

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS

KALMÁR SÁNDOR

**MOSONMAGYARÓVÁR
2010**

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR

Precíziós növénytermesztési módszerek Doktori Iskola

Doktori Iskola vezető:

Prof. DR. NEMÉNYI MIKLÓS
egyetemi tanár, az MTA doktora

**A precíziós növénykezelési módszerekkel termesztett növények
üzemgazdasági kérdései alprogram**

Alprogram- és témavezető:

DR. SALAMON LAJOS
egyetemi tanár, a mezőgazdaságtudomány kandidátusa

A precíziós növénytermelés üzemgazdasági összefüggései

Kalmár Sándor
Doktorjelölt

Mosonmagyaróvár
2010

A PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMELÉS ÜZEMGAZDASÁGI ÖSSZEFÜGGÉSEI

Írta:
Kalmár Sándor

Készült a Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karán
a Precíziós növénytermesztési módszerek Doktori Iskola
A precíziós növénykezelési módszerekkel termesztett növények üzemgazdasági
kérdései alprogram keretében

Témavezető: Dr. habil Salamon Lajos

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(alíírás)

A jelölt a doktori szigorlaton %-ot ért el.

Mosonmagyaróvár,

.....
a Szigorlati Bizottság Elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen / nem)

Első bíráló (Dr.) igen / nem

(alíírás)

Második bíráló (Dr.) igen / nem

(alíírás)

Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen / nem

(alíírás)

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

Mosonmagyaróvár,

A Bírálóbizottság elnöke

Doktori (PhD) oklevél minősítése

Az EDT elnöke

KIVONAT

A precíziós növénytermelés az utóbbi évtizedek jelentős mezőgazdasági innovációja. A technológia fejlődésének ütemét nem követi az innováció terjedésének üteme, mivel a gyakorlati alkalmazás gazdasági előnyeit – az egyes technológiai elemek, a növénykultúra és a termőhely specifikumainak következtében – nehéz meghatározni. A precíziós növénytermelés elterjedését számos tényező befolyásolja, melyek vizsgálata és értékelése a dolgozat fő témája.

A disszertáció primer és szekunder vizsgálatokra alapozva több oldalról közelíti meg a precíziós technológiák gazdaságosságának és technológiai, személyi előfeltételeinek kérdéskörét. Hazai viszonyok között is megállapításra került, hogy az életkor, illetve iskolai végzettség befolyásolja a precíziós növénytermelés eszközeinek alkalmazását. A disszertáció célja, hogy egy elméleti és gyakorlati haszonnal bíró modell kidolgozásával segítse a precíziós növénytermelés bevezetésének döntés-előkészítési folyamatát.

ABSTRACT

Precision plant production is a major innovation in agriculture of the past decades. The dynamics of distribution of innovation is not in line with the dynamics of technology development, mainly because the economical advantages of the technology are hard to define for the practice, due to the specific features of certain elements of the technology, special characteristics of the plant culture and production sites. The spread of precision plant production is influenced by several factors; the dissertation puts the investigation and evaluation of these factors into the focus.

Based on primer and secondary investigations the dissertation investigates the economics, the technological and personal preconditions of precision technologies. Under the Hungarian circumstances it can be stated that age and educational background influence the adoption of precision farming tools. The objective of the dissertation is to support the decision-making process of introduction of precision farming with the elaboration of a model, offering theoretical and practical benefits for the users.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	9
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	13
2.1. Technikai fejlődés története	13
2.2. Az innováció fogalma	15
2.3. Az innováció diffúziója, befolyásoló tényezők	19
2.3.1. Az innovációk diffúziója	19
2.4. Innováció a mezőgazdaságban	28
2.4.1. A precíziós növénytermelés fogalma és jelentősége	29
2.4.2. A precíziós növénytermelés elemei, eszközrendszere	33
2.4.2.1. Precíziós növénytermelés technikai háttere, Globális Helyzetmeghatározó Rendszer	33
2.4.2.2. Hozamtérképezés	34
2.4.2.3. Precíziós növényvédelem – helyspecifikus gyomirtás	36
2.4.2.4. Precíziós műtrágyázás	40
2.4.2.5. A precíziós növénytermelés további elemei	43
2.5. A precíziós növénytermelés személyi és gazdasági feltételrendszere	43
2.6. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők	49
2.6.1. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők az alkalmazásban élenjáró országokban	49
2.6.1.1. Személyi feltételek	53
2.6.1.2. Költséghatékonyság, gazdaságméret	53
2.6.2. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők, lehetséges stratégiák a fejlődő országokban	56
2.6.3. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők, az alkalmazás jelenlegi helyzete Magyarországon	58

3. ANYAG ÉS MÓDSZER	62
3.1. Nagyüzemi vizsgálatok	63
3.2. Precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők vizsgálatánál alkalmazott módszerek	64
3.3. Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor modellje	65
4. SAJÁT VIZSGÁLATOK	75
4.1. Nagyüzemi vizsgálatok	75
4.1.1. A precíziós növénytermelés tapasztalatai és lehetőségei a Lajta-Hanság Részvénytársaságban	75
4.1.2. A precíziós növényvédelem ökonómiai értékelése, a precíziós gyomszabályozás üzemi alkalmazhatóságának vizsgálata	80
4.1.3. A precíziós növényvédelem lehetséges hatásai a kukorica terméseredményére	86
4.1.3.1. A vizsgált tábla gyomviszonyai	88
4.1.3.2. Helyspecifikus gyomirtás tervezése	89
4.2. Precíziós növénytermelés bevezetését befolyásoló tényezők vizsgálata	91
4.2.1. Az életkor és az iskolai végzettség befolyásoló hatásának vizsgálata	91
4.2.2. A mezőgazdasági szakképzés szerepe a precíziós növénytermelés elterjedésében	95
4.3. A precíziós növénytermelés megtérülése	98
4.3.1. A precíziós növénytermelés elemeinek értékelése	98
4.3.2. Precíziós növénytermelés egyes elemeinek megtérülés vizsgálata	101
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	106
6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ EREDMÉNYEK (TÉZISEK)	116
7. ÖSSZEFOGLALÁS	118
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	120

9. IRODALOMJEGYZÉK	121
10. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE	134
10.1. Táblázatok jegyzéke	134
10.2. Ábrák jegyzéke	136
11. MELLÉKLETEK	138
12. EPILÓGUS	158

"... az gyakorlatnak a jó elméleten kell alapulnia!"

Leonardo da Vinci

1. BEVEZETÉS

Míg a 19. században a faekéről a vaskére való áttérés, vagy a cséplés gépesítése elsősorban mennyiségi növekedést eredményezett a növénytermelés területén, a 20. században elérték e gépek a teljesítményük határait. A 21. században a precíziós növénytermelés a mennyiségi termelést kissé háttérbe szorítva a kiegyenlített minőségi növénytermelés egyik lehetséges útját vetíti elénk.

A gazdálkodási eredmények területén a lehetőségeket figyelembe véve a kisebb léptékben való gondolkodás is – a precíziós növénytermelés technológiájának segítségével feltárhatjuk a hektáron belüli termésátlagok ingadozásának okait, mely eredményeként célzottabban avatkozhatunk be a termesztéstechnológiába – nagy kihívást jelent az alkalmazók számára. A precíziós növénytermelés technológia egyrészt *előny*, mert szinte „növény egyedenként” biztosíthatjuk például a szükséges tápanyag ellátást, vagy a növényvédelmet. Másrészt *hátrány*, mert megnövekedett az adatgyűjtésre és értékelésre fordított idő, valamint a helyspecifikusság gyakorlati végrehajtása a konkrét szakmai ismereteken túl összetett ismeretanyagot – pl. számítástechnikai alapokat – feltételez az alkalmazóktól. Bár a számítógép a fontosabb matematikai (statisztikai) műveleteket gyorsan elvégzi, de az alapadatok felvitele, a kapott eredmények beolvasása, korrekciója értékes időt vehet el az alkalmazóktól. A technológia szélesebb körű elterjedése esetén olyan szakmai gárdára van szükség (pl.

szaktanácsadók, szolgáltatók), akikre a gazdálkodók átruházhatnák az adatfeldolgozás műveletét.

A GPS (Global Positioning System – Globális Helyzetmeghatározó Rendszer) polgári célokra történő felhasználása óta – Kelet-Európában a kezdetek 1992-re (a COCOM lista feloldásának idejére) nyúlnak vissza – jelentős fejlődésen ment keresztül. A polgári alkalmazások kezdetben csak geodéziai, valamint tengeri hajózásban voltak inkább használatosak. Későbbiek folyamán az élet más területeire is, behatolt a technológia például a mezőgazdaság területére is a 90'-es évek második felétől.

A precíziós növénytermelés folyamatos fejlődése elképzelhetetlen lett volna a GPS fejlődése nélkül. A mezőgazdasági felhasználás területén a kezdeti nehézségek leküzdése után (pl. DGPS jel hiánya, a kapott adatok értelmezése, a feldolgozás során használt szoftver kezelésének elsajátítása, a precíziós növénytermelés technológiája során felhasznált adatgyűjtő eszközök működésének megértése, hibáinak felismerése, kalibráció fontossága stb.) még maradtak megválaszolendő kérdések, melyek alapvetően befolyásolják e technológia széleskörű elterjedését a mezőgazdasági gyakorlatban.

A nyitva maradt kérdések zöme elsősorban *közgazdasági* jellegű, így például mekkora területen érdemes bevezetni és alkalmazni a technológiát, milyen mértékű megtakarítások érhetők el az alkalmazása révén, a beruházás hány év alatt térül meg stb.; másodsorban *társadalomszociológiai* jellegű, milyen ismeretekre van szüksége a precíziós növénytermelés folyamatában résztvevő végrehajtó munkásnak, illetve az adatokat feldolgozónak, jellemzően mely életkorban nyitottabb a gazdálkodó az új ismeretanyagok befogadására, a végzettség miként befolyásolja az alkalmazást.

A kutatómunka célkitűzései

1. A nagyüzemi viszonyok között a precíziós növénytermelés alkalmazásából adódó inputanyag megtakarítás, ezáltal költségcsökkentés lehetőségének vizsgálata.

Hipotézis: Nagyüzemi viszonyok között a precíziós növénytermelés által elérhető inputanyag megtakarítások jelentős költség megtakarítást eredményezhetnek.

2. A kutatómunka célkitűzéseként mezőgazdasági vállalkozók körében kérdőíves felmérés segítségével azon tényezők megállapítása, amelyek a precíziós növénytermelés elterjedésére hatással vannak. A precíziós növénytermesztési technológiák terjedését befolyásoló tényezők meghatározása elősegítheti a szélesebb körű alkalmazást. Cél: összefüggés megállapítása a precíziós növénytermelés bevezetésére és alkalmazására való hajlandóság és a mezőgazdasági vállalkozók életkora, végzettsége és a területnagyság között.

Hipotézis: A vizsgálatok kezdetekor feltételezhető volt, hogy a gazdálkodók végzettsége, valamint a gazdaság területnagysága befolyásolja az új technológia bevezetésére való hajlandóságot.

3. A kutatás további célja a precíziós növénytermelési módszerek elméleti és gyakorlati oktatás helyzetének megismerése, a középfokú mezőgazdasági oktatási intézményekben a vezetők, oktatók véleményének felmérése volt.

A középiskolai vezetők és oktatók körében végzett kérdőíves felmérés célja annak értékelése, hogy a precíziós növénytermelési módszereket a későbbiekben alkalmazó hallgatók mennyire felkészültek, milyen elméleti és gyakorlati alapot kaphatnak középfokú tanulmányaik során.

Hipotézis: A precíziós növénytermelés gyakorlati végrehajtása során a pontos adat felvételezés és rögzítés, valamint az adatok feldolgozását követően, pl. a pontos kijuttatási terv végrehajtása (növényvédőszer, műtrágya kijuttatása) szakmailag felkészült végrehajtót igényel. Ugyanakkor feltehető, hogy a középfokú mezőgazdasági képzésben résztvevők jelentős része nem részesül olyan mélységű elméleti és gyakorlati képzésben, amelyben a precíziós növénytermelés gyakorlati végrehajtásához szükséges elemeket elsajátíthatná.

4. A vizsgálatok célja egy döntéstámogató szimuláció létrehozása, melyet a gazdálkodók a precíziós technológiák beruházásnak tervezési fázisa során alkalmazhatnak. A szimuláció további célja, hogy lehetőséget nyújtson a precíziós növénytermeléshez szükséges pótlólagos eszközberuházás megtérüléséhez szükséges területnagyság előkalkulációjához.

Hipotézis: A precíziós növénytermelés esetében a megtakarításból számolom a pótlólagos eszközberuházás megtérülését, annak függvényében, hogy az adott precíziós technológia mekkora területnagyságon kerül alkalmazásra.

„Amit az evolúció által biztosított tartalékaink lehetővé tesznek (azaz amit az érzékszerveink és idegi működésünk még képesek elviselni), azt az informatika fejlődése ki is fogja hozni belőlünk. E korlátunkon való továbblépésre csak a „homo informatikus” lesz képes. Persze ennek az új „lénynek” a megjelenése is szorosan fog kapcsolódni az informatika (és az egyéb tudományok) ma még el sem képzelhető eredményeihez.”

/Kürti S. 2006./

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Technikai fejlődés története

Az emberi és társadalmi fejlődés történetébe visszatekintve a technikai fejlődés folyamatos üteme érzékelhető, mely a munkát végző embernek az újítások révén megsokszorozta munkavégző képességét. A technikai fejlődés korai vívmányai - hasonlóan a természetes kiválasztódás folyamatához - maradtak fent vagy tűntek el. Az ókori mérnökök tudásukat már rögzítették (kőtáblára, vagy papiruszra), ettől kezdve a tudás szélesebb körben hozzáférhetővé és átadhatóvá vált, így a fejlődés felgyorsulhatott.

Egy egyszerű technikai találmány, a hodométer (útmérő) fejlődése, mely az első automatákhoz sorolható, jól érzékelteti ezt a fejlődést: a kocsi négy kereke mellé szerelt doboz, amelynek legalsó fogaskerekét a kocsikerékre erősített rúd fordítja el minden kerékfordulásnál (Vitruvius is, Hérón is foglalkozott a szerkezettel). A hodométer négyszeres fogaskerék-áttétellel működött, minden áttételnek egy-egy számlálólap felelt meg; két számlálólap a részleteredményeket jegyezte, a legfelső, pedig a végeredményt, vagyis a megtett római mérföldek vagy stadionok számát.

A megtett út mérése a mai kor embere számára természetes és egyben nélkülözhetetlen is. A különbség csak abban van, hogy a mérés nem mechanikus, hanem elektronikus úton történik (a dolgozat témájára

vonatkoztatva például ide tartozik a hozamtérképezés megkezdése előtt az út kalibrálására).

A 19. század második felétől a műszaki, elektronikai és a vegyipar fejlődése kerül előtérbe. A 21. század fordulóján olyan döntő fontosságú új szakaszba lépett a technikai fejlődés, ami ma *csúcstechnológiának* (high-tech) nevezhető (Hronszky, 2002).

Világtörténelmi méretekkel mérve tehát lezárult az a korszak, amikor a műszaki innováció egyetlen, majd később fő lehetőségét a rendszeres mesterségbeli tapasztalaton alapuló kísérletezés adta, s átadta helyét a műszaki tudományok által vezérelt kísérletezésnek és az alaptudományok lényeges új eredményén alapuló műszaki kutatásnak.

Ugyanakkor látni kell azt is, hogy miközben forradalmian megnőtt az ember műszaki hatóképessége és különösen nagy lehetőségek állnak a műszaki fejlesztés előtt, úgy tűnhet, hogy a műszaki fejlődésnek eme néhány száz év óta különösen felgyorsult fejlődéstípusa ma határaihoz érkezett el.

A műszaki fejlesztés alakítja és átalakítja az emberi életet, ma már minden dimenziójában, és ezt egyre növekvő mértékben teszi. Ezáltal a mérnök szerepe s ezzel felelőssége is ugrásszerűen megnőtt a mai társadalomban. Újfajta kapcsolat van kialakulóban a társadalom és a mérnök, a mindennapi ember és a mérnök között (Molnár, 2009 URL³). A mérnök szakértői szerepe, társadalmi súlya a “technológiai felvilágosítás” révén ma jelentősen megnövekedett.

2.2. Az innováció fogalma

Az innováció fogalmára nem létezik egységesen elfogadott definíció, számtalan megfogalmazás és értelmezés létezik. A közgazdasági elméletben elsőként Schumpeter fogalmazta meg és értelmezte az innováció öt típusát:

- a) Új termékek bevezetése
- b) Új gyártási módok meghonosítása
- c) Új piacok megnyitása
- d) Új nyersanyagok vagy félkész termékek megszerzése
- e) Iparági átszervezés

A fenti felsorolásban az újdonság szót kell kiemelni. Schumpeter itt nemcsak egy statikus, hanem egy dinamikusan fejlődő gazdaságról szól, ahol a fejlődés mozgatórugója az innováció megjelenése és bevezetése (Schumpeter, 1939). Az első innovációs kutatások között szerepel Rogers definíciója is: az innovációt egy olyan gondolatként, gyakorlatként vagy tárgyként definiálja, amelyet az egyén vagy más egységnyi alkalmazó újnak értékel (Rogers, 1962). Hasonlóan az innováció egyéni megközelítését és értelmezését hangsúlyozza Kotler (1991), aki szerint innovációnak tekinthető minden olyan áru, szolgáltatás vagy ötlet, amelyet valaki újnak észlel.

A hazai szakirodalomban többek között Iványi-Hoffer (1993), Husti (1993), Rechnitzer (1993), Havas (1998), Chikán (1998), Gáspár (1998); Inzelt (1998), Lengyel és Rechnitzer (2004) és Dóry (2005) által meghatározott fogalmak állnak rendelkezésre. A fenti forrásokban az újszerűsége, újdonságra, új termékekre, tevékenységekre, szervezetekre, technikára, illetve technológiára fektetik a hangsúlyt. A Magyar Innovációs Szövetség az innováció fenti tényezőit alapvetően elfogadja, viszont nem

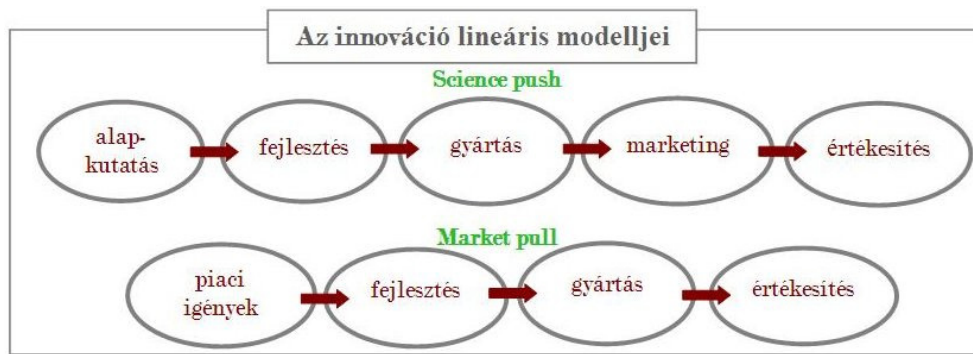
támogatja az innováció szervezetekre és társadalmi fejlődésre történő kiterjesztését (Pakucs, 2009).

Az innováció fogalmával kapcsolatban azonban maradtak nyitott kérdések is. Az első igen fontos kérdés az, hogy használható-e egyáltalán az innováció kifejezés? Az innováció fogalmához általában a hatékonyságnövekedés, új lehetőségek feltárulása vagy lényegesnek érzett társadalmi problémák „megoldása” vagyis végső soron a „hasznosságnövekedés”, „javulás”, „jobbítás” képzete asszociálódik. Azonban nyilvánvaló, hogy egyes társadalmi csoportok különböző kérdéseket érezhetnek problémának, lehetőségnek és hatékonyságnövekedésnek, sikernek vagy kudarcnak, kívánatos vagy nemkívánatos változásnak (Kovács, 2004).

Az innováció ritkán egyszeri, befejezett dolog. A kutatásra az innováció bármely fázisában szükség lehet, ezért a K+F az innováció állandó velejárója és nem előfeltétele. Ezt vázolja fel a kutatási-, fejlesztési kérdésekkel foglalkozó, az OECD által kiadott „Frascati Kézikönyv” is. A kézikönyv mindjárt az elején megjegyzi, hogy „az innováció mindazon tudományos, műszaki, kereskedelmi és pénzügyi tevékenységek együttese, amelyek új feldolgozóipari termékek sikeres kifejlesztéséhez és értékesítéséhez, új termelési eljárások vagy berendezések hasznosításához, vagy valamely társadalmi szolgáltatás új megközelítésének bevezetéséhez szükséges.”. A Frascati kézikönyv a műszaki innováció fogalmára a következőket írja (in Inzelt, 1996, p. 228): „A műszaki innovációk új termékeket és eljárásokat foglalnak magukban, valamint a termékekben és az eljárásokban bekövetkezett jelentős technológiai változásokat. Egy innováció akkor tekinthető megvalósítotttnak, ha piaci bevezetése megtörtént (termékinnováció), vagy egy termelési folyamat során alkalmazták (folyamat innováció).”

