. ábra

Hozamgrid térkép (2001., ArcView)

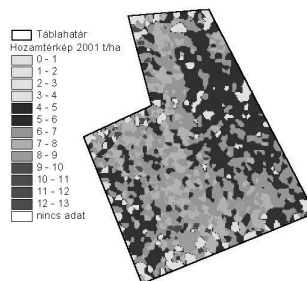


Figure 9: Grid yield map (2001., ArcView) Figure 10: Yield grid map (2001., ArcView)

Mindenképpen szükségesnek tartom megemlíteni, hogy az adatok elemzésekor a szokásos alapstatisztikai jellemzők (átlag, szórás stb.) megállapítása mellett korrelációs számítás és egytényezős, véletlen elrendezésű variancia analízist alkalmaztam. A biometriai elemzések SPSS programmal készültek.

A hozam adatok elemzéséhez a 95 talajmintavételi pont koordinátáin jelentkező hozamértékeket használtam fel.

Az 1999. évben készült hozamtérképen az RDS PF szoftver szerint is a legnagyobb hozamgyakoróság a 8-9 t/ha-os intervallumban volt. A 95 mintavételi ponthoz tartozó hozameredmények statisztikai vizsgálata alapján 2000-ben a legnépesebb termésszint csoport a 9-10 t/ha termésszint kategóriájú csoport volt, ellentétben az ArcView szoftver hisztogramja által kiírtakkal. Tehát sokkal korrektebb képet kaptam a hozamgyakoróságokról az ArcView szoftverbe való importálással és feldolgozással.

A 2001. ében a legnagyobb hozamgyakoróságot a 6-7 t/ha nagyságú intervallumban kaptam. Megfigyelhető, hogy az előző évekhez képest alacsonyabb hozamokat regisztráltunk, azonban a hozamtérképen a legnagyobb területet a 4-6 és a 6-7 t/ha hozamok foglalják el, azaz úgy tűnik, hogy kiegyenlítettebb lett a hozam.

A „Map Calculator” funkcióval elkészítettem a 2001. és 2000. évi hozamtérkép, valamint a 2000. és az 1999. évi hozamtérkép különbség térképét, azaz az adott hozamtérképeket kivontam egymásból (11. és 12. ábra).

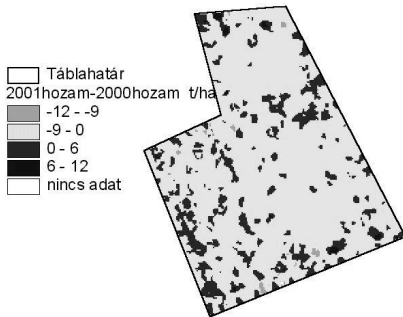
Az egymás utáni évek során keletkezett hozam grideket kivonva egymásból hozamkülönbség grideket kaptam. Ez jól mutatja, hogy az egymás utáni évek során a hozam az egyes helyeken mekkora mértékben változott.

A 11. ábrán jól látszik, hogy a 2000. évhez képest 2001-ben szinte a tábla egészén csökkent a hozam nem úgy, mint a 2000. évben az 1999. évhez képest. A 12. ábrán jóval több pozitív értéket láthatunk.

A tapasztaltak sok mindenre vezethetők vissza, mint például a mikrodomborzat, évjárat, talajtulajdonságok hatására, illetve ezen tényezők együttes hatására. Az okok felderítéséhez további statisztikai vizsgálatok szükségesek.

11. ábra

A 2001. és 2000. évi hozamtérképek különbségtérképe



12. ábra

A 2000. és 1999. évi hozamtérképek különbsége

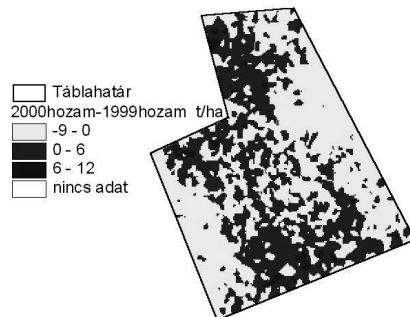


Figure 11: Difference map of the yield map of 2000 and the yield map of 2001

Figure 12: Difference map of the yield map of 1999 and the yield map of 2000

Összefüggés keresése a domborzat, a talajvizsgálati eredmények és a hozamértékek között

Első lépésként az 1999. évben kapott hozamadatokról készített gridet átosztályoztam az Analysis menü Reclassify funkció alkalmazásával.