A nemzetközi szakirodalomban Malecki (1991) és Freeman – Soete (1997) definícióján kívül az Oslói Kézikönyv különböző kiadásai (1992, 1997, 2005, valamennyi az OECD és az Európai Bizottság, Eurostat közös kiadványa) foglalkoznak részletes meghatározással. Az Oslo Kézikönyv 1992-es, első kiadásában a gyáripár technológiai termék- és eljárás-innovációjára koncentrált, a második kiadás (1997) már kiterjesztette a vizsgálódást a szolgáltató szektorra is. A Kézikönyv legutóbbi, harmadik kiadásában az innováció kiszélesített definíciója tartalmazza a marketing és a szervezeti innovációt, jelentősen kiterjesztette a tudásáramlások közvetítésének tárgyalását, és foglalkozik az innovációs láncok szerepének felméréseivel is (Katona, 2006). Ennek értelmében az innováció egy új, vagy egy jelentősen javított termék (áru vagy szolgáltatás), vagy eljárás, egy új marketing módszer, vagy egy új szervezeti módszer az üzleti gyakorlatban, munkahelyi szervezetben vagy a külső kapcsolatokban. Az Európai Bizottság 2004-es meghatározása kitér az új menedzsment módszerekre, a munkafeltételek és a munkaerő szakmai ismereteinek bővítésére és megújítására is (EC 2004).

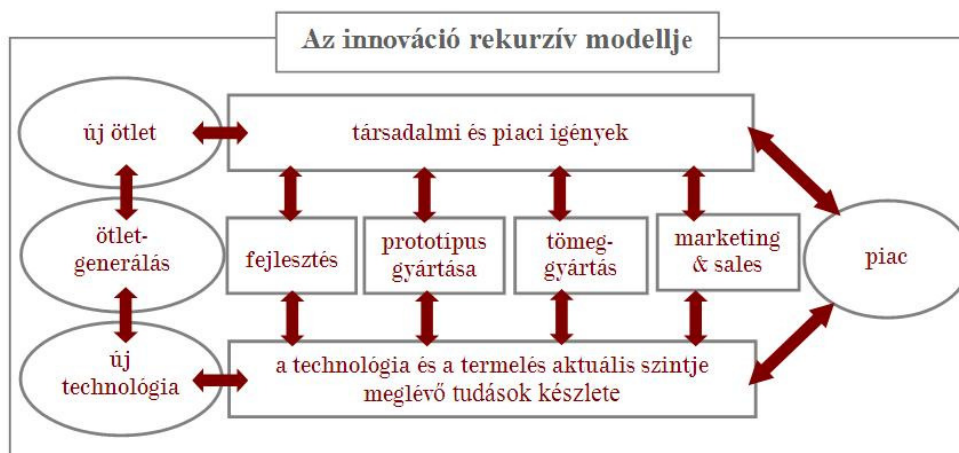
Az innováció folyamatának vizsgálata központi helyet kap Arnold és Bell (2001) kutatásaiban. A lineáris modell (1. ábra) szerint az alapvető tudományos eredményeket felhasználva az alkalmazott tudomány új ötleteket, termékeket produkál („science push”), majd az innováció piaci bevezetésekor a piaci erők veszik át az irányító szerepet („market pull”).



Forrás: Arnold és Bell, 2001.

1. ábra: Az innováció lineáris modelljei

A lineáris modellel szemben a többszereplős és többtényezős rekurzív modell (2. ábra) a gazdasági fejlődést eredményező innovációs folyamatot írja le. Ennek értelmében az innováció szorosan függ az egyes tényezők közötti kapcsolattól, és az egyéni teljesítményektől (minél erősebb az interdependencia, annál jobb teljesítmény érhető el).



Forrás: Arnold és Bell, 2001.

2. ábra: Az innováció rekurzív modelljei

Rajalahti (2009) új értelmezése Mytelka (2000, in Rajalahti 2009) definícióját fejleszti tovább: az innováció fogalmában és tartalmában a folyamatokra helyezi a hangsúlyt, véleménye szerint az innováció a számos különböző forrásból hozzáférhető ismeretek kombinálása, komplex felhasználása.

A fenti fogalmak jelentésben, értelmezésében, ha el is térnek egymástól, Schumpeter óta a közgazdászok egyetértenek abban, hogy napjainkban innováció nélkül nincs fejlődés, az innováció a gazdasági fejlődés és előrehaladás talán legfontosabb motorja.

2.3. Az innováció diffúziója, befolyásoló tényezők

2.3.1. Az innováció diffúziója

Az *innováció diffúziójának* nevezzük az a folyamat, melynek során az innováció annak legelső alkalmazásától kezdve szétterjed a piaci és nem piaci csatornákon keresztül a különböző fogyasztók, államok, régiók, szektorok, piacok és vállalatok felé. Diffúzió nélkül az innovációnak nincsen gazdasági hatása (OECD – Eurostat, 2005).

Rogers (1962) az innovációk diffúzióját elemezve az alábbi kérdéseket fogalmazta meg:

1. *Relatív előny*: az adott újítás milyen mértékben jobb, mint az a már meglévő eljárás, amit helyettesíthet?
2. *Kompatibilitás*: az innováció mennyire fér össze a potenciális alkalmazók értékeivel, szükségleteivel és múltbéli tapasztalataival? Minél nagyobb gondolkodásbeli változásra, illetve minél több új tudás elsajátítására van szükség a befogadáshoz, használathoz, annál

kevésbé lesz sikeres és gyors a diffúziós folyamat. Általánosítva tehát elmondható, hogy egy újítás elterjedésének sebessége pozitív kapcsolatban áll a potenciális adaptálók által tapasztalt kompatibilitással.

3. *Komplexitás*: az adott újítás és annak használata mennyire közérthető?
4. *A kipróbálhatóság mértéke*: adott innováció szélesebb körű alkalmazás előtt milyen kisebb alapokon kísérletezhető ki? Minél több lehetőség nyílik a viszonylag kockázatmentes kísérletezésre, annál gyorsabb ütemű az adaptálás.
5. *Megfigyelhetőség*: az újítás eredményei mennyire átláthatóak, nyilvánvalóak? A megfigyelhetőség mértéke és az adaptálás sebessége egymással egyenesen arányos.

Empirikus felmérések támasztják alá, hogy az innovációk terjedésének üteme, és ennek következtében a termék-életgörbék alakja is, termékenként, időszakonként stb. igen változó lehet. Más kutatók a terjedési sebességet determináló tényezők elemzésével foglalkoznak.

Mansfield (1968) modellje például arra a feltételezésre épült, hogy az innovációk alkalmazási körének bővülését elsősorban az újdonságok kedvező jövedelmezősége gyorsíthatja fel. Rosenberg (1976) a kereslet hatásaira, Freeman (1974) a K+F fontos szerepére, Nelson (1982) pedig az állami beavatkozás jelentőségére hívja fel a figyelmet.

Az innovációk diffúzióját nemcsak az innovációt létrehozók szemszögéből érdemes megvizsgálni, fontos annak az elemzése, hogy a diffúzió hogyan zajlik a végfelhasználók körében.

Ennek elméletével Rogers (in Kotler 2004) foglalkozott kiemelten az *Innovációk diffúziója* című könyvében. Rogers vetette fel, hogy minden új

innováció vagy ötlet adaptálói, az egyének csoportokba oszthatók aszerint, hogy milyen hamar adaptálják az újítást (Kotler, 2004):

- innovátorok (2,5%)
- korai elfogadók (13,5%)
- korai többség (34%)
- késői többség (34%)
- lemaradók (16%)

Rogers figyelte arra a paradoxonra, hogy az utolsóként adaptálók csoportjába tartozók általában azok, akik a legtöbbet profitálhatnak az innovációból.

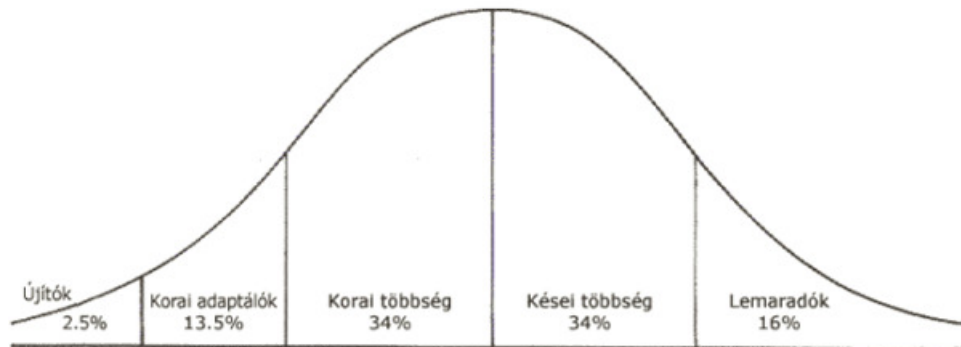
Moore (2002) kibővítette Rogers elméletét: rávilágított, hogy a különböző csoportok más-más okból adaptálnak egy innovációt. Az öt csoport főbb jellemzői:

- Az *innovátorok* a technika megszállottjai, a technológiát önmagáért szeretik, nem bánják, ha kezdetben még nem kiforrott az új megoldás.
- A *korai elfogadók* az innovációkra stratégiai üzleti lehetőségként tekintenek, és emiatt vállalják a bevezetéssel járó kockázatot az előnyökért cserébe.
- A *korai többség* tagjai gyakorlatiasan gondolkodnak, a fokozatos, mérhető, előre jelezhető fejlődést kedvelik, és kis kockázatot vállalnak.
- A *késői többség*be tartozók jobban hisznek a tradíciókban, mint a haladásban, kicsit tartanak az új technológiáktól.
- A *lemaradók* a döntéseknél többnyire „lebeszélő” szerepet játszanak, gyakran hivatkoznak kudarcokra, technológiai paradoxonokra.

A különböző befogadói csoportok között Moore (2002) in Nagy (2009) szerint úgynevezett szakadékok vannak, melyeket „át kell lépni” ahhoz, hogy a következő csoport is adaptálja az innovációt.

Lengyel és Rechnitzer (2004) és Kotler (1991) tanulmányaiban részletesen ismerteti az innovációt eltérő időben bevezető, alkalmazó vállalkozói kört.

Ábrázolva az adaptáció szintjét, egy Gauss-görbét kapunk (3. ábra).



Forrás: Rogers in Kotler, 1991. (p. 376) nyomán

3. ábra: Az innováció adaptációs szintjei

Azok, akik az elsők között adaptálják az innovációt, jelentik az összes alkalmazó körülbelül 2,5%-át – ők az ún. *újítók*. A csoport tagjaira jellemző a kockázatvállalásra való hajlandóság és a fokozottabb érdeklődés az újdonságok iránt. Épp ennek köszönhetően általában több és szélesebb körű, az adott társadalmi csoporton túlnyúló kapcsolatokkal rendelkeznek. Az újítók csoportján belül gyakori az egymás közti személyes kapcsolat és kommunikáció, még akkor is, ha az egyének földrajzilag távol laknak egymástól. Emellett általában bőséges anyagi és technikai forrásokkal,

tudástökeivel rendelkeznek. Az újítók csoportjának tagjai igen fontos szerepet töltenek be az diffúziós folyamatban, hisz ők azok, akik külső kapcsolataik segítségével behozzák az adott közösségbe a innovációt. Lengyel és Rechnitzer (2004) az innovátorok közé sorolja a pro-aktív információkeresőket, akik általában elfogadják és vállalják a kockázatot.

A *korai adaptálók* csoportja az összes csatlakozó következő 13,5%-a. Jellemző rájuk, hogy az adott társadalmi rendszer tekintélyes, véleményformáló tagjai. Ezért a potenciális adaptálók számára mintát és jelentős információforrást jelentenek. Lengyel és Rechnitzer (2004) a korai alkalmazók közé sorolják az általában magasan képzett vállalkozókat, akik elsősorban a forgalmazótól, első kézből kéri az információt. A korai többség kevésbé tart a kockázati tényezőktől és a magasabb nyereség reményében alkalmaz új technológiát.

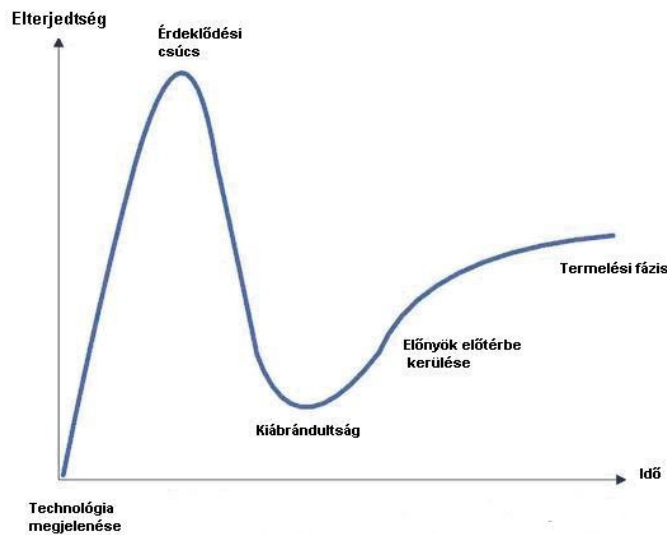
A csatlakozásban az első nagyobb csoport a 34%-ot alkotó, ún. *korai többség*. Ennek tagjai ugyan ritkán foglalnak el véleményalkotó pozíciókat, de az adott rendszerben jól integráltak. Jellemző rájuk, hogy alaposan megfontolva és óvatosan döntenek, ezért esetükben az előző két csoporthoz képest jóval hosszabb időt vesz igénybe az adaptálás procedúrája. A diffúzió folyamatában igen fontos szerepet tölt be ez a csoport, hiszen ők képezik az átmenetet korán és a viszonylag későn adaptálók közt.

A *kései többség* (34%), esetében az adaptáció már a gazdasági és szociális szükségszerűségből fakad. A csoport tagjai inkább szkeptikusak és óvatosak, különböző forrásaik viszonylag szerények.

Végül a *lemaradók* (16%) következnek. Ők általában konzervatívak, gyanakvóak a változásokkal és az újításokkal szemben, forrásaik szegényesek. Gyakori jellemzőjük, hogy az adott társadalmi rendszerben kevésbé integráltak.

Inzelt és Szerb (2003) az innovatív vállalkozásokat három csoportba sorolja: Az *élenjárók* (pioneers, front runners) a tényleges technológiai élvonalat képviselik, a *korai követők* (quick followers) fókuszában a minőségjavítás, technológiai módosítások és a költségcsökkenés állnak, míg a *késői alkalmazók* (late comers) problémamegoldó innovációkat, technológia másolását és adaptációt végeznek.

Az innováció terjedését bemutató „Gartner Hiper-ciklus” speciális életciklus modell (Fenn és Linden 2005 in Lamb et al., 2008) az idő függvényében mutatja be a diffúzió szintjét (4. ábra). A technológia megjelenése gyakran indukál fokozott érdeklődést az ipar és/vagy a média részéről, sok esetben irreális elvárásokkal a technológia irányában. A gyakorlati bevezetést, alkalmazást követő tapasztalatok egyfajta „kiábrándulást” hozhatnak, ami további kutatásokat, vizsgálatokat és a technológia finomítását eredményezi. Ezáltal a technológia alkalmazhatósága nagymértékben javul, a kapcsolódó kockázatok visszaszoríthatók és az előnyök előtérbe kerülnek. A fejlesztések eredményeként, kereskedelmi eszközök és módszerek bevezetésével jutunk el a termelési fázisba.



Forrás: URL⁷ nyomán

4. ábra: A Gartner „Hiper-ciklus” modell

Havas – Inzelt (1998) szerint az invenció, innováció (újítás), diffúzió szakaszai nem választhatók szét mereven. Az innovációk ugyanis a terjedésben folyamatosan módosulnak: egyrészt alkalmazkodnak az újabb és újabb felhasználók igényeihez, másrészt a felhasználók ötletei, illetve a gyártók közötti verseny következtében egyre tökéletesebbekké válnak. Az adaptáció az innováció diffúzióját, terjedését jelenti.

Az innováció terjedését befolyásolhatja a gyártó, illetve a forgalmazó által alkalmazott, a piac jellegét figyelembe vevő marketing stratégia. A keresleti vagy kínálati túlsúly eltérő marketing stratégiát igényel; a keresleti oldalról felmerülő intenzív igény a „pull” (húzó), míg a kínálati (esetenként közvetítői, forgalmazói) oldal erőssége a „push” stratégiát feltételezi (Kárpáti és Csapó, 2003). Egyetértve Kárpáti és Csapó (2003) véleményével, mely szerint a stratégia kiválasztásában jelentős szerepet játszik a termék ismertsége, a precíziós növénytermelés esetében a termék ismertségén és a fogyasztói konzervativizmuson kívül a termék

összetettsége, használatának bonyolultsága is befolyásolja az innováció terjedését.

Az innovációt gátló tényezők között a tőkehiányt, mint alapvető elemet nem szabad figyelmen kívül hagyni (Pakucs és Papanek, 2006). Az innovációk terjedésében fontos továbbá a tömegkommunikációs csatornák jelentősége, a potenciális alkalmazók elsősorban ezeken a csatornákon keresztül értesülnek az újítás létezéséről és az alapvető információkról. A kezdeti szakasz után azonban megnövekedik az interperszonális kapcsolatok (pl. szakemberek közötti véleménycsere), kommunikációs csatornák jelentősége: az egyének leginkább az ezeken a csatornákon érkező információk alapján döntenek az adaptálás mellett, vagy ellen. A kölcsönös megértés esélyét lényegesen növelik a közös értékek, tapasztalatok, a hasonló társadalmi helyzet, vagyis bizonyos szempontból a diffúzió folyamatát elősegítheti ez a típusú (homofil) kommunikáció.

Vizi (2005) álláspontja szerint a kommunikáció hiányosságaira utal a Római Klub jelentése is, melyben felhívja a figyelmet arra, hogy az utolsó 50 évben tapasztalt hihetetlenül gyors technikai fejlődés váltotta ki a korunkra jellemző pesszimizmust, az emberiség rossz közérzetét, a bizonytalanságot az új iránt, a tudomány iránt. Az elmúlt néhány évtized minden elképzelést felülmúló fejlődése nem járt együtt az emberek tájékoztatásával, ezért nem tudtak a számukra ismeretlen technikai csodákkal megbarátkozni. Vizi (2005) hangsúlyozza, hogy az innovációs lánc világszerte lerövidült, azaz a jelentős tudományos ötletekből nagyon hamar válik szabadalom, know-how és eladható termék.

Az innovációk diffúziójával foglalkozva Samuelson és Nordhaus (1997) vizsgálatai az innovációt megalkotó és a célországok közötti különbségekre helyezik a hangsúlyt. Eredményeik azt mutatták, hogy a fejlett technológiáknak a gyakorlatba való átültetéséhez vállalkozókra van

szükség, akik magukévá teszik az elképzeléseket, és alkalmazzák is őket. A fejlett külföldi technológiának egy gyengén fejlett ország gyakorlatába való átültetése nem éppen rutinfeladat. Ne feledjük el, hogy magát a fejlett technológiát is a fejlett országok feltételeinek megfelelően dolgozták ki, olyan feltételeknek megfelelően, mint amilyenek a magas bérek, a munkához képest bőségesen rendelkezésre álló tőke és a szakképzett mérnökök sokasága.

Husti (2003) és Dimény (1975) in Takács et al. (2008) definíciója szerint a mezőgazdaság műszaki fejlesztése alapvetően négy fő pilléren nyugszik: a biológiai, a kémiai, a technikai és emberi tényezőkön. Dimény (1992) szerint a műszaki fejlesztésen mindig arányos, annak valamennyi elemére kiterjedő fejlesztést kell érteni. Ebben az esetben is alkalmazhatónak tartja a Liebig-féle minimum törvényt, mely szerint a termelési eredményt az eléréséhez szükséges valamennyi tényező közül éppen az korlátoz, amely a legkisebb mértékben (minimumban) van jelen.

„A gazdának magának kell meghatározni tudni, hogy egyik-másik újabb vívmány mely alakban, mely mértékben alkalmazható az ő viszonyai között, aminek megítéléséhez pedig a növénytermesztési ismeretekben való teljes tájékozottság szükséges, annál is inkább, mert egyik gazda tapasztalata sem menti fel a másikat a gondolkodástól. Ami egy helyen jó, nem lesz jó okvetlenül másutt is; ezért tanulni és tapasztalni – ez elengedhetetlen feltétele manapság a sikeres növénytermelésnek, csak ennek segítségével lesz képes a gazda a növények termését haszonhajtólag fokozni ...”

Cserhádi Sándor (1900)

2.4. Innováció a mezőgazdaságban

Az innováció, új eljárások, technológiák bevezetése alapvető elvárás és követelmény a mezőgazdaságban. A gazdálkodói költségek visszaszorításának és a jövedelmek növelésének talán legfontosabb tényezője az új módszerek alkalmazása, a hagyományos technológiáktól való elszakadás, a kockázatok vállalása (Lőrincz, 2007).

Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy nemcsak egy ország, de egy gazdálkodó sem maradhat elszigetelt, nem hagyhatja figyelmen kívül a környezetében zajló innovációs folyamatokat. Pallaga (2006) a Société des Agriculteurs en France 2006. évi tanácskozásáról készült jelentésében kiemeli, hogy az agrár-innováció egy rendkívül gazdag és szerteágazó terület, melynek alapját jelentős kutatómunka adja. Az egyre összetettebb kultúrák, technológiák nagy kihívást jelentenek, ugyanakkor lehetőséget is nyitnak például a környezetvédelmi szempontok érvényesülésének. A mezőgazdasági innovációkat rangsorolva Catlett¹ (2003) első helyen említi a Globális Helyzetmeghatározás (GPS)

¹ Az Új-Mexikó Állami Egyetem agrárökonómia professzora szerint második helyen a biotechnológia áll, ezt követi az Internet elterjedése. Negyedik az időjárás előrejelzését végző műholdak pontosságának javulása, aminek előnyeit a mezőgazdaság az előrejelzésnél, védekezésnél napi szinten élvezheti.

elterjedését, ami megnyitotta az utat a helyspecifikus mezőgazdálkodás előtt (URL³).

2.4.1. A precíziós növénytermelés fogalma és jelentősége

Az utóbbi évek-évtizedek jelentős mezőgazdasági innovációi között említhető a precíziós növénytermelés. A precíziós növénytermelés kifejezés mást és mást jelent a szakemberek számára is. Sokaknak a precíziós növénytermelés műholdakat, érzékelőket, térképeket jelent a munka elvégzéséhez, ahhoz a munkához, amit az ük-nagyapja éles szemekkel, az ujjai között elmorzsolt földdel és jó memóriával elvégzett. Mások számára a mezőgazdaság jövőjét jelenti. Eszerint a jövő szerint minden egyes termelési inputot – műtrágyát, herbicidet, rovarölő szert, vetőmagot stb. – helyspecifikus alapokra helyeznek a költségcsökkentés, a profit növelése, és a környezet jó minőségének fenntartása céljából.

Ez a koncepció, vagyis a szántóföld kis területeinek elkülönült irányítási/vezérlési egységként való kezelése nem új. Ha a növénytermesztésben a legkisebb szervezési egységet vesszük figyelembe, ez az egység lehet akár egy növény, és a növekedését befolyásoló föld (termőhely) egysége, akkor ez nagyon hasonlít ahhoz a módhoz, mint amikor régen a világ első földművesei minden egyes magot kézzel vetettek el és trágyáztak. Nyilvánvalóan a mai nagyüzemi gazdálkodás korában az egyes növények elkülönült gondozása elképzelhetetlen lenne bizonyos kiegészítő technológiák nélkül. Az új technológiák kifejlesztése és elérhetősége eredményezték a *precíziós* növénytermelés megvalósíthatóságát.

Morgan és Ess (1997) szerint a mezőgazdaság gépesítésével a gazdálkodók a nagy táblákat kezdték el egységként kezelni azzal a céllal,

hogy a nagyobb traktorok és munkagépek megnövekedett sebességét és kapacitását kihasználják. A nagy területek azonos módon történő kezelésével a gazdálkodó kevesebb időt töltött el a földeken és nagyobb területen végzete el naponta az éppen aktuális növénytermesztési feladatát. A megnövekedett termelékenység előnyei messze meghaladták a munkaerő-igényes, kisebb területek intenzív gazdálkodásából származó előnyöket. Ma már a gazdálkodók eljutottak arra a szintre is, hogy a táblán belüli változékonyságot mérni, elemezni, és kezelni tudják. Ez a termőhelyi változékonyság ismert volt már korábban is, de nem igazán tudták kezelni. A változékonyság kezelése a táblán belül és a termés hozamok maximalizálása mindig is a gazdálkodók célja volt, különösen azoké, akik behatárolt földterülettel rendelkeztek. A mikroprocesszorok és egyéb elektromos technikák fejlődése új eszközöket adott (adnak) a gazdálkodók kezébe, melyek az újabb célok elérését szolgálják.

A termőhely alapos ismerete minden mezőgazdasági beavatkozás elengedhetetlen feltétele. Tisztában van ezzel minden gyakorló gazda, aki igyekszik művelt területét olyan közel egyforma táblákra, különböző szempontok szerint (pl. talaj adottságok, gyomfertőzés) homogénnek tekinthető térbeli egységekre osztani, melyet egységes agrotechnikával művel (Tamás 2001).

Bakacsi et al. (1997) in Pecze (2001) tanulmánya alapján a precíziós növénytermelés tárgykörében az első konferenciát 1992-ben, az Amerikai Egyesült Államokbeli Minesotában tartották. A szakirodalomban számos elnevezése ismert a precíziós növénytermelésnek, mint például: „*computer aided farming*”; „*precision farming*”; „*site specific crop management*”.

Moore et al. (1993) szerint a „*site specific crop management*” (termőhely-specifikus növénytermelés) olyan információ és technológiai alapú mezőgazdasági termelési rendszer, amelynek célja meghatározni,

analizálni és „kezelni” a mezőgazdasági táblán belül előforduló talaj, tér és időbeli variabilitást, az optimális jövedelmezőségért, a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságáért, valamint a környezet megóvásáért” (Moore et al., 1993).

A hazai gyakorlatban a precíziós növénytermelés (tágabb értelemben véve a precíziós gazdálkodás) fogalma a leginkább elterjedt és ismert.

Sági (1996) a fenntartható mezőgazdasági fejlődéstől elválaszthatatlan termesztési rendszer jelleget emeli ki, hiszen a technológia elektronikai és számítógépes technikát integrál a maximális gazdaságosság érdekében, miközben a környezeti és a természeti erőforrásoknak is maximális védelmét valósítja meg. A gazdasági előny melletti környezetvédelmi megfontolás kap hangsúlyt Pecze et al. (2001), valamint Smuk (2009) definíciójában is. Az USA Nemzeti Kutatási Tanácsának (1997) definíciója egy menedzsment-stratégiának mondja a precíziós növénytermelést, amely információs technológiai eszközök alkalmazásával több forrásból összegyűjtött adat felhasználásával hoz mezőgazdasági termelési döntéseket (NRC 1997).

Morgan és Ess (1997), valamint Reichardt és Jürgens (2009) megfogalmazása is összecseng. A „*precision farming*” (precíziós növénytermelés) holisztikus rendszerszemléletű megközelítése alapján magába foglalja a tábla térbeli és időbeli változatosságának kezelését, a költségek csökkentésének, a hozamoptimalizálás és minőségjavítás, illetve a környezeti hatás csökkentése céljából.

Napjainkra már egyértelműen bebizonyosodott, hogy a precíziós növénytermelés a fenntartható fejlődés egyik alapvető eszköze. Neményi et al. (2001) rámutat arra, hogy a precíziós helyspecifikus termesztési kutatások messze túlmutatnak a mezőgazdasági tevékenység fejlesztésén. Markánsan jelzik azt az általános tendenciát, amely a mesterséges (műszaki-

informatikai) és a természetes (biológiai, ökológiai stb.) informatikai rendszerek összekapcsolását célozza.

Menyhért (1979) szerint a növénytermelés elé állított fokozott igények megkövetelik, hogy a nagy értékű gépek, a drága műtrágyák és a növényvédőszeres költsége a minél nagyobb és jobb minőségű késztermékben fizetődjenek vissza. Ehhez pedig nem elég csupán a gépeket, a tápanyagokat és a művelési módokat ismerni, hanem ismerni kell a növény minőségi és mennyiségi igényeit is. A precíziós technológia megjelenésével a növénytermesztési ágazatok előtt is megnyílt a helyspecifikus növénytermelési döntések ésszerű alapokon történő meghozatala. Mivel a technológiai eljárás még a kezdeti szakaszában jár, így egy ilyen jellegű berendezkedése egy adott gazdaságnak csak akkor térül meg, ha kapacitásait magas hatásokkal képes kihasználni, illetve képes megfelelő méretekben végezni tevékenységeit (Takácsné, 2006).

A precíziós növénytermelés vitathatatlan előnye, hogy a korábbinál sokkal bővebb információt szolgáltat a mezőgazdasági területekről, és a táblaméretnél lényegesen kisebb kezelési egységek jelentik a gazdálkodás alapegységeit ebben a rendszerben, így a területen belüli változékonyság kezelhetővé válik (Pecze et al., 2001).

2.4.2. A precíziós növénytermelés elemei, eszközrendszere

A precíziós növénytermelés elemei közül a fejezetben bemutatásra kerül a hozamtérképezés, a precíziós növényvédelem – helyspecifikus gyomirtás, precíziós műtrágyázás eszközrendszere.

2.4.2.1. A precíziós növénytermelés technikai háttere, Globális Helyzetmeghatározó Rendszer

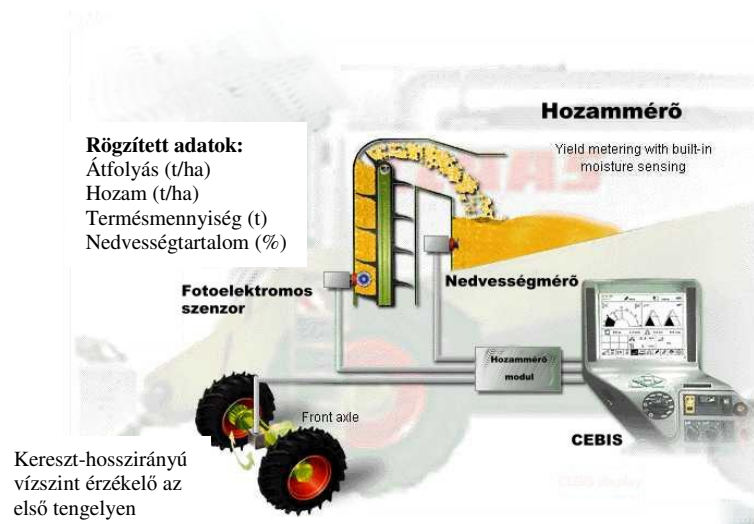
A globális helyzetmeghatározó rendszer (GPS) növénytermelésben történő felhasználása a táblán belüli pontos helyzet meghatározás elengedhetetlen feltétele. Az így kapott helyspecifikus növénytermelési adatok feldolgozását követően, pedig a precíziós növénytermelés feladatának végrehajtásához nyújt segítséget.

A globális helyzetmeghatározó rendszer (GPS) alatt a **NAVSTAR** (**NAV**igation **S**ystem using **T**ime **A**nd **R**anging) rendszert értjük. A NAVSTAR egy műholdakra alapozott, eredetileg navigációs célokra szolgáló - a Föld bármely pontján, a nap 24 órájában működő – helyzetmeghatározó rendszer, amelyet 1973-ban kezdtek fejleszteni. Előnye, hogy független az időjárástól, napszaktól, légköri viszonyoktól, földfelszín feletti magasságtól, mozgási sebességtől. A GPS három fő részből áll: a műholdak rendszere, a kontroll rendszer és a felhasználók köre. A NAVSTAR műholdrendszerben a mesterséges holdak száma 21 (plusz 3db tartalék), amely a jól tervezett pályák miatt lehetővé teszi, hogy a Föld bármely pontján minimum 4, maximum 7, mérésre alkalmas műhold tartózkodjon a horizont felett. A kiválasztott 4 műhold távolságát egy időben mérve, lehetővé válik az azonnali (nagyobb pontossági kívánalmak mellett hosszabb ideig tartó), abszolút helyzet- és időmeghatározás. A GPS

pontossága jellemzően méteres nagyságrendű, de differenciális mérési módszerekkel (DGPS) akár mm pontosságot is el lehet érni, valós időben.

2.4.2.2. Hozamtérképezés

A növénytermelési műveletek eredményének egyik meghatározó mutatója a terméshozam, mivel együttesen mutatja meg az összes tényezőnek a növényre gyakorolt hatását. A hozamtérkép számítógépes program alkalmazásával generált térkép, amely megmutatja a tábla egy adott pontján megtermett hozam mértékét. A hozamtérkép segítségével nyomon követhető a táblán belüli változékonyság. Az adott növényfaj hosszú időtávban gyűjtött (3-5 év) adatait összehasonlítva a helyspecifikus beavatkozások tervezhetővé válnak.



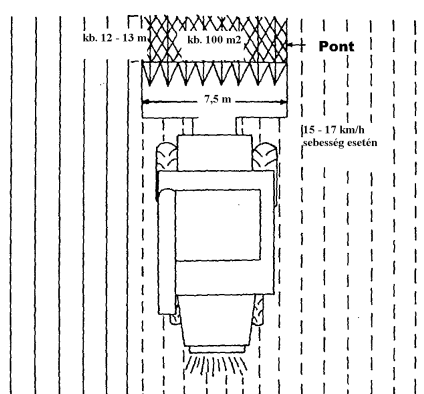
Forrás: CLAAS CEBIS rendszert bemutató reklámanyag (2000) nyomán

5. ábra: CLAAS Lexion 480-as kombájn hozamtérképező rendszerének elemei

A hozamtérképező rendszer az alábbi fő elemekből (5. ábra) áll:

- a termésmennyiségét és nedvességtartalmát mérő szenzorok,
- a gép helyzetét (kereszt-hosszirányú vízszintérzékelés) és sebességét érzékelő szenzorok,
- DGPS a pontos helyzet meghatározáshoz,
- adatátvitelhez és rögzítéshez szükséges eszközök (hardver és szoftver).

Ahhoz, hogy a terület változékonyságáról valós képet kapjunk, sok adatpont felvételezésére (kb. 500-600 adatpont/ha) van szükség. A hozamtérképező rendszer kb. 3 másodpercenként rögzíti a gép pontos helyzetét, és az adott helyzethez kapcsolódó, addig betakarított hozam adatait. Az egy adatpontra eső terület nagysága függ a gép haladási sebességétől és a vágóasztal aktuális betakarítási szélességétől (6. ábra).

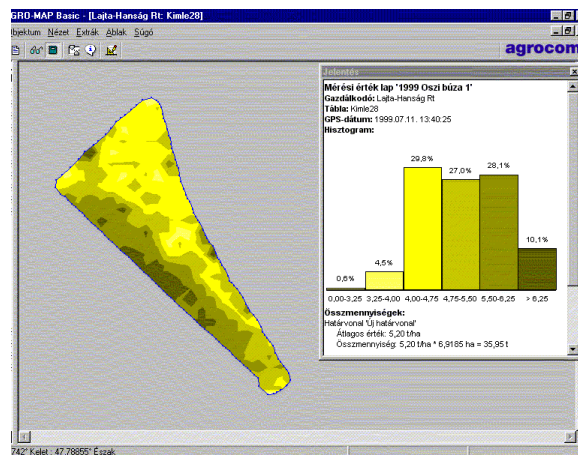


Egy pont hozammal meghatározott terület méretének illusztrálása.

Forrás: Morgan, M. és Ess, D. (1997) nyomán

6. ábra: Egy pont hozammal meghatározott területének illusztrációja

Az hozamtérképen az azonos hozamszintet mutató területeket, valamint a hisztogramos ábrázolást is ugyanazzal a színnel jelöljük (7. ábra).



Forrás: Kalmár, 2000.

7. ábra: Hozamtérkép (Kimle 28-as tábla)

A hozamtérkép készítéséhez szükséges technika, valamint az ezt követő kijuttatási technikák eszközháttere jelentős költségtényező.

A hozamtérképpel felvételezett és tápanyagvizsgálatokkal alátámasztott eredmények alapján nemcsak a kijuttatandó műtrágya mennyiségét, hanem ezt követően a vetőmag mennyiségét is a talaj tápanyag szolgáltató és egyéb, a terméseredményt befolyásoló (pl. talaj-mechanikai, domborzati tényezők) tényezői függvényében állapíthatjuk meg.

2.4.2.3. Precíziós növényvédelem – helyspecifikus gyomirtás

A precíziós növénytermelés teljesen automatizált rendszere és a célzott kijuttatás („kvázi növényegyedenkénti” történő vegyszerezés) csökkentheti a szántóföldi növényvédelemből származó

környezetszennyezést, visszaszoríthatja az élelmiszeripari fogyasztásra és takarmányozásra szánt növényekben az emberi és állati szervezetekre károsan felhalmozódó növényvédőszer hatóanyagokat. Csökkenhet a növényvédelem költsége is – a relatíve igen magas növényvédő szer árakat figyelembe véve – a precíziós növényvédelem alkalmazásával (Németh et al., 1999).

Mivel a gyomborítottság a művelt területeken nem egyenletes, többnyire foltokban található, a herbicideket ott és olyan mértékben lenne célszerű csak kijuttatni, ahol és amilyen arányban az szükséges.

A permetezési folyamat szabályozhatósága céljából első lépés a táblák feltérképezése, digitalizálása. A kezelő szoftverrel a tábla egyenlő méretű négyzetrács alakú mezőkre (pl. 20x20 m) osztható. Ezek lehetnek a legkisebb művelési egységek, ahol a differenciált vegyszerkijuttatás a továbbiakban szabályozható. A gyom- illetve egyéb kártételről távérzékeléssel készített térkép alapján ezek után elkészíthető személyi számítógépen egy képelemző programmal az ún. permetezési térkép. A tervezett térkép adatai chipkártyán rögzíthetők azzal a céllal, hogy a kijuttató gépet vezéreljék. A fedélzeti számítógép illetve DGPS rendszer azonosítja a gép helyzetét, a chipkártyáról leolvassa az adott helyhez tartozó adatokat és vezérlő jelet küld a mennyiség szabályzóknak (az előbbieken leírt növényvédelmi kijuttatási mód off-line, [nem valós idejű] végrehajtású).

A precizitás mértékét alapvetően négy tényező befolyásolja:

- Az *input anyagok kiválasztásának megbízhatósága és pontossága* – számos döntés nagy bizonyossággal meghozható (pl. a gyomirtáshoz használt herbicid kiválasztása).

- *Talaj/növényállomány felvételezésének, mérésének pontossága* – a legtöbb döntést alá kell támasztani talaj és/vagy a növényállományra vonatkozó információval.
- *Munkagép alkalmazásának pontossága* folyamatosan fejlődik. Azonban ez változhat géptípustól függően és a működési, karbantartási műveletek minősége szerint is.
- *Navigációs pontosság* – a jelenlegi különböző GPS rendszerek mérési pontossága akár cm-es is lehet, de a régebbi rendszerek még csak m-es pontosságúak.

Ha táblánként azonos mennyiségű gyomirtó szert juttatunk ki, akkor a permetezőszer mennyiségének meghatározása az adott terület maximális gyomossági értékének alapján történik. Kezelési kísérletek igazolták, hogy a permetszertől függően 25-68% gyomirtó szert lehet megtakarítani a precíziós növénytermelésben. A bonni Mezőgazdaság-tudományi Egyetem Növénytermesztési Kutatóintézetében, 1995-ben végzett kísérletek eredményeként a hagyományos teljes felületű permetezéssel szemben 40-54%-kal kevesebb vegyszert juttattak ki (Gerhard, 1997).

A különböző technológiákkal végrehajtott gyomirtás költségének alakulását Németországban (Köln és Bernburg környékén) őszi búza, őszi árpa, cukorrépa és kukorica növények esetében az 1. táblázat ismerteti.