A 13. ábra az átosztályozott hozam gridet mutatja. Elvégeztem az osztályozást valamennyi hozam griddel, Arany-féle kötöttséget (KA), Hu%-ot, magasságot, foszfor és kálium ellátottságot ábrázoló griddel.

13. ábra

Az átosztályozott hozam grid

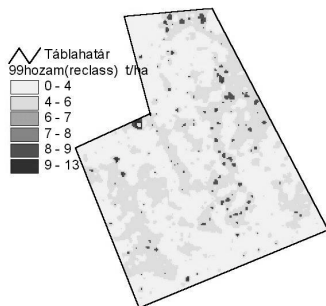


Figure 13: The reclassified yield grid (ArcView)

14. ábra

Arany-féle kötöttség grid (ArcView)

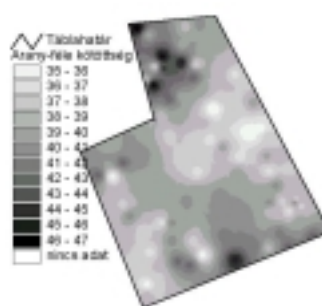


Figure 14: Soilx grid map (ArcView)

Összefüggést vizsgáltam az 1999. évi hozam és a mért Arany-féle kötöttségi számok között az átosztályozott hozamgrid (13. ábra) és az Arany-féle kötöttség grid (14. ábra) elemzésével.

Aktívvá tettem a hozamgridet majd az Analysis menüből a Summarize Zones (zónák összegzése) menüt választottam, és következő lépésben az Arany-féle kötöttséget, mint összegző témát. A középértékre kértem a statisztikát (15. ábra).

15. ábra

A statisztika kiválasztása a hisztogram készítéséhez

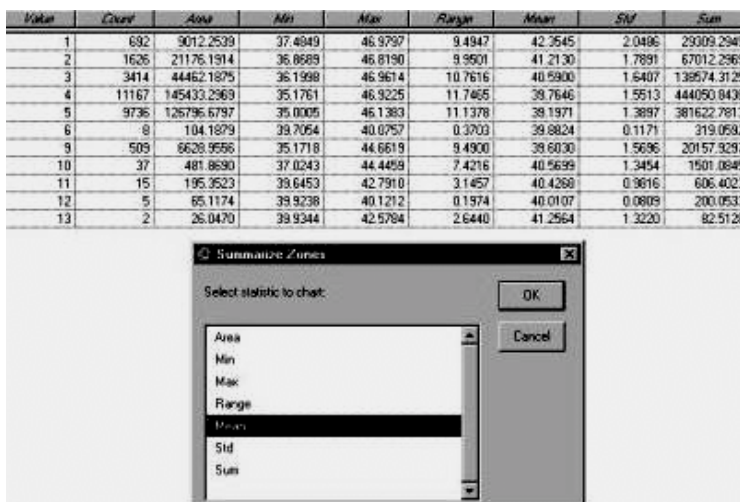


Figure 15: Selection of the statistical method for the creation of the histogram

16. ábra

Az egyes hozamzónákba eső átlagos Arany-féle kötöttségi számokat ábrázoló hisztogram

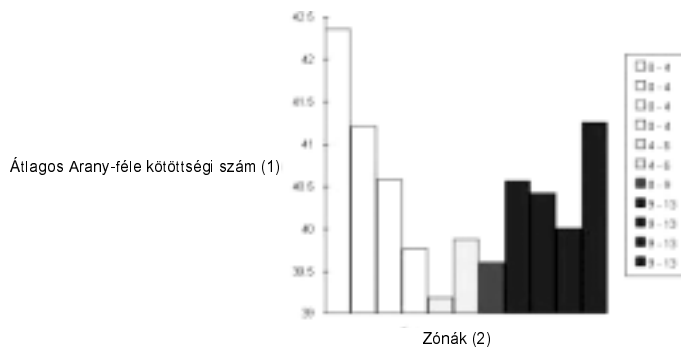


Figure 16: Values of soilx summarized within the zones of yield

Mean of "Arany-féle kötöttség"(1), Zones(2)

A 16. ábrán látható az egyes hozamzónákba eső átlagos Arany-féle kötöttségi számokat ábrázoló hisztogram. A menü összegzi az egyes terméshozamzónákba eső KA számokat. A hisztogramból kiolvasható, hogy az alacsonyabb hozamú területeken fordulnak elő a legnagyobb gyakorisággal a nagyobb Arany-féle kötöttségi számok.