1. táblázat: A különböző technológiákkal végrehajtott gyomirtás
Németországban (Köln és Bernburg környékén)

Növény	Táblaszintű kezelés		Helyspecifikus kezelés egy szerkombinációval		Helyspecifikus kezelés közvetlen injektáló rendszerrel	
	€/ha*	Ft/ha	€/ha	Ft/ha	€/ha	Ft/ha
Növényvédő gép költsége	5	1300	14,76	3837	18,66	4851
Őszi búza és árpa	68	17680	47	12220	32	8320
Cukorrépa	148	38480	151	39260	69	17940
Kukorica	103	26780	113	29380	95	24700

* 1 € = 260 Ft 2003. augusztusi árfolyamon

Forrás: Gerhards et al, 2003. A kísérleteket 1994-2002 között végezték el, a táblák mérete 2,4 -5,6 ha között változott

A potsdami egyetemen végzett üzemi méretű őszi búza és repce kísérletek azt mutatták, hogy mind a gyomtársulás fajösszetétele, mind a gyomok előfordulási gyakorisága nagy eltéréseket mutat táblán belüli részterületenként, hely- és művelésfüggő gyomtársulások fejlődnek ki. A szezonális különbségek jelentősen az időjárási feltételekre vezethetők vissza. A fajdominanciában és a gyakoriságban ezen különbségek ellenére összehasonlítható termesztési feltételek között évente hasonló gyom – eloszlási kép alakulhat ki (Neményi és Pecze, 2000 in Kalmár, 2000).

Rew és Cussans (1995) in Leiva et al, (1997) a precíziós technikákkal történő herbicid megtakarítást 27-95 % közé teszik.

Heisiel et al. (1997) in Luschei et al, (2001) az általuk végzett kísérleti körülmények között 59%-os herbicid csökkenést értek el a különböző gyomirtási módszerekkel összehasonlítva, ismételt randomizált blokkokat kezelve 4 ha-os táblán belül.

Gerhards et al, (2003) megállapítják, hogy a gyomborítottság mértékétől függően a kijuttatott herbicid mennyisége 21-94%-kal is csökkenhet. Továbbá megállapítják, hogy őszi búzában és őszi árpában nagyobb megtakarítást sikerült elérni, mint kukoricában és cukorrépában.

Takácsné (2003; 2008) tanulmányaiban a precíziós növényvédelemmel kapcsolatban akár 30-40%-os vegyszer megtakarítást is elérhetőnek tart (a tenyészidőszak alatti gyomborítottság függvényében).

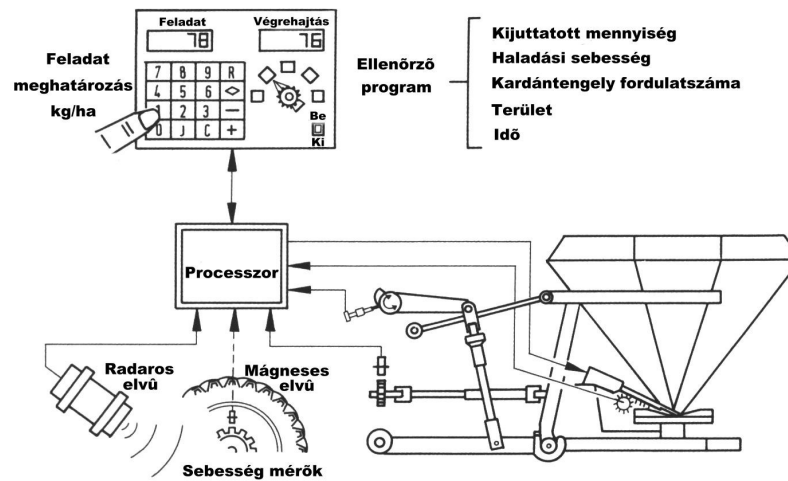
Wagner (2000) in Gerhards et al. (2003) munkájában arra a megállapításra jut a változtatható mennyiségű kijuttatás gazdaságilag versenyképességével kapcsolatban a tábla teljes permetezésével szemben, hogy a herbicid megtakarításnak olyan mértékűnek kell lennie, ami kompenzálja a gyomtérképezés, adatfeldolgozás és a számítógépes döntéshozatal, valamint a helyspecifikus kijuttatás technológia költségeit.

Nagy (2004) vizsgálatait összesítve megállapítja, hogy egy baracskai 18 ha-os táblán felmérései alapján helyspecifikus (növényvédelmi) kezeléssel 90% feletti herbicid megtakarítás is elérhető lenne.

2.4.2.4. Precíziós műtrágyázás

A precíziós növénytermelési rendszer alapvető feladata a talajok tápanyag-szolgáltató képességnek egy adott táblán belüli homogenizálása, illetve szükségszerűen kevesebb műtrágyamennyiség alkalmazása (Németh et al.,1999) .

A precíziós tápanyag-kijuttatási rendszer a traktor fedélzeti GPS automatikájából, a műtrágyaszóró gép szabályzóából, valamint a műtrágyát kijuttató gépből áll (8. ábra).

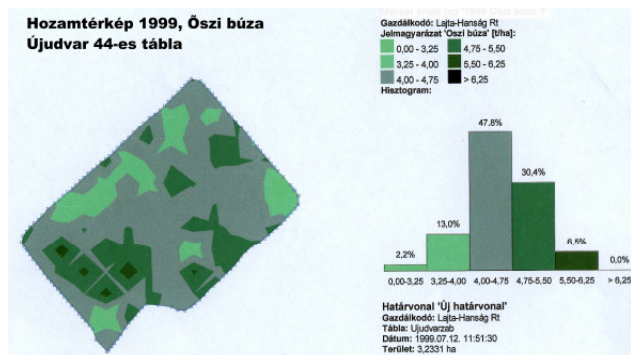


Forrás: Dlz, 1990. nyomán

8. ábra: Menetsebesség arányos kijuttatásra alkalmas műtrágyaszóró

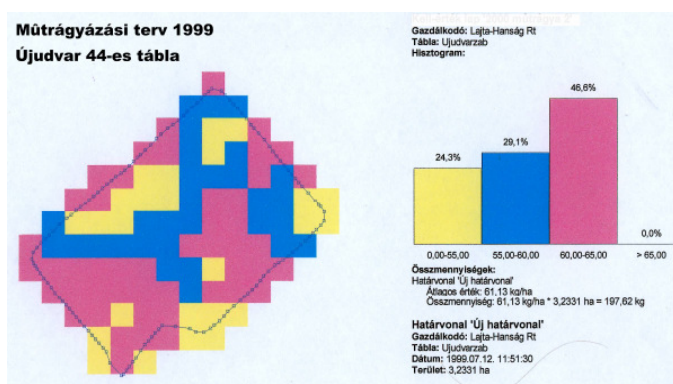
A fedélzeti számítógép a traktor vezetőfülkéjében van, ez fogadja és tárolja a központi számítógépen - a szakértői rendszer segítségével - előállított kiszórási térképet. A kiszórási térkép tartalmazza a táblák határainak, valamint a táblán belül a kijuttatandó műtrágya mennyiség szempontjából homogén parcellák határainak földrajzi koordinátáit (Fekete et al., 1997).

A műtrágyázási tervhez (9/b. ábra) az adott táblára vonatkozó hozamtérkép (9/a. ábra) szolgáltat információt.



Forrás: Kalmár, 2000. p. 29

9/a. ábra: Hozamtérkép (Újudvar 44-es tábla)



Forrás: Kalmár, 2000. p. 30

9/b. ábra: Műtrágyázási terv (Újudvar 44-es tábla)

A módszerrel csökkenthető a kiszórt műtrágya abszolút mennyisége, és ezáltal elkerülhető a környezetszennyezés potenciális veszélye (különös tekintettel az EU nitrát-direktívára) (Németh et al., 1999).

2.4.2.5. A precíziós növénytermelés további elemei

A precíziós növénytermelés többtényezős rendszer, melynek további, a vizsgálatok tárgyát nem képező elemei lehetnek:

A precíziós technológiák közül a területmérés, melyet a német gazdálkodók egy 2006-ban elvégzett kutatás során a precíziós technikák kevésbé problémás bevezető lépésének tartottak (Reichardt és Jürgens, 2009).

A hozamtérképek által nyújtott információk alapján megtervezett talajminta-vételi terv a helyspecifikus beavatkozásokhoz nyújt további adatokat a talaj kémiai- és fizikai állapotáról. A helyspecifikus talajminta-vételezés előnye, hogy hosszú távon nyomon követhető a talaj kémiai és fizikai állapotváltozása.

A helyspecifikus vetés során az adott talajtípusnak, nedvességtartalmának, fizikai állapotnak illetve a domborzati viszonyoknak megfelelő mennyiségű vetőmagot vethetünk el.

A precíziós iránytartó berendezések segítségével az inputanyag kijuttatása (pl. növényvédőszer, műtrágya) csökkenthető, a pontos csatlakozó sorok miatt.

2.5. A precíziós növénytermelés személyi és gazdasági feltételrendszere

A precíziós növénytermelés gyakorlatban történő alkalmazása esetén számolni kell azzal a ténnyel is, hogy az ezen technológiát alkalmazóknak több tudományág ismeretével kell rendelkezniük, illetve nyitottnak kell lenni az új és újabb ismeretanyagok befogadására. Természetesen a kombájn, műtrágyaszóró, vagy a vegyszerező gép kezelőjének is

rendelkeznie kell magas szintű technikai tudással és a fedélzeti számítógéppel felszerelt gép üzemeltetéséhez elengedhetetlenül szükséges ismeretanyaggal. Ez a kezelői ismeretszint néhány napos tanfolyami képzéssel elérhető. A személyi feltételeket, az elvárásokat jól mutatják és érzékeltetik a külföldi szakirodalmi forrásokban található vizsgálati eredmények (2. táblázat).

A 2. számú táblázat alátámasztja azt a hipotézist, mely szerint a gazdálkodók életkora (a hivatkozott Egyesült Államokbeli vizsgálatban az adaptáltak 69%-a 50 év alatti volt), valamint a felsőfokú végzettség befolyásolja az alkalmazási hajlandóságot.

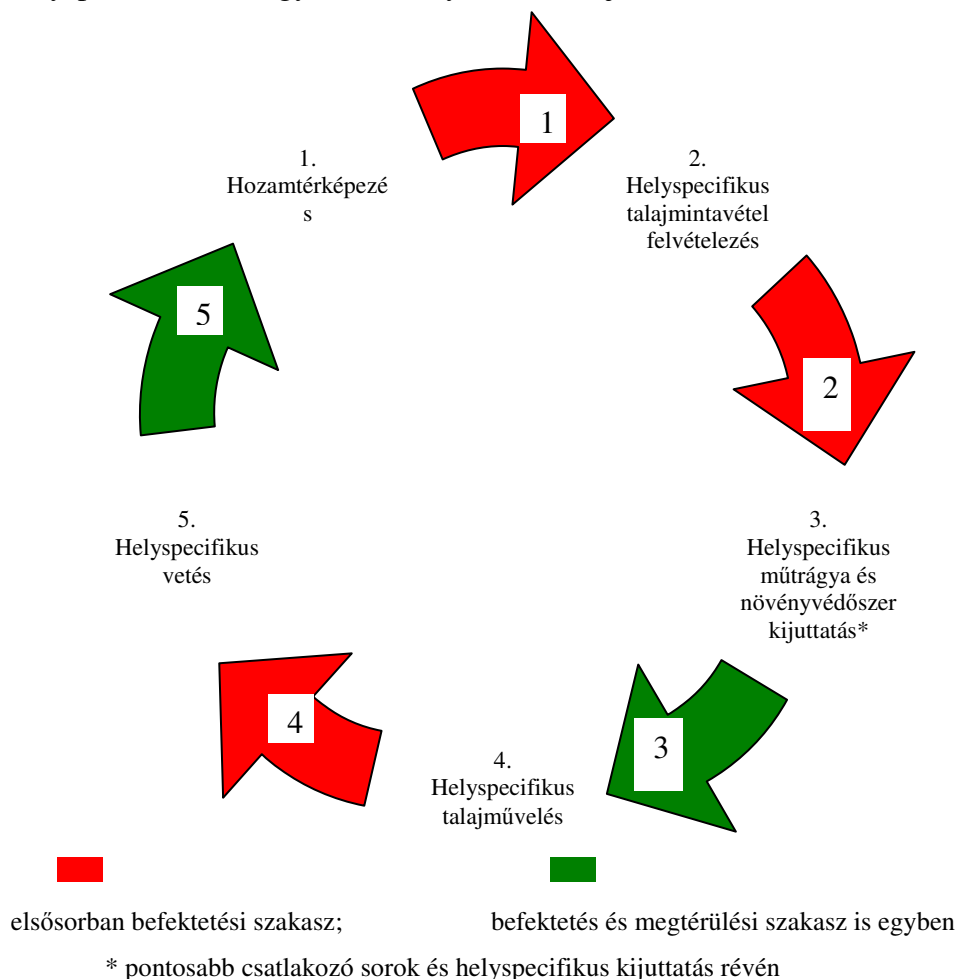
2. táblázat: A precíziós növénytermelést adaptáló amerikai kukoricatermesztők néhány jellemzője (1996)

Farmer és a termelés jellemzői	Adaptálta	Nem adaptálta
Kor	49	52
50 év alatti	69%	48%
Végzettség: maximum középfokú főiskolára járt	37%	62%
főiskolát végzett	35%	24%
	28%	14%
Foglalkozása: farmer	91%	75%
más	9%	25%
Betakarított növény: kukorica	48%	39%
szója	37%	28%
búza	6%	9%
egyéb	9%	24%

Forrás: Daberkow és McBride, 1998 nyomán

A precíziós növénytermelés – mint egyedi technológiai elemek egymásra épült rendszere – lehetővé teszi az egyes technológiai elemek (10. ábra) kiragadását, egyedi alkalmazását/végrehajtását. Alapvetően azonban a körfolyamatnak vannak olyan lépései, melyek az *információgyűjtést* (pl. a

hozamtérkép készítése és a helyspecifikus talajmintavétel) szolgálják, és vannak olyan lépései, melyek a *költségek megtérülését* teszik lehetővé, (pl. helyspecifikus műtrágya és növényvédőszer kijuttatása).



Forrás: Saját szerkesztés 2009.

10. ábra: A precíziós növénytermelés körfolyamata

A piros nyíllal jelölt elemek (hozamtérképezés, helyspecifikus talajmintavétel és helyspecifikus vetés) esetében az alkalmazások konkrét gazdasági haszna nehezen határozható meg. Pozitív gazdasági eredmény a körfolyamatban a zöld nyíllal jelölt elemek (helyspecifikus inputanyag kijuttatások) során realizálódik. Mivel a végtermék a precíziós

növénytermelés alkalmazása során nem hordoz magában speciális jegyeket – vagyis a végtermék nem elkülöníthető a hagyományos technológiával előállított terméktől –, ezért a precíziós technológiába történő beruházás reálisan csak az inputanyag megtakarítás, vagy a termésátlag kimutathatóan a precíziós növénytermelés hatására létrejött többlete révén térülhet meg (ez utóbbi csak hosszú 3-5 éves ugyanazon növényfajra vonatkozó termésátlagok elemzése révén mutatható ki, figyelembe véve a termést befolyásoló egyéb tényezőket).

A precíziós növénytermelési technológiának egyik fontos előnye lehet a költségek csökkentése, ezáltal a hatékonyság növelése. Mesterházi et al. (2001) szerint a mezőgazdasági termelés esetében is – mint minden gazdasági tevékenységnél – a jövedelmezőséget az előállított termelési érték és a ráfordított költségek aránya határozza meg: a jövedelmezőség javulásához a termelési költség (ráfordítás) csökkentésére illetve a termelési érték növelésére van szükség. Milics (2008) a nagyobb pontosságot biztosító rendszerek árának csökkenésével a műholdas helymeghatározás további térhódítását prognosztizálja.

Számos szakirodalmi forrás foglalkozik az egyes technológiai elemek, illetve a teljes technológiai rendszer gazdaságos alkalmazásához szükséges üzemmérettel, a szakirodalomban jelentős eltéréseket találunk erre vonatkozóan (3. táblázat). Az eltérés oka elsősorban az eltérő gazdasági környezet (költség- és jövedelemviszonyok), a vizsgált kultúrák (gabona, szója stb.) és a technológiai elemek különböző gazdaságossági jellemzőivel (teljes technológiai sor, csak hozamtérképezés, változtatható arányú műtrágya kijuttatás stb.) magyarázható.

3. táblázat: A precíziós növénytermelés "művelési méretét" elemző és modellező szakirodalmi források üzemméret mutatói

Szerző	Publ. éve	Ország	Alkalmazott technológiai elem	Vizsgált üzemméret
1. Earl et al.	1996	Anglia	Precíziós növénytermelés	250 ha
2. Leiva et al.	1997	Anglia	Precíziós növénytermelés	800 ha
3. Gandonou et al.	2001	USA	Hozamtérképezés és talajminta vételezés	2018 ha
			VRA	430 ha
			Változtatható folyékony szerves trágya kijuttatás	589 ha
4. Székely et al.	2000	Magyar	Precíziós növénytermelés	250 ha
5. Timmermann et al.	2003	Németo.	Helyspecifikus gyomirtás, képanalizáló rendszer és GPS	1500 ha
6. Douglas et al.	2003	USA – Korea - Kanada	Herbicid kijuttatás	500-2000 ha
7. Kalmár et al.	2004	Magyar	Precíziós növénytermelés	1000 ha <
8. Fountas et al.	2004	Görögo. - Dánia	Precíziós növénytermelés	300 ha <
9. Pedersen et al.	2004	Dánia	Precíziós növénytermelés	500 ha <
10. Heijman – Lazányi	2007	Magyar	Műtrágya kijuttatás VRT technológiával	1500 ha
11. URL⁵	2007	Franciao.	Precíziós növénytermelés	300-400 ha
12. Takácsné Gy. K.	2008	Magyar	Növényvédőszer csökkentése	250 ha
13. Reichardt – Jürgens	2009	Németo.	Precíziós növénytermelés	250-380 ha*

* elsősorban a kelet-németországi területekre érvényes ahol, nagyobb a gazdaságok mérete Forrás: Saját összeállítás (2009)

A 21. században a fejlett mezőgazdasággal rendelkező országokban, a gépesítés területén a gazdák több módszert is ismernek az új technológiák adaptálásának megkönnyítése érdekében. Kutter et al. (2009) Németországban elvégzett vizsgálatai alapján megállapítja, hogy néhány esetben a gazdák egy csoportja (gépszövetkezeti tagként) osztozkodik egy gépen/berendezésen pl. Németországban és Ausztriában. Más esetekben a vállalkozó gépszolgáltatást ajánl fel, hogy a gazdálkodóknak ne kelljen megvásárolnia például a növényvédő gépet.

A precíziós növénytermelés esetében pontosan ez történt a talajminta-vételezés és a változtatható kijuttatású (VRA) berendezésekkel (pl. műtrágyaszóró).

Takács (2000) szerint a gépköri mozgalom terjedése hazánkban a kis- és közepes mezőgazdasági termelők számára is elérhetővé teheti a korszerű technológiák alkalmazását.

Miközben a gépkörök jellemzően non-profit formában, és önkéntes alapon működő szervezetek, első lépésként a gazdálkodónak fel kell ismerni a precíziós növénytermelés alkalmazásban rejlő lehetőségeket (költségmegtakarítás, csatlakozó sorok pontossága stb.). A precíziós növénytermeléshez szükséges összetett hardver és szoftver rendszerekbe, valamint a működtetéshez szükséges szakemberek képzésébe vagy alkalmazásába csak ezt követően - megfelelő állami ösztönző rendszer megléte - esetén kezdhetnek.

Véleményem szerint a precíziós növénytermelés eszközrendszerének alkalmazása jelenleg még mindig az innováció kezdeti szakaszában van. Pecze (2005) in Lencsés (2008) vizsgálatában 12 000 ha-ra teszi a precíziósan betakarított területek nagyságát 2005. évre vonatkozóan.

Kipróbálásra, tesztelésre azonban jelenleg is lehetősége van a hazai gazdálkodóknak (pl. sorvezető rendszer esetében az IKR Rt.-nél,

/Mesterházi (2009) szóbeli közlés/). A technológia bemutatására különböző rendezvényeken is sor kerül, elsősorban már alkalmazó gazdálkodók eredményeire, tapasztalataira alapozva (URL⁵). A szakmai rendezvények a gyakorlati bemutatón kívül szakmai fórumot biztosítanak az érdeklődőknek és a szakértőknek, a technológiát forgalmazóknak (URL⁶).

2.6. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők

2.6.1. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők az alkalmazásban élenjáró országokban

Griliches (1957, 1960) in Mara et al. (2003) az elsők között vizsgálta a gazdálkodók innovációs hajlamát az Egyesült Államokban. Napjainkban ismert tény, de az ötvenes évek végén úttörőnek számító eredményei azt mutatták, hogy az új technológiák bevezetése és technológiai váltás háttérében ökonómiai változók állnak.

Az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériumának tanulmánya (United States Department of Agriculture, **USDA**) szerint a mezőgazdaság területén az utóbbi évtizedekben a legnagyobb technológiai nyomás (push) a precíziós mezőgazdaságot – és ezen belül a növénytermelést - érintette, ahol az érzékelés, információs technológiák és műszaki rendszerek táblán belüli eltérő növénytermesztési gyakorlatot tesznek lehetővé. A technológiai nyomás ellenére a mezőgazdaság gyakorlati oldaláról gyenge és habozó az elfogadás, habár a termelők többsége úgy látja, hogy egy-egy helyspecifikus technológiát be kell majd vezetniük. Hasonlóan a technológiai nyomást emeli ki Lamb et al. (2008). Vizsgálataik szerint számos esetben a precíziós növénytermelés során összegyűjtött adatok mennyisége meghaladja a gazdálkodók számára szükségeset. Tanulmányukban bemutatják, hogy a

precíziós technológiát sokkal inkább a forgalmazók szorgalmazzák, mintsem a használók igénylik. Lindner és Pardey (1979) in Mara et al. (2003) hangsúlyozza egyrészt a „szomszéd” effektust (információ és tapasztalat jelentőségét), másrészt – az USDA tanulmányhoz és Lamb et al. (2008) eredményeivel összhangban – kiemeli a technológiát szállítók és innovációt piacra vezetők szerepét.

A mezőgazdasági innovációk egyik célja a hatékonyság növelése révén a hektáronkénti inputanyag költség racionalizálása. A kijuttatott inputanyag mennyiség csökkenésének kedvező hozadéka például a környezetterhelés csökkenése. Léteznek olyan tényezők, amelyek az előbb említett kedvező folyamatok ellenében hatnak, ami által az innovációs tevékenység nem kezdődik el, vagy jelentős mértékben lassul az elterjedés folyamata. Új innovációk terjedését természetesen az innováció jellege is nagymértékben befolyásolja. Lowenberg-DeBoer - Swinton (1997) például megállapítja, hogy az USA-ban a hibrid kukoricamag a 30-as években, a GMO kukorica mag a '90-es években három ok miatt terjedt el: 1) a termelők viszonylag kis területen tesztelheték a magokat, 2) a vetőmag évente jelentkező költség, 3) a farmerek már meglévő berendezései kompatibilisek voltak, nem kellett új berendezéseket beszerezni. Ezzel a példával szemben a precíziós technológia jelentős beruházási költséget jelent, speciális szakértelmet és egyéb ráfordítást (pl. idő) igényel a gazdálkodótól. A technológia elterjedését gátló tényezőket egy 2005. évi OECD-Eurostat közös kiadvány három csoportra osztja:

1. gazdasági jellegűek (pl. a kereslet hiányának magas kockázata),
2. vállalat-specifikusak (pl. szakképzett emberek vagy a tudás hiánya), illetve

3. jogi tényezők (pl. jogi, gazdasági környezet, állami szabályozás, adózási szabályok, támogatások) (OECD – Eurostat, 2005 in Nagy, 2009)

A gátló tényezők tekintetében egyetértek a hivatkozott tanulmány megállapításának első két pontjával. A 3. pontban megfogalmazott állami szabályozásnál kérdésként felmerül, hogy vajon milyen mértékben szükséges egy olyan technológiát állami pénzekből támogatni, amit amúgy is általában a tőkeerős vállalkozások tudnak megfinanszírozni. A kérdésre választ adhat, hogy a precíziós növénytermelés technológiák hatása kettős, egyrésztől lehetséges gazdasági nyereség a termelőnek, másrésztől környezeti/gazdasági előny a köznek. Ezt a gondolatmenetet folytatva további kérdésként merülhet fel, hogy milyen nagyságú terület alapján kapjon támogatást az adott innováció bevezetésére a gazdálkodó, és milyen mértékű legyen a támogatás nagysága. Az Amerikai Egyesült Államok Alabama államában *Precíziós Mezőgazdaság Ösztönző Program* indult, melynek célja a tápanyagok és növényvédő szerek változtatható arányú kijuttatásának ösztönzése (n.b.: Alabama az USA déli „szegényebb” államai közé tartozik, ahol főképp gyapottermesztéssel foglalkoznak a gazdálkodók. Az említett példa inkább elvi felvetés az állami beavatkozás lehetőségére). A támogatás két alapkoncepcióban igényelhető az USA-ban 2009 évtől: 1) maximum 160 ha területre, 2 évre igényelhető, a *tápanyag* - (3785 - 9460 Ft/ha korrekciós szolgáltatás igénybevételétől és GPS pontosságától függően), vagy a *növényvédő szer* - (5675 - 10407 Ft/ha korrekciós szolgáltatás igénybevételétől és GPS pontosságától függően) változtatható arányú kijuttatására, illetve

2) maximum 80 ha/év területre, 2 éves időtartamra mindkét inputanyag egyidejű alkalmazására (URL¹).

2.6.1.1. Személyi feltételek

A fejlett országok modern mezőgazdasági rendszereket alkalmaznak, melyeket magas szintű termelékenység és fejlett technológia jellemez (Maohua, 2001). Az agrármérnökök tevékenységük során új kihívásokkal szembesülnek, mivel multidiszciplináris ismeretet és megközelítést igénylő helyzeteket kell megoldaniuk a mezőgazdaság fenntartható fejlődése érdekében. A modern mezőgazdaságban egyszerre vannak jelen az agrobiológia, műszaki tudományok, valamint az ökonómia és menedzsment tudományok.

Adrian et al. (2005) hangsúlyozza, hogy a precíziós technológiák esetében a termelők nemcsak pénzügyi befektetést tesznek, hanem új készségekbe is invesztálnak, új készségeket tanulnak. Korábbi kutatásaik során arra a következtetésre jutottak, hogy a precíziós növénytermelési technológia adaptálását társadalmi-gazdasági tényezők is befolyásolják, ideértve a gazdaság méretét, gazdálkodási tapasztalatot és a végzettséget, valamint az információhoz való hozzáférés lehetőségét.

Ferguson (2002) vizsgálatai alapján a precíziós növénytermelést elsőként alkalmazókra jellemző, hogy más számítástechnikai eszközöket is elsőként alkalmaztak (pl.: az internetet, elektronikus kommunikációs módokat stb.).

Popp és Griffin (2000) eredményei azt mutatják, hogy az USA Arkansas államban a farmerek alig 20%-a korai precíziós növénytermelés alkalmazó, ők a fiatalabbak, képzetebbek, használják a számítógépet és nagyobb gazdaságot vezetnek. Kérdőíves felmérésükben rákérdeztek az alkalmazás során felmerülő problémákra, melyek a válaszok alapján a következők:

- a kapott adatok átfordítása a menedzsment részére (konkrét gazdálkodási lépésekhez),
- tudományosan megalapozott gazdaságossági elemzések hiánya, melyek a nyereséget mutatják,
- munkaerő-intenzív használata,
- költséges adatgyűjtés,
- technológia-transzfer csatornák és személyek hiánya (képzés hiányosságai).

Khanna et al. (1999) vizsgálatuk alapján megállapították, hogy a precíziós növénytermelést folytatók általában 50 év alattiak, főiskolai végzettségűek, nagyobb gazdaságot működtetnek és visszamenőlegesen is magasabb hozamot produkáltak, mint a nem adaptálók.

Christensen és Krause (1996) in Pecze (2001) szerint a precíziós növénytermelésre áttérni kívánó farmerek számára a problémát még hosszabb ideig a számítógépes gyakorlat hiánya fogja jelenteni. Ezért el kell sajátítaniuk az idevágó ismereteket, de még ennek birtokában is 3-4 évbe telhet, amíg a terméstérképezési adatokat képesek lesznek kellően értelmezni, feldolgozni és a gyakorlatban hasznosítani.

A hosszú távú precíziós növénytermelés alkalmazásnak a gazdasági előny, a haszon az alapkövetelménye, habár számos egyéb tényező – mint például a technológia iránti érdeklődés, viszonyulás – is hatással bír az adaptálásra (Adrian et al., 2005).

2.6.1.2. Költséghatékonyság, gazdaságméret

Az Egyesült Államok termelői többnyire a *magas beruházási költséget, bizonytalan gazdasági hasznot* és a *technológia összetettségét* említik a precíziós technológiák terjedését gátló tényezők között. A jelen és

várható környezeti szabályozás ismeretében ugyanakkor a termelők úgy látják, hogy a helyspecifikus gazdálkodás, a technológia adaptációjának egyik mozgatórugója a környezeti előny lehet. A kis és közepes területnagyságon termelők több szempontból nagy hátránnyal küzdenek a nagyobb gazdaságokhoz képest. A nagyobb méretű gazdaságok esetében a mérethatékonyság is gazdasági előnyt jelent. Továbbá, a „nagy termelők” általában magasabb iskolai végzettséggel rendelkeznek, és kevésbé tartanak a technológiától, mint a „kisebb termelők”. Ezek a jellemzők arra engednek következtetni, hogy a technológiai újdonságok – beleértve a helyspecifikus gazdálkodást is – nem méret semlegesek (URL²).

Daberkow et al. (2000) vizsgálatuk alapján azt a következtetést vonták le, hogy a farm mérete kapcsolatban áll az innovációra való hajlammal és kapacitással, valamint új technológiák alkalmazásával.

Fountas et al. (2005) megállapítják, hogy az USA-ban valamivel gyorsabban terjed a precíziós növénytermelés alkalmazása, mint Európában, feltehetően a nagyobb birtokméret és táblaméret, illetve a specializáció miatt. A precíziós növénytermelést folytató farmerek körében végzett felmérés azt mutatta, hogy az általuk művelt átlag-területméret a válaszolók esetében mind Dániában, mind az USA-ban nagyobb volt, mint az ország átlagos farmmérete. Az eredményeikkel igazolják, hogy a nagyobb gazdaságokban nagyobb valószínűséggel alkalmazzák a precíziós növénytermelést.

Fountas et al (2005) szerint a precíziós növénytermelés alkalmazást befolyásoló tényezők között a farm mérete áll az első helyen, mivel az információ és a beruházási költségek magasak, a kisebb gazdaságok ezt nem tudnák kigazdálkodni.

Lowenberg-Deboer és Swinton (1995) megállapították, hogy a gépesített mezőgazdaságban a precíziós eszközök növelik az input használat hatékonyságát.

Atherton et al. (1998) in Batte - Arnholt (2003) szerint a precíziós növénytermelés nyereségességét nehéz előre megbecsülni. Mivel a technológia helyspecifikus, az előny is valószínűleg helyspecifikus.

Khanna et al. (1999) vizsgálatai szerint a magas bekerülési költség, a bizonytalan nyereségnövekedés, a korlátozott információ és a nem eléggé bizonyított előny (hozam, input-felhasználás, környezeti terhelés) gátolták a technológia alkalmazását. Feltehető, hogy a jobb minőségű talajon gazdálkodók nagyobb valószínűséggel alkalmazzák a precíziós növénytermelés eszközrendszerét, mint a rosszabb minőségű talajjal bírók.

Számos szerző utal arra, hogy a precíziós növénytermelés előnyeit nehéz számszerűsíteni (Lowenberg-Deboer és Swinton (1995), Khanna et al. (1999), Reichardt és Jürgens (2009) különösen, ha szélesebb körben nézve a környezeti, élelmiszerbiztonsági és egyéb, nem számszerűsíthető előnyöket is figyelembe vesszük. Reichardt és Jürgens (2009) 2001 és 2006 években végzett kérdőíves felmérést Németországban. Felmérésük alapján a megkérdezett precíziós technológiát használók fele (56,6% 2001 és 51% 2006) nyilatkozott úgy, hogy a helyspecifikus technológia segítségével nagyobb nyereséget realizáltak, bár ezt számszerűsíteni nehezen tudták. Az említett tényezők között a kevesebb műtrágya szükségletet, és a tábla jobb ismeretét említették. A potenciális alkalmazók első lépésként a GPS alapú táblaméretezést vezetnék be gazdaságukban, majd a talajminta-vételezéssel és a hozamtérképezéssel folytatnák.

2.6.2. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők, lehetséges stratégiák a fejlődő országokban

A korszerű technológiáknak a gyakorlatba való átültetése során problémák jelentkezhetnek, annak ellenére, hogy fejlett technológiai és gazdálkodási viszonyoknak megfelelően történt a megvalósításuk. (Samuelson és Nordhaus, 1997). Amennyiben a technológiai adaptáció iránya egy kevésbé fejlett gazdaságú ország, ahol a szakértelem és tőke nem áll elegendő mértékben rendelkezésre, a technológia terjedését további gátló tényezők hátráltathatják.

Mondal és Basu (2009) vizsgálatai rámutatnak a fejlődő országok precíziós növénytermelés bevezetésével kapcsolatos problémáira. Az egyes precíziós technológiai elemek alkalmazása alapján alapvetően három csoportba sorolják a fejlődő országok esetében a helyspecifikus technológiai alkalmazásokat: „egyszerű precíziós növénytermelés technológia”, „precíziós növénytermelés technológia csomag” (melyből a felhasználó választhat egy vagy több alkalmazást), és „integrált precíziós növénytermelés technológia” (4. táblázat). A fejlődő országokban a kisebb gazdaságok számára például az „egyszerű precíziós növénytermelés technológia” lehet az alkalmazható, itt a viszonylag olcsó, kis gépeknél is üzemeltethető a változtatható adagú kijuttatás (Variable Rate Technologies, VRT).

A virtuális földrendezés és a szövetkezés, vagy az együttműködés (gépkör) bizonyos mértékig megoldást jelenthet a méretproblémákra, és alapot szolgáltathat néhány kifinomult precíziós növénytermelés technológia például a „precíziós növénytermelés technológia csomag” alkalmazásához. Néhány növénykultúra esetében jól szervezett a termelési

rendszer, itt „*integrált precíziós növénytermelés technikák*” adaptálása is lehetséges.

4. táblázat: Fejlődő országokban javasolt precíziós növénytermelés adaptálási stratégiák

Precíziós növénytermelés adaptálási stratégia	Technológia	Célcsoport
Egyszerű precíziós növénytermelés technológia	Egyszerű, alacsony szintű precíziós technológiák, LCC, kis gépekre alapozott VRT stb.	Kisméretű gazdaságok
precíziós növénytermelés technológia csomag	SPAD ¹ , LCC ² , DSS ³ , GIS, VRT, GPS stb.	„jól fizető” növények, ültetvények, szövetkezetek
Integrált precíziós növénytermelés technikák	On-line érzékelők, képfeldolgozás, távérzékelés (RS), hozam-monitoring rendszerek, VRT, GPS, stb.	Jól szervezett gazdálkodási rendszerek

¹SPAD – klorofilmérő készülék; ²LCC – levélszín analizáló készülék; ³DSS – számítógépes szoftver, ami segít a vízgazdálkodás, műtrágya felhasználás és növényvédelem megtervezésében India - Kerala tartományában.

Forrás: Mondal és Basu (2009) nyomán

A fejlődő országokban általános jelenség a tudásszegénység és a kisméretű, elaprózott gazdaságok dominanciája. Ezek a kis gazdaságok kvázi helyspecifikus gazdálkodást folytatnak, hiszen a gazdálkodók jól ismerik a táblákon belüli változékonyságot (Maohua, 2001). A precíziós növénytermelés kínai bevezetésének lehetőségét elemezve Maohua (2001) a szaktanácsadói rendszer kiépítésének jelentőségét emeli ki. A szaktanácsadók segítségével a nagyméretű gazdaságok, ún. „high-tech” mezőgazdasági üzemek mintaként, bemutató üzemekként működhetnének, amivel a további terjedést elősegíthetnék. A lehetőségek között kiemeli,

hogy az információ-alapú gazdaság korában a fejlődő országok hátránya az új technológiák adaptálásában lecsökkent. A bemutató, ún. kísérleti gazdaságokon (hangsúlyosan állami tulajdonban lévő nagy mezőgazdasági üzemeken) keresztül látja a helyspecifikus technológiák bevezetésének és elterjesztésének módját.

2.6.3. A precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők, az alkalmazás jelenlegi helyzete Magyarországon

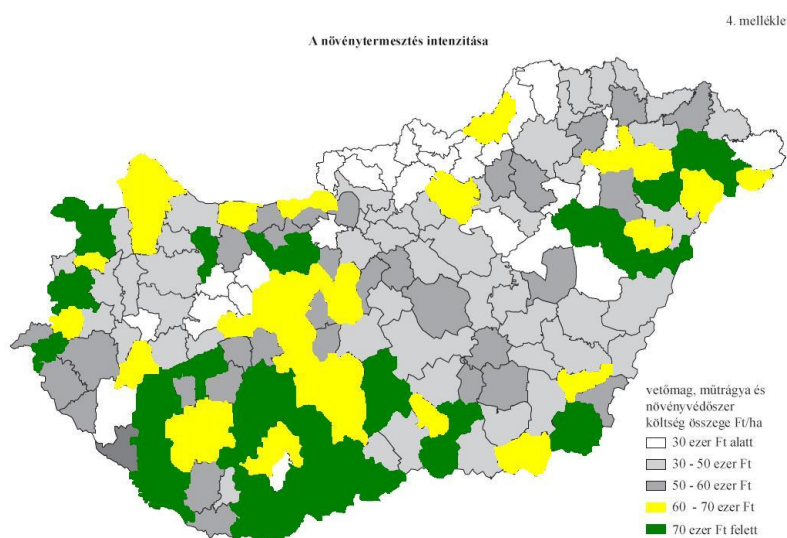
Székely et al. (2000/a, 2000/b) kutatásaik alapján azt a következtetést vonják le, hogy a precíziós növénytermelés a megszokottnál lényegesen több információt bocsát rendelkezésre a növénytermelésben, ami a mikro-termőhelyeknek jobban megfelelő technológiákat tesz lehetővé. Fontos, hogy a precíziós technológia hazai bevezetése során ne keletkezzen jelentős lemaradásunk a fejlettebb országokhoz képest, de ugyanakkor felesleges, idő előtti beruházások se történjenek. Hasonlóképpen nyilatkozik Lengyel és Rechnitzer (2004), szerintük a késői többség a szakmai és társadalmi hálózataikat felhasználva a korai alkalmazók és a korai többség tapasztalatai alapján dönt az új technológia alkalmazásáról. A technológia megítélésében fontos a korai bevezetési szakasz, sokat ronthat a technológia „siettetése”, „erőltetése”.

Lakner et al. (2007) is ösztönzi a precíziós technológiák bevezetését: a precíziós mezőgazdaság eszközeit sokoldalúan alkalmazó, a precíziós növénytermelés eszközrendszerére alapozott agrártermelési struktúra kialakítását javasolja.

Pitlik és Pető (2002) véleménye alapján a precíziós növénytermelés nagyobb mértékű elterjedése a valódi igényeket kielégíteni képes

mezőgazdasági információs rendszerek alkalmazása felé mutat, ezért nem elhanyagolható szempont a precíziós növénytermelés alkalmazásánál a technikai színvonal fejlettsége. Husti (1998) in Késmárki-Gally (2006) szerint fontos az agrár-innovációs folyamat műszaki fejlesztési fázisában figyelembe venni azt is, ami az emberi erőforrás-gazdálkodásban integrálódik, hiszen az embernek a mezőgazdasági termelésben is meghatározó, mással nem helyettesíthető szerepe van.

Az AKI 2007. évi tesztüzemi adatai alapján készített inputanyag felhasználás mértékének eloszlását vizsgálva jól körvonalazódnak Magyarországon azok a térségek, ahol a precíziós növénytermelés technológiájának létjogosultsága lehet (11. ábra). A térképen jelölt jelentősebb inputanyag felhasználású területek esetében kisebb megtakarítási szint esetén is, nagymértékben csökkenhet a precíziós eszközberuházás megtérülési ideje.



Forrás: AKI 2007. évi tesztüzemi adatok alapján saját szerkesztés

11. ábra: AKI 2007. évi tesztüzemi rendszer adatai alapján összeállított inputanyag felhasználás mértéke Magyarországon

Megvizsgálva ezeket a térségeket azt tapasztaljuk, hogy a precíziós növénytermelés alkalmazására való hajlandóság, illetve az innovatív mezőgazdasági vállalkozások is a nagyobb inputanyag felhasználó térségekben található.

Az inputanyag felhasználáson kívül az aranykorona érték (12. ábra) támpontul szolgálhat a gazdaság termelésének extenzív vagy intenzív voltáról, valamint az elérhető termésátlagok nagyságáról.



Forrás: Kovács T. (1996)

12. ábra: A magyarországi termőföldek aranykorona értéke

Pfau és Széles (2001) szerint például (5. táblázat) 15-20 Ak-értékű szántóföldön termesztett őszi búza - megfelelő tápanyagellátással - 5 t/ha körül, míg kukoricából 6,6 t/ha termést takaríthatunk be.