A 16. ábrán jól látszik, hogy a legmagasabb KA számok a 4-6 és a 8-9 t/ha-os hozamkategóriába esnek.

17. ábra

Az egyes Hu% zónákba eső átlagos Arany-féle kötöttségi számokat ábrázoló hisztogram

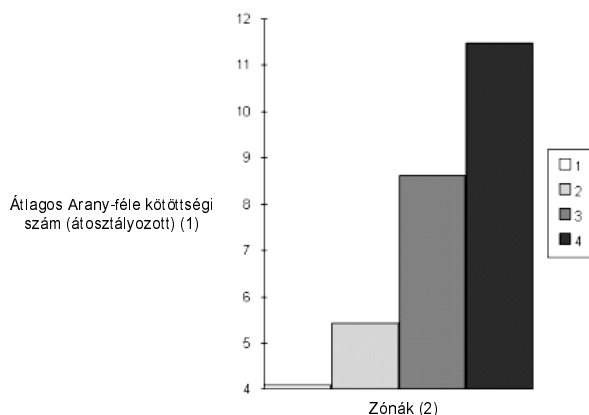


Figure 17: Values of soilx summarized within the zones of humus content in percent

Mean of "Arany-féle kötöttség" (reclass)(1), Zones(2)

A 17. ábrán nagyon jól látszik az Arany-féle kötöttségi számok és a %-os humusz-tartalom közötti pozitív korreláció, amit egyébként a statisztikai számítások is igazolnak (Pecze, 2001b; Pecze et al., 2001c).

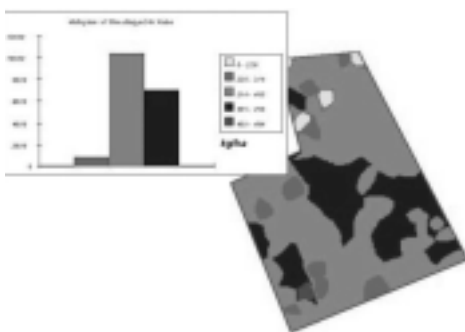
A térinformatika szerepe a döntéstámogatásban

- A hozamtérképek alapján talajmintavételi terv készíthető, mivel a táblán belüli terméshozam ingadozások eltérő tápanyag-ellátottsági viszonyokra vezethetők vissza, azaz a hozam indikálja a talajtermékenységi viszonyokat. Így a talajmintavételi helyek koordinátáit rögzítve bármikor visszatérhetünk az adott pontokra, illetve térképileg ábrázolhatjuk a mintavételi helyekhez tartozó tulajdonságokat.
- A GPS koordinátákhoz köthető talajminták elemzésének eredményeként készített térképek információt nyújtanak mezőgazdasági tábláink heterogenitásáról.
- A hozamtérképekből információt kapunk a táblán belüli hozamváltozékonyságról.
- A kataszteri térkép lehetővé teszi a birtokviszonyok ábrázolását, a táblaszintű nyilvántartást is biztosítja.
- A topográfiai térkép és a magassági GPS koordináták felhasználásával készített térkép megmutatja a tábla mikro domborzati viszonyait.