5. táblázat: Néhány fontosabb szántóföldi ágazat hozama földminőség kategóriák szerint (t/ha)

Magnevezés	Ágazati aranykorona érték						
	10,0 alatt	10,1- 15,0	15,1- 20,0	20,1- 25,0	25,1- 30,0	30,1- 35,0	35,1 felett
Búza	3,83	4,51	5,13	5,46	5,71	6,16	5,62
Kukorica	4,47	5,51	6,65	7,74	8,03	8,11	8,59

Forrás: AKII füzetek 12. 1984 - Pfau E. - Széles Gy. 2001 106 p.

Mint az előbbiekből is kitűnik, a megfelelő termésátlaghoz nélkülözhetetlen az optimális inputanyag felhasználás, s ezen belül a műtrágya és növényvédőszer felhasználása. Barkaszi L. (2007) vizsgálatai alapján megállapítja, hogy az egy hektárra felhasznált összes műtrágya mennyiségek esetében a társas üzemek az általa vizsgált időszakban az egyéni üzemeknél jelentősen, mintegy 10-15%-kal több műtrágya hatóanyagot használtak fel. Az EFMA (Európai Műtrágyagyártók Szövetsége) tanulmányában (Helmuth, 2001) az EU-hoz 2002. után csatlakozó országokban a műtrágya felhasználás növekedését prognosztizálja, melynek azonban határt szab az országok gazdasági helyzete. Az elemzés szerint a növekedés ellenére az előre jelzett időszak végén is sokkal kevesebb műtrágyát használunk majd fel, mint a nyolcvanas években. Ezt a kevesebb műtrágyát azonban okszerűen - a növény igényeinek megfelelően - kell kijutatni.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok végzéséhez a Lajta-Hanság Rt. (jogutódja a Mezőrt Rt.), valamint a Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Vállalatgazdasági és Vezetéstudományi Intézete (és jogelődjei) nyújtottak háttérrel.

A szakirodalmi áttekintés hazai és nemzetközi kiadványok, tanulmányok, konferencia előadás anyagok és tudományos publikációk feldolgozásával készült. Habár a precíziós növénytermelés technikai hátterével, az egyes elemek (pl. hozamtérképezés, helyspecifikus műtrágyázás és növényvédelem) ökonómiai elemzésével több – elsősorban külföldi – tanulmány is foglalkozik, a kifejezetten mérhető hatékonysággal foglalkozó források meglehetősen korlátozottan állnak rendelkezésre. A szakirodalmi hivatkozások jelentős hányadát az Interneten keresztül elérhető on-line, elektronikus kiadványokból letölthető szakkikk feldolgozása adja. A téma részletes feldolgozásához további nagy segítséget nyújtottak a kapcsolódó témakörökben (precíziós növénytermelés műszaki háttere, technológiai elemei) készült doktori (PhD) értekezések vizsgálati eredményei, tézisei.

A precíziós növénytermelés ökonómiai elemzéséhez és értékeléséhez szükséges adatok a hazai és nemzetközi adatbázisokból kerültek kiválasztásra. A hazai adatbázisok közül az Agárgazdasági Kutató Intézet Tesztüzemi rendszerének, valamint a Központi Statisztikai Hivatal adatait használtam fel. A külföldi adatbázisok közül elsősorban az Eurostat Farm Accountancy Data Network adataira támaszkodtam.

Az elvégzett vizsgálatok több, céljában jól elkülönülő szakaszra oszthatók (6. táblázat).

6. táblázat: Elvégzett vizsgálatok időrendben

Vizsgálati szakasz	Vizsgálati cél	Célcsoport/helyszín	
1.	Hozamtérképezés gyakorlati hasznának, technikai hátterének megismerése, ökonómiai elemzés elvégzése	Lajta-Hanság Rt.	2000
2.	Precíziós növénytermelés bevezetését befolyásoló tényezők Magyarországon	Gazdálkodók, mezőgazdasági vállalkozók	2003
3.	A precíziós gyomszabályozás üzemi alkalmazásának ökonómiai feltételei	NymE MÉK Tangazdaság	2004
4.	Az iskolai végzettség befolyásoló hatásának vizsgálata	Szakképző intézmények oktatói, tanárai	2004
5.	A precíziós növényvédelem lehetséges hatásai a kukorica terméseredményeire	Lajta-Hanság Rt.	2005
6.	A precíziós növénytermeléshez szükséges beruházás megtérülésének, az inputanyagok megtakarításának és az optimális üzemméret meghatározása		2009

Forrás: Saját szerkesztés 2009.

3.1. Nagyüzemi vizsgálatok

A vizsgálatok – és gyakorlatilag a témaválasztás – hátterét az 1998 és 2000 között, a Lajta-Hanság Rt-nél növénytermesztői beosztásban végzett gyakorlati munka adta. Növénytermesztő mérnökként feladatom volt a precíziós növénytermelés – konkrétan a hozamtérképezés – bevezetése, majd működtetésének koordinálása. A bevezetés és a gyakorlati felhasználás elindítását követően több alkalommal kértek fel szaktanácsadásra (2000 – 2005 között), így külső szakértőként továbbra is betekintést nyerhettem a technológia (hozamtérképezés) alkalmazásának gyakorlatába, hasznosíthattam ökonómiai és agrotechnikai ismereteimet.

Ezen időszak alatt szerzett tapasztalataim fontos részét képezik a dolgozatnak, és ezek a tapasztalatok, ismeretek indukálták, illetve alapot biztosítottak további empirikus vizsgálatok elvégzéséhez.

2004 és 2006 években egy a precíziós gyomszabályozás üzemi alkalmazását/alkalmazhatóságát, kérdéseit vizsgáló kutatási csoport tagjaként modellszámításokat végeztem. A saját vizsgálatokhoz – a kutatás ezen szakaszában – elsősorban az AKI tesztüzemi rendszer adatait használtam fel.

3.2. Precíziós növénytermelés elterjedését befolyásoló tényezők vizsgálatánál alkalmazott módszerek

A vizsgálatok második szakaszában a primer kutatási módszerek közül a kérdőíves felmérés kínálta a legjobb lehetőséget a precíziós növénytermelés elterjedésének, gyakorlati lehetőségeinek vizsgálatára. A kérdőív összeállítása Tomcsányi (2000) és Lehota (2001) iránymutatásai alapján történt.

A precíziós növénytermelés bevezetését befolyásoló tényezőket a gazdálkodók körében végzett kérdőíves felméréssel vizsgáltam 2003 év nyarán. A végleges kérdőíven feltett kérdések zömmel gyakorlati tapasztalatokon alapulva, valamint a gazdálkodókkal történt egyeztetések, próbakérdések alapján kerültek összeállításra. A kérdőívben többnyire zárt – dichotóm és több kimenetelű – kérdések szerepeltek. A nyitott kérdésfeltevéssel a gazdálkodók véleményét kértem ki a precíziós növénytermelés bevezetésének lehetőségeiről, az alkalmazás tapasztalatairól. A 2003-as évben gazdálkodóknak kiküldött 120 véletlenszerűen (nem célzottan precíziós növénytermelést alkalmazóknak) kiküldött kérdőívből (1. melléklet) 58 db értékelhető érkezett vissza, mely

48%-os válaszadási arányt jelentett. A válaszadók közül az 1000 ha alatti területen gazdálkodók aránya 34,09% az 1000 ha felettieké pedig 65,91% volt.

Az adatok feldolgozásához és értékeléséhez Microsoft Excel programot és az EasyReg programcsomagból (Bierens, 2004) a *Tobit modellt* használtam fel. A Tobit modellt először a genetikailag módosított növények alkalmazását befolyásoló tényezők vizsgálatára használták 1958-ban. A módszerrel megbecsülhető egy új technológia adaptálásának valószínűsége, valamint az adaptáció mértéke. A Tobit modellt több korábbi, az új technológiák bevezetését vizsgáló tanulmányban is felhasználták már (Norris és Batie, 1987 in Conrejo et al, 2001; Gould et al. 1989. in Conrejo et al, 2001).

A 2003-as felmérés eredményeire alapozva (melyben megállapítható volt, hogy a végzettség és a döntéshozó kora befolyással bír az új technológiák – precíziós növénytermelés - bevezetése iránti hajlandóságra), egy következő kutatási fázisként 2004-ben további vizsgálat elvégzésére került sor az iskolai végzettség befolyásoló hatásának elemzése céljából. A kutatás kiterjedt olyan szakközépiskolákra, ahol növénytermesztő technikus, mezőgazdasági technikus és mezőgazdasági gépészmérnök képzés folyik. Ennek azért van jelentősége, mert ebből a körből kerülhetnek ki a jövőbeli középszintű vezetők, illetve az új technológiák potenciális gyakorlati végrehajtói.

3.3. Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor modellje

A precíziós növénytermeléshez szükséges beruházás megtérülésének, az inputanyagok megtakarításának és az optimális

üzemméret meghatározásához fejlesztett a „precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” modell, a Microsoft Excel program segítségével.

A „Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” modellje figyelembe veszi külső (exogén) esemény (pl. betéti kamatláb) hatását is, illetve e tényező következtében a létrejövő állapotváltozásokat, az egymást követő időpontokban (az eltelt évek függvényében).

A „precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” kidolgozásakor az AKI tesztüzemi rendszer adatait (a társas vállalkozásokra vonatkozóan), illetve a 2009-ben érvényes IKR gépkereskedelmi árakat használtam fel. A vizsgált évek a hozzáférhető legfrissebb adatokat adják (2009. augusztus), így az ezekből levonható következtetések is aktuálisnak tekinthetők. A „precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” összeállításához személyes mélyinterjúkat folytattam így a 2009-ben érvényes kereskedelmi árakat is a rendelkezésemre bocsátották (melyek természetesen az egyedi kondíciók alapján változhatnak).

A szimuláció a valóság bizonyos részének (a valóságban is létező rendszer modelljének) felépítése, valamint kísérlet végrehajtása a jelenség teljesebb megismerése céljából. A mezőgazdaságban meglévő bizonytalansági tényezők miatt, a döntés pillanatában optimálisnak tekinthető megoldás mellett is lehetséges, hogy a végrehajtás pillanatában már egy másik „optimum” lép előtérbe. Ha a szimuláció kapcsán eltekintünk az optimum keresésének kötöttségétől a matematikai modell valósághűsége a rendelkezésre álló adatoktól (mennyiségétől és megbízhatóságától) függ. A matematikai modell e típusát *numerikus modell*nek nevezzük. Jellemzően nem optimalizálási célt szolgál, inkább a vizsgált jelenség matematikai leírását adja az összefüggések analitikus megoldása nélkül. A szimuláció alapját adva segítségével a problémák jóval

szélesebb körének tanulmányozására nyílik lehetőség (Csáki és Mészáros, 1981).

A többlethozam megtermelésében a növénytermelés külső tényezőinek (csapadék, hőmérséklet, talajtípus, növény számára felvehető tápanyagok stb.) szerepe – így magának a precíziós növénytermelés alkalmazásának is – nehezen számszerűsíthető.

A Nettó jelenérték (NPV) és a Belső megtérülési ráta (IRR) beruházás gazdaságossági számítások jövedelemmel számolnak, ezért alkalmazásuktól a modellben el kell tekintenem, mivel az alkalmazott numerikus modellben az inputanyagok (növényvédőszer, műtrágya, vetőmag) lehetséges költségmegtakarításából indulok ki.

A numerikus modell (Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor) (7. táblázat) a beruházás döntés előkészítése során adhat támpontot a gazdálkodóknak. A modell azon precíziós növénytermelés eszközöknél alkalmazható, amelyek inputanyag kijuttatására használatosak és várható inputanyag megtérülése realizálható. Alapvetően statikus modellszámításokra alkalmas eszköz, de erősen függ a felhasználó beállítottságától (pl.: az elvárt megtakarítási szint megadásakor).

7. táblázat: A numerikus modell felépítése

A	B	C					D	E	F	G	H				
	Betéti kamat	Kamatos kamat számítása (E Ft)						Megtakarítási szint			Várható megtérülés (E Ft/év)				
Precíziós eszköz (E Ft)	0,00%	1év	2év	3év	4év	5év	Input anyag (Ft/ha)	0,00%	ha	E Ft/év	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év
500	0,000	500	500	500	500	500	0	0	0	0	-500	-500	-500	-500	-500
1 000		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000					-1 000	-1 000	-1 000	-1 000	-1 000
1 500		1 500	1 500	1 500	1 500	1 500					-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500
2 000		2 000	2 000	2 000	2 000	2 000					-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000
2 500		2 500	2 500	2 500	2 500	2 500					-2 500	-2 500	-2 500	-2 500	-2 500
3 000		3 000	3 000	3 000	3 000	3 000					-3 000	-3 000	-3 000	-3 000	-3 000
3 500		3 500	3 500	3 500	3 500	3 500					-3 500	-3 500	-3 500	-3 500	-3 500
4 000		4 000	4 000	4 000	4 000	4 000					-4 000	-4 000	-4 000	-4 000	-4 000
4 500		4 500	4 500	4 500	4 500	4 500					-4 500	-4 500	-4 500	-4 500	-4 500
5 000		5 000	5 000	5 000	5 000	5 000					-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000
5 500		5 500	5 500	5 500	5 500	5 500					-5 500	-5 500	-5 500	-5 500	-5 500
6 000		6 000	6 000	6 000	6 000	6 000					-6 000	-6 000	-6 000	-6 000	-6 000
6 500		6 500	6 500	6 500	6 500	6 500					-6 500	-6 500	-6 500	-6 500	-6 500
7 000		7 000	7 000	7 000	7 000	7 000					-7 000	-7 000	-7 000	-7 000	-7 000
7 500		7 500	7 500	7 500	7 500	7 500					-7 500	-7 500	-7 500	-7 500	-7 500
8 000		8 000	8 000	8 000	8 000	8 000					-8 000	-8 000	-8 000	-8 000	-8 000
8 500		8 500	8 500	8 500	8 500	8 500					-8 500	-8 500	-8 500	-8 500	-8 500
9 000		9 000	9 000	9 000	9 000	9 000					-9 000	-9 000	-9 000	-9 000	-9 000
9 500		9 500	9 500	9 500	9 500	9 500					-9 500	-9 500	-9 500	-9 500	-9 500
10 000		10 000	10 000	10 000	10 000	10 000					-10 000	-10 000	-10 000	-10 000	-10 000
7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	-7 300	-7 300	-7 300	-7 300	-7 300					

Forrás: saját vizsgálat, 2009

A fent említett modell az alábbi tényezőkkel számol:

A oszlopban: a precíziós növénytermelés pótlólagos eszközberuházásának költség szintjei találhatóak 500 E Ft-tól – 10 000 E Ft-ig, 500 E Ft-ként emelkedve. Azért választottam ezt az intervallumot, mert a precíziós növénytermeléshez kapcsolható (elsősorban inputanyag kijuttatásra szolgáló) eszközök beruházási költségei általában ilyen értékhatárok közé sorolhatók.

A táblázat alján lévő cellába a pontos pótlólagos eszközberuházás költsége beírható, mely alapján a lent felsoroltak szerint kalkulál a numerikus modell.

B oszlopban: a modellben a betéti kamat szabadon választható, melyre 5 évre kamatos kamatot számít.

C oszlopban: kamatos kamat számítása 5 évre (a pótlólagos eszközberuházás kamatos kamattal növelt értékét tartalmazza az oszlop), az alábbi képlet alapján számított:

p = piaci kamatláb

t = évek száma

$$X_t = X_0 (1 + p)^t$$

D oszlopban: ebben az oszlopban az adott gazdaságra jellemző és a precíziós növénytermelés eszközrendszere által érintett inputanyag hektáronkénti költsége kerül megadásra Ft/ha-ban.

E oszlopban: a *növényvédelemi* – ezen belül is a gyomirtás kapcsán - input megtakarítás tekintetében a vizsgált növényfaj, területnagyság és helyszín

stb. vonatkozásában változatos és széles megtakarítási intervallumban találhatóak szakirodalmi utalások (8. táblázat). A precíziós növényvédelem kapcsán - elsősorban gyomirtásra vonatkozóan - a numerikus modellben 10% - 40% közötti intervallumot ajánlásként határoztam meg, és ezen az intervallumon belül adtam meg egy konkrét értéket.

8. táblázat: A precíziós növényvédelem (gyomirtás) során elért megtakarítási szintek szakirodalmi források alapján

Forrása	Publikáció éve	Precíziós növényvédelem (gyomirtás) szakirodalmi megtakarítási szintjei (%)
Gerhard	1997	40 - 54
Leiva et al.	1997	27 - 95
Luschei et al.	2001	59
Gerhards et al.	2003	21 - 94
Nagy	2004	90 <
Takácsné	2008	30 - 40
Lencsés	2008	35

Forrás: Saját összeállítás, 2009.

A precíziós növénytermelés *műtrágya* megtakarításával kapcsolatban nehezebb intervallumokat meghatározni. Bár történtek erre vonatkozóan is vizsgálatok, például Takácsné (2003) in Lencsés (2008) a tápanyagellátás megtakarítását 25%-ra teszi.

Amennyiben figyelembe vesszük a termesztett növényeink fő- és melléktermékei által felvett (N, P, K stb.) tápanyagokat, akkor a műtrágyázási irányelvektől történő nagymértékű eltérés esetében a termésátlagok kerülnek veszélybe (főképp, ha a csapadék mennyisége és eloszlása sem kedvező a vegetációs időszakban). Ezen tényezők miatt a műtrágyázás esetében a megtakarítási intervallumot 5% - 25% között

ajánlasként határoztam meg, és ezen az intervallumon belül adtam meg egy konkrét értéket. Az 5%-os minimum intervallumnál kisebb megtakarítás figyelembe vételét nem tartom célszerűnek a megtérülés elhúzódása miatt.

A *vetőmag* megtakarítási intervallumainak meghatározása során alapvetően figyelembe kell venni a növényfaj (esetleg fajta) sajátosságait. Az ajánlott hektáronkénti minimum és maximum tőszám értékekből indultam ki (9. táblázat) és mintegy átvéve e határokat fogalmaztam meg ajánlást a megtakarítási intervallumra 5% - 15% között. Itt kell megjegyezni, hogy a helyspecifikus vetéssel kapcsolatban kevés a hazai szakirodalmi forrás és gyakorlat.

9. táblázat: Fontosabb szántóföldi növények hektáronkénti tőszám adata

Növény	Tőszám (csíra/ha)
Őszi búza	5 millió
Őszi árpa	4,5 - 5,5 millió
Tavaszi árpa	4 - 4,5 millió
Rozs	4,5 - 4,7 millió
Zab	4,8 - 5 millió
Kukorica (FAO 2-300)	68 - 80 ezer
Kukorica (FAO 4-500)	55 - 65 ezer

Forrás: saját összeállítás, 2009

Az előbbieken felsorolt inputanyagok vonatkozásában a peremfeltételek nincsenek beintegrálva a modellbe, a kalkulációt végző személy számára ajánlasként vehető figyelembe:

- a precíziós növényvédelemnél (elsősorban gyomirtás) 10% - 40% közötti intervallum,
- a precíziós műtrágyaszórásnál 5% - 25% közötti intervallum,

- a precíziós vetés esetében pedig 5% - 15% közötti intervallumban mozoghat a saját (gazdaság specifikus) megtakarítási szint megadása során.

Mivel a numerikus modell egy előkalkulációra ad lehetőséget és nem számol minden a precíziós növénytermelést érintő tényezővel (pl. környezeti, közgazdasági és humán tényezővel) az itt felsorolt maximum intervallumokon kívüli megtakarítások csak erősíthetik a precíziós növénytermelés eszközrendszerének bevezetését.

F oszlopban: a kalkuláció során az a területnagyság lett figyelembe véve, melyen a precíziós növénytermeléshez szükséges pótlólagos eszközberuházással érintett eszköz alkalmazásra kerülhet. A modellben tehát a területnagyság:

- megadása tetszőleges, illetve
- célérték kereséssel számítható.

G oszlopban: a modell segítségével kiszámítható az évenkénti várható megtakarítás összege, az F oszlopban található hektárra vonatkozóan (Ft/év).

A megtakarítás összegét (**G oszlop**) megkapjuk, a hektáronkénti inputanyag költségének (Ft) (**D oszlop**), a megtakarítási szintnek (%) (**E oszlop**), és a területnagyságnak (hektár) (**F oszlop**) szorzataként ($G=D*E*F$).

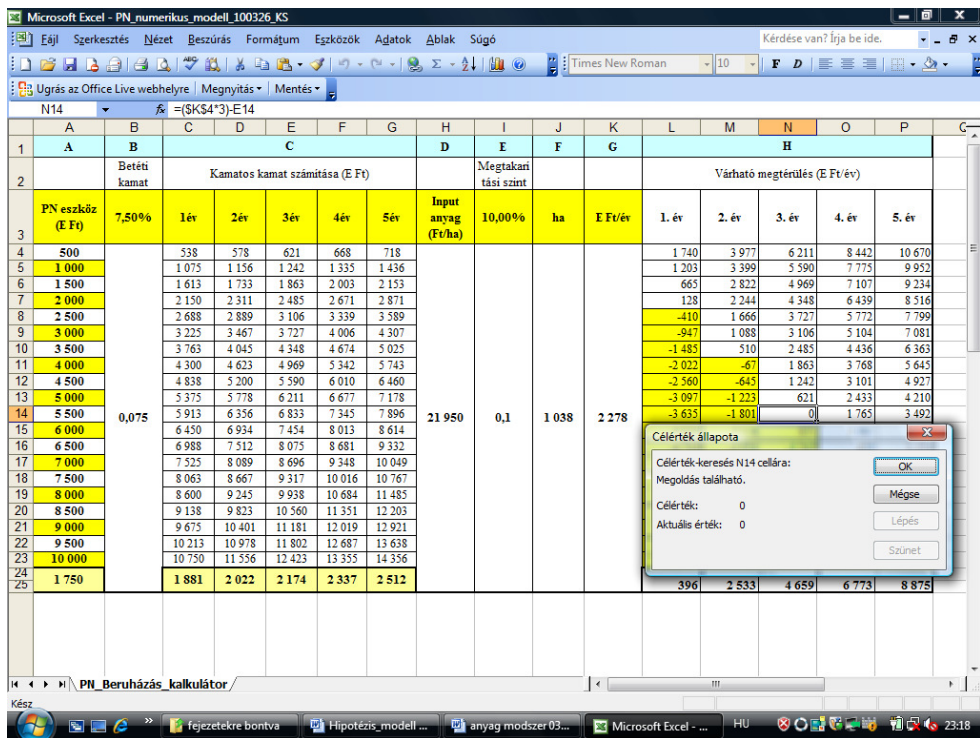
H oszlopban: a „Megtérülés 1-től 5 évig” oszlopok azt mutatják, hogy az eszközberuházás költsége a fenti tényezők figyelembevételével előreláthatólag hány év alatt térül meg. A megtérülés tényét eltérő színekkel jelöltem a modellben, a fehér cella háttér utal a megtérülésre, a sárga cella háttér azt mutatja, hogy az eszközberuházás még nem térült meg.

A modell kidolgozásához használt MS Excel 2003 program lehetőséget adott célérték keresésére. Meghatározható tehát, hogy adott precíziós növénytermeléshez szükséges pótlólagos beruházási érték (a példában 5,5 millió Ft) és megtérülési év (a példában 3 év) feltételek mellett a jelölt célcella értékét 0-nak véve (mintegy „fedezeti pontként” kezelve), módosuló cellaként pedig a szükséges hektárt megjelölve (13. ábra), mekkora területnagyság szükséges (a példában 1038 ha) (14. ábra), ha a többi tényezőt (inputanyag felhasználás szintje és a megtakarítási szint) változatlanul hagyjuk.

PN eszköz (E Ft)	Betéti kamat	Kamatos kamat számítása (E Ft)					Input anyag (Ft/ha)	Megtakarítási szint	ha	E Ft/év	Várható megtérülés (E Ft/év)				
	7,50%	1év	2év	3év	4év	5év	10,00%			1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	
500		538	578	621	668	718				-208	81	367	649	928	
1 000		1 075	1 156	1 242	1 335	1 436				-746	-497	-255	-18	211	
1 500		1 613	1 733	1 863	2 003	2 153				-1 283	-1 075	-876	-686	-507	
2 000		2 150	2 311	2 485	2 671	2 871				-1 821	-1 653	-1 497	-1 354	-1 225	
2 500		2 688	2 889	3 106	3 339	3 589				-2 358	-2 231	-2 118	-2 022	-1 943	
3 000		3 225	3 467	3 727	4 006	4 307				-2 896	-2 808	-2 739	-2 689	-2 661	
3 500		3 763	4 045	4 348	4 674	5 025				-3 433	-3 386	-3 360	-3 357	-3 378	
4 000		4 300	4 623	4 969	5 342	5 743				-3 971	-3 964	-3 981	-4 025	-4 096	
4 500		4 838	5 200	5 590	6 010	6 460				-4 508	-4 542	-4 603	-4 693	-4 814	
5 000		5 375	5 778	6 211	6 677	7 178				-5 046	-5 120	-5 224	-5 360	-5 532	
5 500	0,075	5 913	6 356	6 833	7 345	7 896	21 950	0,1	150	329	-5 583	-5 697	-5 845	-6 028	-6 250
6 000		6 450	6 934	7 454	8 013	8 614				-6 121	-6 235	-6 383	-6 566	-6 788	
6 500		6 988	7 512	8 075	8 681	9 332				-6 659	-6 773	-6 921	-7 104	-7 326	
7 000		7 525	8 089	8 696	9 348	10 049				-7 197	-7 311	-7 459	-7 642	-7 864	
7 500		8 063	8 667	9 317	10 016	10 767				-7 735	-7 849	-8 007	-8 190	-8 412	
8 000		8 600	9 245	9 938	10 684	11 485				-8 273	-8 387	-8 545	-8 728	-8 950	
8 500		9 138	9 823	10 560	11 351	12 203				-8 811	-8 925	-9 083	-9 266	-9 488	
9 000		9 675	10 401	11 181	12 019	12 921				-9 349	-9 463	-9 621	-9 804	-10 026	
9 500		10 213	10 978	11 802	12 687	13 638				-9 887	-10 001	-10 159	-10 342	-10 564	
10 000		10 750	11 556	12 423	13 355	14 356				-10 425	-10 539	-10 697	-10 880	-11 092	
1 750		1 881	2 022	2 174	2 337	2 512				-1 552	-1 364	-1 186	-1 020	-866	

Forrás: Saját vizsgálat, 2009

13. ábra: Célérték keresés I.



Forrás: Saját vizsgálat, 2009

14. ábra: Célérték keresés II.

„A gőzekével való művelés, tehát nem mindenütt egyenlő értékű, és a hol alkalmazását tervbe vesszük, apróra megfontolandók mindazon körülmények, melyek eredményeire közvetve vagy közvetlenül befolyással lehetnek. Ezek sorába tartoznak: a talaj égalji viszonyok, a művelendő terület nagysága, alakja, hozzáférhetősége, a termelt növények minősége, a fogatos erő költsége, cselédviszonyok, a tüzelő anyag ára, végre a rendelkezésre álló tőke és értelmiség.”

„A hol az imént felsorolt természeti és társadalmi feltételek egészben vagy csak részben hiányoznak, ott még nem érkezett meg a gőzerővel való szántás korszaka, ott elégedjünk meg a jó fogatos eszközökkel, ha a magunk kárán való tanulást elkerülni akarjuk; mert kísérletezésnek itt nincs helye, hanem tüzetes megfontolás, spekulatív számítás az alap, melyből kiindulnunk kell.”

Hensch Árpád (1885)

4. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

4.1. Nagyüzemi vizsgálatok

4.1.1. A precíziós növénytermelés tapasztalatai és lehetőségei a Lajta-Hanság Részvénytársaságban

A kiinduló vizsgálatokra – technológia bevezetése, műszaki-technológiai megoldások, a technológia költségvonzata és a megtakarítási lehetőségek – 2000 és 2001 években a Lajta-Hanság Rt. (LH Rt.) üzemeiben került sor. Ezek az elemzések, az eredmények szolgáltak alapul a további vizsgálatok meghatározásához és elvégzéséhez.

A Lajta-Hanság Rt. termőföldjei elsősorban Mosonmagyaróvár környékén helyezkednek el, növénytermesztésének elsődleges feladata a jelentős állatállomány megfelelő minőségű és mennyiségű takarmánnyal történő ellátása, így a vetésszerkezete is ennek megfelelően alakul. A Lajta-Hanság Rt. több mint 10 000 ha szántóterülettel rendelkezik, melyből közel 9000 ha-on folytatnak növénytermesztést (kalászos gabona, kukorica, ipari és olajnövény, zöld és szálas takarmány előállítását).

A gazdaságban potenciálisan elérhető termésátlagok nagyságáról az aranykorona érték is tájékoztathat. A LH Rt. szántóföldi területeinek átlagos aranykorona értékét (10. táblázat) elemezve elmondható, hogy jó alapokkal rendelkezik az intenzív technológiákhoz: az aranykorona érték átlaga 22,2 (13,1-28,8). Ez az érték utalhat arra is, hogy optimális tápanyagellátással, megfelelő időjárási viszonyok mellett nyereségesen lehet termelni, és a realizált nyereség egy része akár a precíziós növénytermelés egyes elemeinek bevezetésére is fordítható – további megtakarítások, és nyereség elérése céljából.

10. táblázat: A Lajta-Hanság Rt. által művelt területek aranykorona értéke az érintett településeken

Helyiség	Aranykorona (Ak-érték)	Helyiség	Aranykorona (Ak-érték)
Bezenye	17,4	Levél	25,8
Hegyeshalom	16,3	Mosonmagyaróvár	24,9
Rajka	13,1	Mosonszolnok	24,8
Jánossomorja	28,8	Újrónafő	27,4
Kimle	26,7	Máriakálnok	20
Lébény	19,2		

Forrás: Lajta-Hanság Rt. 2002

A Lajta-Hanság Rt. által 2000-2001. évben felhasznált inputanyagok hektáronkénti adataiból (11. táblázat) – a szakirodalomban olvasható, meghatározott megtakarítási szinteket alapul véve – kiszámítható a helyspecifikusan kijuttatott inputanyag megtakarítás várható mértéke (12. táblázat), valamint az a költségcsökkenés, amit a mezőgazdasági üzem a precíziós növénytermeléssel realizálhat.

11. táblázat: A Lajta-Hanság Rt. főbb termesztett növényeinek termelési adatai

Növény	2000				2001			
	Összes terület (ha)	Termés-átlag (t/ha)	Vegyszer felh. (Ft/ha)	Műtrágya felh. (Ft/ha)	Összes terület (ha)	Termés-átlag (t/ha)	Vegyszer felh.(Ft/ha)	Műtrágya felh. (Ft/ha)
Őszi búza	2373	3,9	1349	6740	2377	3,98	1894	9789
Kukorica	1481	3,2	8483	6076	1111	3,25	10680	13896
Repce	601	0,79	2285	6678	632	0,91	3869	11831
Napraf.	435	2,38	21944	6743	227	2,12	24202	12179
Szója	154	1,62	13436	-	199	1,2	24231	-

Forrás: LH Rt. 2002.

12. táblázat: A precíziós növénytermelés által elérhető inputanyag költség 10-20-30%-os szinten történő megtakarítása adott növény termőterületének 50%-át figyelembe véve 2000-2001 évben

Őszi búza	Növényvédőszer felhasználás (Ft/ha)	10%-os megtakarítás esetén (Ft/év)	20%-os megtakarítás esetén (Ft/év)	30%-os megtakarítás esetén (Ft/év)
2000	1349	164 854	329 708	494 562
2001	1894	224 532	449 064	673 596
Kukorica				
2000	8483	627 520	1 255 040	1 882 560
2001	10680	592 740	1 185 480	1 778 220
Őszi búza	Műtrágya felhasználás (Ft/ha)	10%-os megtakarítás esetén (Ft/év)	20%-os megtakarítás esetén (Ft/év)	30%-os megtakarítás esetén (Ft/év)
2000	6740	799364	1 598 728	2 398 092
2001	9789	1 161 864	2 323 728	3 485 592
Kukorica				
2000	6076	449 180	898 360	1 347 540
2001	13896	770 895	1 541790	2 312 685

Forrás: Lajta-Hanság Rt. adatai alapján saját számítás

Figyelembe véve a Lajta-Hanság Rt. 2000-2001. évi összes műtrágya és növényvédőszer felhasználását (műtrágya 2000-ben: 85 millió Ft, 2001-ben 198 millió Ft; növényvédőszer 2000-ben 43 millió Ft, 2001-ben 50 millió Ft), elmondható, hogy amennyiben precíziós műtrágyaszórást,

illetve növényvédelmet alkalmaznak a gazdaságban minimálisan 10%-os megtakarítás mellett: 2000-ben 12,8 millió; 2001-ben 24,8 millió forint inputanyag költséget takaríthattak volna meg. Ebben az esetben a gépi és emberi munkaidő csökkenést figyelmen kívül hagytuk. Ezen adatok ismeretében, például ha megnézzük a helyspecifikus műtrágyaszórás szoftver költségének alakulását (amely kb. 1.000.000 Ft) és a műtrágyaszóró gép területteljesítményét, a beruházás még alacsonyabb megtakarítási szint (10%) esetén is néhány éven belül (3-5 év) megtérülhetne.

A precíziós eljárások és technikák alkalmazását jelentősen befolyásolhatja egy adott gazdaságban a meglévő gépállomány életkora (13. táblázat), hiszen az alkalmazott gépekre szerelt szoftver és hardver eszközök kompatibilitása, ára, valamint a gépek területteljesítménye nagymértékben meghatározza az 1 ha-ra jutó költségeket. Üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a 7-10 évnél idősebb gépek (főképpen arató-cséplőgépek, műtrágyaszórók és a növényvédelem gépei) nem tudják gazdaságosan üzemeltetni a precíziós növénytermelés eszközszerét, főképp a területteljesítményük miatt.

A vizsgált mezőgazdasági üzemben az országos átlagnál (13. táblázat, az összehasonlításban a vizsgálatok végzésekor publikált gépállomány életkora szerepel) kedvezőbb a helyzet, a gépek életkora (14. táblázat) – különösen a precíziós növénytermelés szempontjából fontos kombájnok esetében – jóval az országos átlag alatti.

13. táblázat: A mezőgazdasági gépállomány átlagos életkora
Magyarországon, 2000-ben

Megnevezés	Egyéni gazdaság (év)	Gazdasági szervezet (év)	Összesen (év)
Traktor összesen	16,4	11,7	14,9
Kombájn összesen	18,3	11,5	14,5

Forrás: KSH, 2001

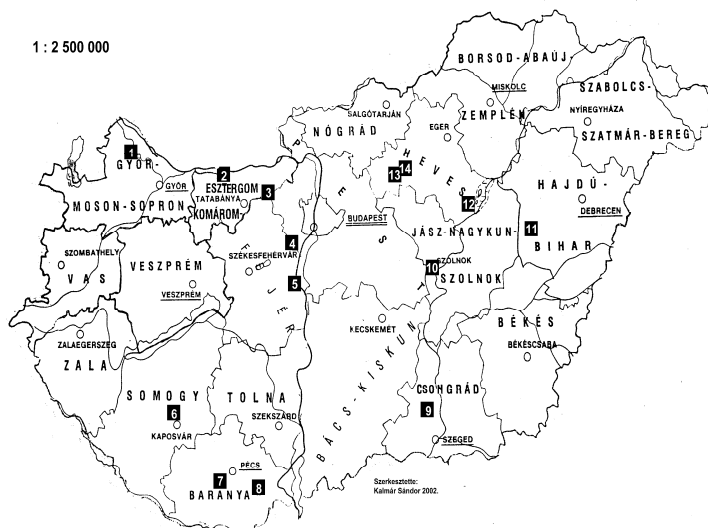
14. táblázat: A mezőgazdasági gépállomány átlagos életkora a LH Rt.-ben
(2002)

Megnevezés	Db	Átlagos életkor (év)	
Traktor	Kistraktor	2	5
	MTZ-50	23	11,83
	MTZ-80	38	14,73
	Rába K-701	3	18,33
	Fiat	21	6,71
	New Holland	6	2
Kombájn	10	7	

Forrás: Lajta-Hanság Rt. 2002.

A Lajta-Hanság Rt-nél végzett vizsgálatokkal párhuzamosan felmértem a precíziós növénytermelést, konkrétan hozamtérképezést folytató mezőgazdasági üzemek országos elhelyezkedését (15. ábra). A vizsgálatok személyes megkérdezésen (technológiát forgalmazó cégek kereskedelmi képviselőinek szóbeli közlése) és személyes tapasztalatokon alapultak. Mivel 2002-ben a hozamtérképezés viszonylag új technológiának számított és csak nagyon szűk szakmai kör rendelkezett megfelelő gyakorlati tapasztalatokkal, a forgalmazók és a felhasználók közötti együttműködés, egymásra utaltság erősen jelen volt a technológia piacán. A

precíziós növénytermelést folytató mezőgazdasági üzemek 2002-ben az alábbi megyékben fordultak elő: Győr-Moson-Sopron; Komárom-Esztergom; Pest; Fejér; Somogy; Baranya; Heves; Jász-Nagykun-Szolnok; Hajdú-Bihar és Csongrád.



1. Mosonmagyaróvár (4); 2. Ács; 3. Bicske; 4. Baracska; 5. Adony; 6. Nak; 7. Bicsérd; 8. Boly; 9. Szentés; 10. Szolnok; 11. Nádudvar; 12. Kisköre (4) 13. Gyöngyös; 14. Nagyréde

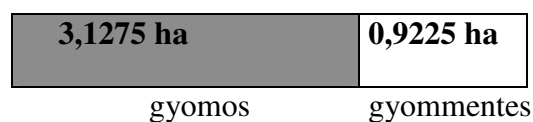
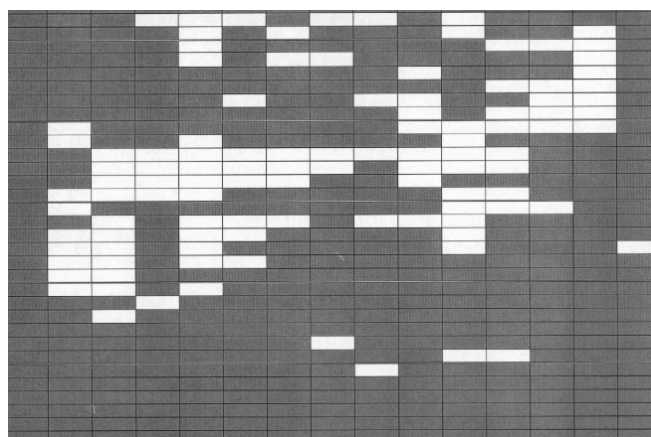
Forrás: Saját vizsgálatok 2002

15. ábra: A precíziós gazdálkodást/növénytermelést folytató (és folytatni kívánó) üzemek és gazdaságok elhelyezkedése (2002)

4.1.2. A precíziós növényvédelem ökonómiai értékelése, a precíziós gyomszabályozás üzemi alkalmazhatóságának vizsgálata

A vizsgálatokat 2003 áprilisában az NymE - MÉK Tangazdaságának A₁-es tábla őszi búza állományában végezte kutató csoportunk. A gyomfelvételezés tervezését és végrehajtását a csoportban herbológus szakemberek végezték, az ökonómiai számítások alapját a gyomfelvételezés eredményei, valamint saját vizsgálataim adták.

Előzetesen megterveztük a mintahelyeket, bemértük a tábla 5 sarokpontját DGPS-el, majd a 18 m-es fogások koordinátáit. Hallgatókat képeztünk ki a gyomok azonosítására, majd a megtervezett fogások kezdőpontjára állítottuk őket, így 3 m széles sávot figyelhettek meg. A felvételezés alatt folyamatos helymeghatározás történt. A hallgatók lassan gyalogolva 25 m-ként nyilatkoztak a gyomirtás szükségességéről, melyet az adminisztrátor a vázrajzon (16. ábra) rögzített, tehát 1 db parcella mérete $3 \times 25 \text{ m} = 75 \text{ m}^2$ lett. Az így felvételezett terület 4,05 ha, melynek 77,22%-a – 3,1275 ha CIRAR (Cirsium arvense – mezei aszat), GALAP (Galium aparine – ragadós galaj), PAPRH (Papaver rhoeas – pipacs) veszélyes gyomfajokkal fertőzött volt, és mindösszesen 22,78% (0,9225 ha) volt gyommentesnek mondható.



Forrás: Kalmár et al. 2004 (88 p.)

16. ábra: A felvételezett terület gyomborítottság térképe

A gyomirtási technológiák az alábbi szereket és szerkombinációkat javasolták (15. táblázat).