- A magassági adatok és egyéb, a tábláról rendelkezésre álló helyspecifikus adatok között összefüggések állapíthatók meg.
- A térinformatika segítségével modellezhetjük a tábla tápanyagforgalmát, tápanyagmérlegét. Modellezhetjük azt is mi lesz, ha elmarad a tápanyag utánpótlás.
- Természetesen egy modell nem pótolhatja teljes mértékben az egzakt laborvizsgálatokra alapozott tápanyagvizsgálatokat. De talán azok időpontját kitolhatja hosszabb intervallumokra, amivel már viszont költséget takaríthatunk meg.
- Az ArcView szoftverrel lehetővé vált a vizsgálat szempontjából szükséges telen táblarész leválasztása.
- A „GeoProcessing Wizard” menü alkalmazásával térbeli műveletek végezhetők.
- Az RDS PF szoftverrel készített talajmintavételi terv fájlja átkonvertálható olyan formátumba, mely lehetővé teszi annak beolvasását az AGRO-MAP Basic és az ArcView szoftverekbe.
- Nem tudtam megoldani az ArcView szoftverrel a rétegek közötti statisztikai elemzéseket.
- Az AGRO-MAP Basic szoftverrel készített tápanyag-ellátottsági térképek és a műtrágyázási tervek (19. ábra) nem importálhatók az ArcView szoftverbe, így azokat csak képként, illetve a kiinduló excel táblázat adatainak *.txt formátumra alakításával tudtam beolvasni. A kapott térképek azonban nem egyformák.
- Nincs meg a közvetlen export-import felületek közötti kapcsolat a mezőgazdasági alkalmazási céllal kifejlesztett szoftverek (Agro-Map Basic, RDS PF) és az ArcView szoftver között, azaz az ArcView szoftverrel készített műtrágya kijuttatási terv (18. ábra) például nem vihető át közvetlenül a műtrágyaszórást vezérlő szoftverbe.

18. ábra

Műtrágya kijuttatási terv (ArcView)



19. ábra

Műtrágya kijuttatási terv (Agro-Map Basic)

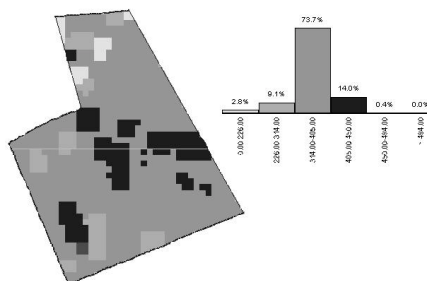


Figure 18: Fertiliser application plan (ArcView)

Figure 19: Fertiliser application plan (AgroMap Basic)

KÖVETKEZTETÉSEK

Adatgyűjtési problémák

- Betakarítás előtt nagyon fontos a hozammérő rendszer szakszerű kalibrálása, különben pontatlan lesz az adatgyűjtés és ez további torzításokhoz fog vezetni az elemzések során, ugyan úgy, mint a nem következetes vezetési technika.
- Az RDS PF szoftverrel könnyedén elkészíthető a hozamtérkép, az ArcView szoftverbe való importálás előtt azonban mindenképpen csökkentenem kellett az adatok mennyiségét a tized részre és ki kellett szűrni a rossz adatokat.
- Ugyancsak hibaforrásnak tekinthető az is, hogy a termés áthaladási idejét a betakarító gépen meg kell adni, hiszen a helymeghatározó ennek alapján pozicionálja a mért hozamot. A haladási sebességtől függően 1-2 másodperces eltérés 2-5 méteres hibát is okozhat (Pecze, 2001b).
- Fontos kérdés a talajmintavételi egységek száma. A talajminta-vételi elv, miszerint a hozam indikálja a talajtulajdonságokat a biometriai elemzések szerint is korrektnek bizonyult, azonban 95 talajminta elemzésének jelentős a költségvonzata. Nyilván több éves vizsgálatok eredményei és a térinformatika elemzési módszerei lehetővé fogják majd tenni jóval kisebb költségvonzatú, megalapozott talajmintavételi módszer kidolgozását (Pecze, 2001b).
- A kijuttató rendszer üzemeltetésekor habjelző használatos a csatlakozó sorok pontos követéséhez. A nyári melegben azonban a hab elillanhat és ha a sor közepén kifogy a műtrágya vagy a permetlé a tartály feltöltése után nem garantált a pontos visszatalálás a kiindulási helyre. Ezen probléma megoldására az RDS rendszerhez kifejlesztettek egy RDS Marker Irányító rendszert, ezáltal nem dolgozunk felesleges átfedésekkel, illetve nem fognak kimaradni kezeletlen területek, táblarészek, így pontos lesz a differenciált kijuttatás.
- Az adatgyűjtéskor keletkezett össz hiba kiszámíthatatlan, de a technológia alkalmas a durva hibák kiszűrésére. Az RDS hozamállományán jól látszanak a téves adatok. Megfelelő adatbázis lekérdező programmal ezen hibák kiszűrhetők.

Kommunikációs problémák a szoftverek között

Az RDS rendszerrel gyűjtött hozamadatok némi konvertálás után importálhatók az AGRO-MAP Basic és az ArcView szoftverekbe, valamint ugyanígy importálhatók a talajmintavételi pontok is, az AGRO-MAP Basic szoftverből azonban nem importálhatók a tápanyagellátottsági térképek, a műtrágyázási és egyéb kijuttatási tervek, sem az RDS PF, sem az ArcView szoftverekbe.

Az RDS PF szoftver felajánlja a shape fájlba való exportálás lehetőségét, azonban a művelet elvégzése után a keletkezett fájl használhatatlan. Ez a probléma is arra hívja fel a figyelmet, hogy a gyártók által forgalmazott rendszerek is még fejlesztésre szorulnak.

Továbbfejlesztési lehetőségek

A négy év alatt szerzett tapasztalatok alapján elmondható, hogy a precíziós-helyspecifikus mezőgazdasági termelés műszaki és térinformatikai feltételrendszere ma már lehetővé teszi ennek az új technológiának a gyakorlati alkalmazását. Ugyanakkor több olyan feladatot kell „rövid távon” megoldani, amely pontosabbá (precízebbé) teszi a rendszert és az egyes műveleteket.

A térinformatikai rendszereket szabványosítani kell, a hozamméréssel egy időben történő termés nedvesség-mérés pontosságát növelni kell, meg kell oldani

továbbá a vágóasztal szélességének automatikus detektálását, valamint a termény áthaladási idejének folyamatos érzékelését.

A kijuttatási terveket készítő programoknál alapvető elvárás lenne a művelő rács elforgathatóságának a megoldása (Pecze, 2001b).

Az RDS Marker Irányító rendszerrel megoldható a kijuttató gépek adott nyomvonalon történő vezetése.

További fejlesztési lehetőség a gyom és kártétel felvételezés, illetve a helyspecifikus növényvédelem rendszerének kidolgozása, a differenciált kijuttatás megvalósítása vetés, permetezés vagy akár meszezéskor is.

Segítségünkre lehet a döntéshozatalban a csapadék, továbbá meteorológiai adatok helyspecifikus gyűjtése és egyéb tulajdonságok, mint a talaj pH, talajtömörödés folyamatos mérése.

Mindenekelőtt a legfontosabb, hogy a nagyüzemi tapasztalatok szolgáltatják az alapot a gyakorlati fejlesztéseinkben, mely során több éves adathalmaz birtokában költségelemzéseket és gazdasági kalkulációkat is végezhetünk majd, hiszen a gazdálkodók számára a legfontosabb, hogy mekkora költséget takaríthatnak meg ezen új technológia bevezetésével, természetesen a megszerzett környezetvédelmi előnyök mellett.

IRODALOM

- Debreczeni B. (1979). Kis Agrokémiai Útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 352.
- Neményi M. (2002). Szakmai részjelentés a „Precíziós növénytermesztés” c. kutatás-fejlesztési szerződés keretében végzett munkáról. Budapest.
- Neményi M., Mesterházi P.Á., Kacz K., Stépán Zs., Pecze Zs. (2001). A GPS-re alapozott növénytermesztési technológiák műszaki háttere – lehetőségek és korlátok. II. Növénytermesztési Tudományos Nap. Proceedings. 118-125.
- Pecze Zs. (2002). A térinformatika alkalmazása a precíziós gazdálkodásban. Diplomamunka. Debrecen.
- Pecze Zs., Neményi M., Mesterházi P.Á.. (2001a). A helyspecifikus tápanyag-visszapótlás műszaki háttere. Mezőgazdasági technika. 2. 5-6.
- Pecze Zs. (2001b). A precíziós (helyspecifikus) növénytermesztés feltételrendszere. Doktori értekezés. Mosonmagyaróvár.
- Pecze Zs., Neményi, M., Debreczeni, K., Csathó P., Árendás T. (2001c). Helyspecifikus tápanyag-visszapótlás kukoricánövénynél. Növénytermelés. 2-3. 269-284.
- Sági F. (1996). Precíziós gazdálkodás az EU- ban, különös tekintettel a termés biológiai értékének növelésére. Tématanulmány. Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Pecze Zsuzsanna

IKR Rt. Bábolna, Technológiai Fejlesztési Ágazat

2943 Bábolna, IKR Park

IKR Production Development and Trading Joint Stock Inc.

H-2943 Bábolna, IKR Park

Tel., Fax: 36-34-569-000, 36-34-569-069

e-mail: pecze@ikr.hu