15. táblázat: Javasolt szerkombinációk

Herbicidek v. kombinációi	Javasolt dózis	Szerköltség Ft/ha
1. Huszár	200 g/ha	8023
2. Jambol M 750 SL + Starane 250 EC	0,8 l/ha + 0,6 l/ha	6445
3. Sekator	300 g/ha	3256
4. Banvel 480 S + Buvirex 240 EC	0,2 l/ha + 0,04 l/ha	3086
5. Optica Trio	1,5 l/ha	2840

Forrás: Kiskereskedelmi árak 2003 (AKI)

A szerkombinációk közül a Jambol + Starane kombinációt választottunk, mivel a Tangazdaságban vetőmagtermesztés folyik és az előveteménynél is számolni kell a veszélyes gyomfajokkal, ill. a vetőmag termőterületek gyomirtásával. A gyomfelvételezés hektáronkénti költsége az alábbiak szerint alakult: 2 fő – 4 óra mérnöki óradíja 4 x 784 Ft/óra / 4,05 ha (774 Ft/ha), a 10 fő – 20 óra felvételező hallgató munkadíját, pedig minimálbérrel számolva 20 x 395 Ft/óra /4,05 ha (1950 Ft/ha). A gyomfelvételezés munkadíja ebben az esetben 2724 Ft/ha volt. A vegyszerezés költsége a tangazdasági adatok alapján 1200 Ft/ha (itt meg kell jegyeznünk, hogy a Tangazdaság elhelyezkedése nagyon kedvező, nem szükséges külön vízszállító jármű beállítása, valamint minimális az oda-vissza út). A szolgáltatói árak a vizsgált területen, Mosonmagyaróvár környékén (pl. Lajta-Hanság Rt.-ben) - 2500-3500 Ft/ha között változnak a permetező terület elhelyezkedésétől függően. Ha a gyomfelvételezés alapján történik a helyspecifikus gyomirtás, akkor 0,9225 ha -ra nem kellett volna vegyszert kijuttatni, s így az 15. táblázatban feltüntetett 1-5-ig terjedő szerek vagy kombinációk kompenzálták volna a gyomfelvételezés 2724 Ft/ha-os költségét.

A 16. táblázatban szereplő, 18 m-es szóró kerettel rendelkező gépek közül a hazai gyártású és egyben legolcsóbb kivitelű Kertitox - Fullspray 2500/12/18-as vontatott szántóföldi permetezőgépet választottuk ki, melynek 2003-ban érvényes ára 5.823.750 Ft. Ahhoz, hogy a permetezőgép helyspecifikus - 3 m-ként szakaszolható - kijuttatásra alkalmassá váljon, ára 7.777.500 Ft (ez az ár még nem tartalmazza a DGPS navigáció költségét).

16. táblázat: Vontatott szántóföldi permetezőgép árak (2002)

Permetezőgép típusa	Gyártó ország	Gép ára (Ft)
Agria NAPA Turbo CH 2500/18	Csehország	7.837.500
Berthoud Racer 2500/18	Franciaország	8.848.750
Gambetti GB-Compact 2500/18-250	Olaszország	11.475.000
Kertitox-Fullspray 2500/12/18	Magyarország	5.535.000

Forrás: FVMMI, 2002

A permetezőgép hasznos élettartama 8 - 10 év, 10 órás műszakban 100 - 120 ha terület permetezésére képes, éves szinten kb. 2 - 2500 ha a teljesítménye (ha őszi búza, kukorica, repce kultúrákban is használják).

Magyarországon a vizsgálatok végzésekor a helyspecifikus növényvédelem csak kísérleti stádiumban volt, a külföldi szakirodalmi adatok is főképpen kísérleti eredmények, melyek ökonómiai elemzése a befolyásoló tényezők sokféleségéből adódóan (gyomborítottság, növényvédőszer és géparak, valamint az adott ország közgazdasági viszonyai) csak iránymutatók lehetnek a hazai ökonómiai számításokban.

Gerhards és Sökefeld (2003) adatai alapján csak a növényvédő gép költsége, összehasonlítva a hagyományos és a helyspecifikus technológiákat, 2,8 - 3,5-szer drágább. A Lajta-Hanság Rt. adatai alapján (17. táblázat) az őszi búza esetében a növényvédőszer felhasználás (1999-2002 között) 4 év átlagában 1907 Ft/ha, az árukukoricánál, pedig 10.797 Ft/ha volt. Az őszi búza termőterület a gazdaságban átlagosan 2330 ha, a kukoricáé 1340 ha.

Amennyiben a felsorolt fontosabb növénykultúrák területének 1/3-án sikerült volna helyspecifikus technológiával gyomszabályozni és csak 10%-os vegyszercsökkenést ér el az LH Rt., akkor ez a megtakarítás több mint 1 millió Ft lett volna a 2000-es évre vonatkozóan (8. és 16. táblázat adataiból számítva, (18. táblázat). Természetesen ez az összeg a gyomborítottság nagyságától, a felhasznált herbicid árától és a megvédendő növény fajtájától, valamint a kezelt terület nagyságától, elhelyezkedésétől függően jelentős mértékben változhat.

17. táblázat: A Lajta-Hanság Rt. herbicid felhasználásának alakulása a
kiemelt növények esetében (1999-2002)*

Megnevezés	Növényvédőszer felhasználás (Ft/ha) ^{***}	Herbicid felhasználás		Várható herbicid megtakarítási szintek (%) ^{**}				
		% ^{****}	Ft/ha	10	20	30	40	50
1999				Ft/ha				
Őszi búza	2 500	91,5	2 288	229	458	686	915	1144
Árukukorica	8 081	90,0	7 276	728	1455	2183	2910	3638
Napraforgó	24 587	98,8	24 295	2429	4859	7288	9718	12147
Repce	5 924	53,9	3 196	320	639	959	1278	1598
Szója	24 331	100,0	24 331	2433	4866	7299	9732	12165
2000				Ft/ha				
Őszi búza	1 349	97,0	1 310	131	262	393	524	655
Árukukorica	8 483	92,3	7 827	783	1565	2348	3131	3913
Napraforgó	21 944	96,5	21 174	2117	4235	6352	8470	10587
Repce	2 285	56,1	1 282	128	256	385	513	641
Szója	13 436	100,0	13 436	1344	2687	4031	5374	6718
2001				Ft/ha				
Őszi búza	1 894	76,3	1 445	144	289	433	578	722
Árukukorica	10 680	87,8	9 383	938	1877	2815	3753	4691
Napraforgó	24 202	95,2	23 042	2304	4608	6913	9217	11521
Repce	3 869	14,4	557	56	111	167	223	278
Szója	24 231	100,0	24 231	2423	4846	7269	9692	12115
2002				Ft/ha				
Őszi búza	3 303	78,3	2 587	259	517	776	1035	1293
Árukukorica	24 870	75,2	18 704	1870	3741	5611	7482	9352
Napraforgó	43 770	81,2	35 522	3552	7104	10657	14209	17761
Repce	8 170	10,6	866	87	173	260	346	433
Szója	29 884	100,0	29 884	2988	5977	8965	11954	14942

Forrás: Lajta Hanság Rt. 2003 nyomán

* A táblázatban található Ft/ha értékek kerekítettek

** A várható megtakarítási szinteket az irodalmi áttekintésben található szakirodalmi adatok alapján (átlagban 55 % volt) lett megállapítva.

*** A növényvédőszer és herbicid értékek (Ft/ha) a Lajta Hanság Rt-ben táblánként + és - irányban eltérhetnek (a kártevők, betegségek és a gyomborítottság mértékétől függően).

**** A növényvédőszer felhasználáson belül a gyomirtószer %-os aránya

18. táblázat: A Lajta Hanság Rt. 2000. évi lehetséges herbicid megtakarítása
(10%-os megtakarítási szint mellett)

2000. év	ha	Herbicid megtakarítási szint 10 % (Ft/ha)	Ft/ágazat	Az egyes ágazatok összes herbicid megtakarításának 1/3-a (Ft)
Őszi búza	2373	131	310 863	1 001 820
Kukorica	1481	783	1 159 623	
Repce	601	2117	1 272 317	
Napraforgó	435	128	55 680	
Szója	154	1344	206 976	

Forrás: LH Rt. adatai alapján saját számítás

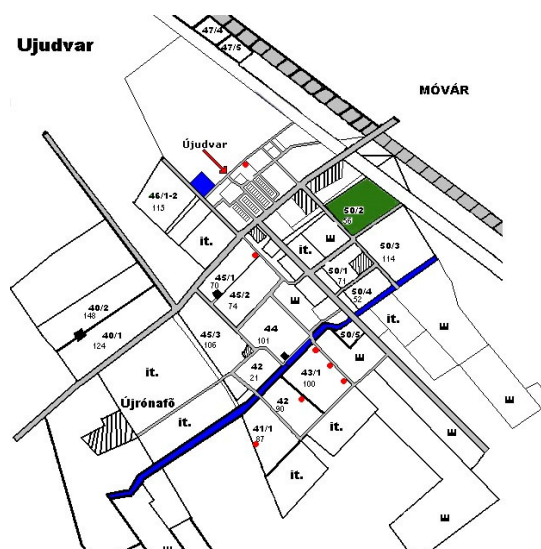
4.1.3. A precíziós növényvédelem lehetséges hatásai a kukorica terméseredményére

A vizsgálatokat herbológus szakemberekkel közösen végeztük, a vizsgálatok helyszíne (2005-ben) a Lajta-Hanság Rt. 50/2-es - 51,56 ha-os; fajta DK 440 – FAO 330 - kukoricatáblája. A kutatás célja a táblán felvételezett domináns és veszélyes gyomfaj a köles (*Panicum miliaceum*) borítottságának és táblán belüli elterjedésének, valamint a terméseredményre gyakorolt hatásának vizsgálata. Az elemzés során a kukorica optimális fejlődéséhez szükséges feltételeket összehasonlítása történt a 2005-ös évben adottakkal. A preemergensen teljes táblán alkalmazott növényvédőszeres költségeinek összehasonlítása is megtörtént a gyomfelvételezést követően a helyspecifikus posztemergens („tábla szegély”) védekezéskor alkalmazottakkal.

Az 50/2-es táblán (17. - 18. ábra) az elővetemény őszi búza volt. A DK 440-es kukoricát 04.15-én vetették el, a vetés előtt kombinátoroztak. A

vetést követően 05. 05-én vegyszeres védekezést hajtottak végre egy RauAirPlus permetezőgéppel 400 l/ha víz felhasználásával, Gesaprin (atrazin hatóanyagú) (1,3) és Guardian (acetoklór hatóanyagú) (2,2) szerekkel. Ezt követően sarabolást végeztek 06.01-én, majd a betakarítást 09.19.-én végezték el egy Claas Lexion kombájnnal, mely ACT hozamtérképező rendszerrel volt felszerelve.

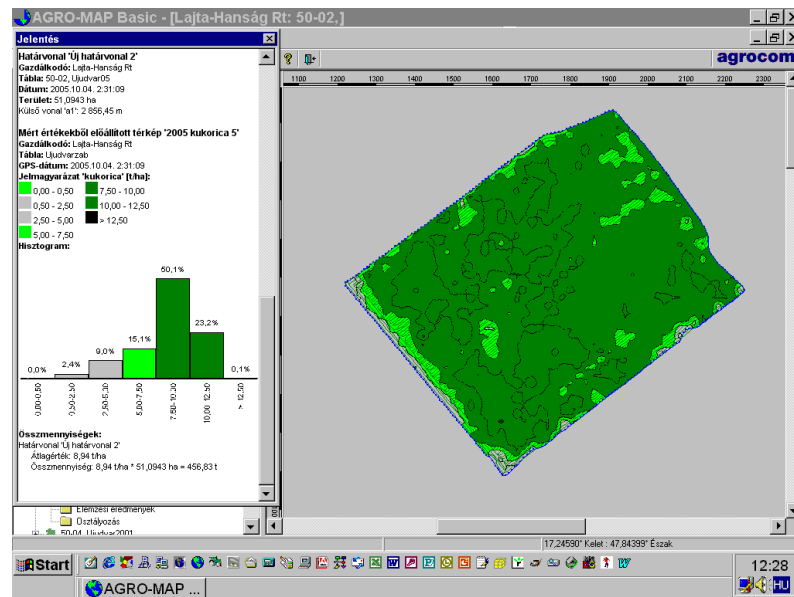
A tápanyag-gazdálkodás tekintetében a tervben szereplő 113 kg N; 45 kg P₂O₅ és 45 Kg K₂O nem öntözött körülmények között lehetővé tette a 8,45 t/ha-t (14,5%-ra korrigált) termésátlagot. Közel hasonló eredményt ért el a DK 440-es fajta az OMMI 2002 - 2003 –as kísérleteiben, ahol a termésátlag 60 kg N; 45 kg P₂O₅ és 54 Kg K₂O hatására 2002-ben 8,65 t/ha 2003-ban, pedig 9,12 t/ha volt.



Forrás: Lajta-Hanság Rt. adatai alapján saját összeállítás

17. ábra: Az 50/2-es tábla elhelyezkedése

A táblára vonatkozó hozamtérkép az AGROCOM GmbH & Co. Agrarsystem KG cég által kifejlesztett AGRO-MAP Basic 3.0 programmal készült.



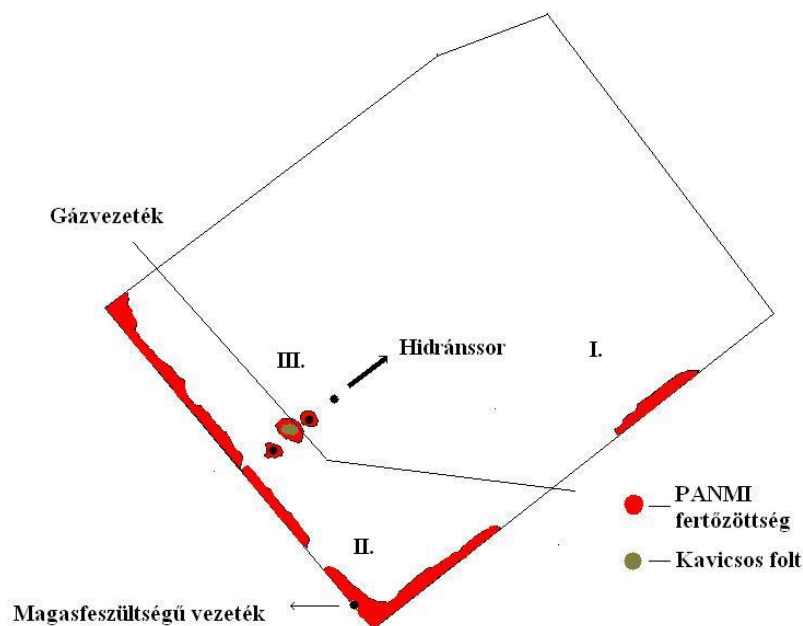
Forrás: Lajta-Hanság Rt. adatai alapján saját összeállítás

18. ábra: Az 50/2-es tábla hozamtérképe

4.1.3.1. A vizsgált tábla gyomviszonyai

A tábla gyomviszonyaira jellemző a PANMI (*Panicum miliaceum* – köles) T₄-es dominanciája különösen a tábla mélyebben fekvő vizesebb részein, valamint a tábla szélén. A másik veszélyes gyomfaj a SORHA (*Sorghum halepense* – fenyércirok) G₁-es foltokban fordul elő a táblán (kb. 6-8%-os a borítottsága). A gyomfolt felvételezést (19. ábra) egy Trimble GPS-el végeztünk el. Az így kapott köles gyomfolt térképet és a betakarításkor (ACT-vel) elkészített hozamtérképet összevetve

megállapítható volt elsősorban a köles által fertőzött területrészekben a kukorica termés csökkenése, mely elérte a 2,5-3 t/ha mennyiséget (30-35%).



Forrás: saját vizsgálatok

19. ábra: A köles gyomfolt térképe

4.1.3.2. Helyspecifikus gyomirtás tervezése

A helyspecifikus beavatkozás megkezdése előtt mindig mérlegelni kell, hogy az elvégzett precíziós gyomszabályozás költsége megtérül-e az elvárható hozamtöbbletben. A vizsgált táblán jelentősebb köles fertőzöttség a tábla szélén a fordulóknál volt lehatárolható. Az 50/2-es tábla nagysága 51,56 ha (800m x 650m). A termésátlag a táblán (14,5% korrigálva) 8,45 t/ha, a kölessel fertőzött táblarészekben 2,5-3 t/ha-al kevesebb volt a termés a hozamtérkép alapján. A kukorica értékesítési ára 2005-ben 21 000 Ft/t volt.

A gazdaság a 2005-ös évben preemergens védekezést hajtott végre a teljes táblán Gesaprim és Guardian szerekkel. A hektáronkénti növényvédőszer költség 4000 Ft volt (Gesaprim 1800 Ft/ha + Guardian 2200 Ft/ha). Feltételezve, hogy a termésnövekedést teljes egészében a köles gyomborítottsága okozta, akkor posztemergensen a tábla szélén 3 permetezőgép szélességben (3x18 m) hatékonyabb szerekkel célzottan hajtható végre a gyomszabályozás – így a védendő terület nagysága 15,66 ha, a teljes terület 30%-a. Néhány posztemergens szerkombinációnak az alkalmazott preemergens szerekkel történő összehasonlítását mutatja a 19. táblázat.

19. táblázat: A kukoricában alkalmazható néhány posztemergens szer illetve kombináció összehasonlítva a 2005-ben preemergensen alkalmazottakkal *

Márkanév	Dózis	Ft/ha	Terület (ha)	Összesen vegyszerköltség
Gesaprim + Guardian	1,3 l/ha + 2,2 l/ha	4000 (1800 + 2200)	51,56	206 640
Motivell turbo	1 cs/5 ha	13 864	15,66	41 592
Motivell + Dikamba 480	0,75-1 l/ha +0,5- 0,7 l/ha	17 700 (10 700 + 7 000)	15,66	277 182
Motivell + Lumax SE	0,75-1 l/ha + 4 l/ha	22 700 (10 700 + 12 000)	15,66	355 482

* A növényvédőszer árak változhatnak a megrendelt mennyiség és a fizetési kondíciók tükrében.

Forrás: 2006. évi kereskedelmi árak

A 2005-ös évben a kukorica átlagos értékesítési árát (21 000 Ft/t) megszorozzuk a 2,5 t/ha terméstöbblettel, 52 500 Ft-ot kapunk. Ebből az összegből a Motivell turbo-s kezelés finanszírozható és várható nyereség is realizálható.

4.2. Precíziós növénytermelés bevezetését befolyásoló tényezők vizsgálata

4.2.1. Az életkor és az iskolai végzettség befolyásoló hatásának vizsgálata

A 2003-as évben mezőgazdasági vállalkozások vezető növénytermesztőinek kiküldött (1. melléklet) 120 kérdőívből 58 db értékelhető kérdőív érkezett vissza, mely 48%-os válaszadási arányt jelentett. A legtöbb kérdőív Győr-Moson-Sopron megyéből érkezett, a megyében 27 fő (47%) válaszolt a feltett kérdésekre. 7 fő (12,1%) válaszolt Komárom-Esztergom megyéből, míg Vas és Zala megyéből 5-5 főtől (8,6%) érkezett vissza értékelhető kérdőív. További nyolc megyéből érkeztek még vissza – alacsonyabb arányban - kérdőívek.

A válaszadók korosztály és végzettség szerinti megoszlását mutatja a 20. táblázat. Látható, hogy a gazdaságok 50%-ában a vezetők 40-50 év közöttiek, és 75%-ban egyetemet végzettek.

20. táblázat: A válaszadók korosztály és végzettség szerinti megoszlása

Korosztály	Arány	Végzettség	Arány
20-30 év között	9%	alapfokú	0%
31-40 év között	10%	középfokú	25%
41-50 év között	50%	felsőfokú	75%
50 év felett	31%		

Forrás: saját vizsgálatok

A kérdőívben felmérésre került, hogy mikor hallottak először a válaszadók a precíziós gazdálkodásról (növénytermelésről). A válaszadók 53%-a az 1990-es éveket, 21%-uk a 2000-es évet jelölte meg. Mindössze 12% jelezte, hogy a kérdőív kapcsán hallott először erről a technológiáról.

Egy új technológia bevezetésénél nagy jelentőséggel bír, hogy mennyire van lehetősége a gazdálkodóknak tanulmányutakon, konferenciákon és a különböző médiában megismerni azt. A kérdőívben feltett kérdésre választ adók tapasztalatszerző tanulmányúton ismerhették meg a technológiát, a hazai bemutatókon kívül elsősorban Németországban jártak (52%-ban), de kisebb arányban több Európai Unió országát is megjelöltek (Franciaország, Anglia).

Egyes esetekben a precíziós növénytermelés bevezetését vizsgáló kutatások tárgyát képezi, hogy mekkora földterület, mekkora gazdaság esetén érdemes alkalmazni a technológiát. A kérdőívben rákérdeztünk arra, hogy a gazdálkodók az általuk művelt területekből hány hektárt tartanak érdemesnek arra, hogy ott az új technológiát bevezessék. A válaszadók közül legtöbben (24,1%) 1000 hektárnál nagyobb területen tartják érdemesnek az alkalmazást.

Arra a kérdésre, hogy a precíziós technológiához kapcsolódó szolgáltatást igényelnének-e, a válaszadók 66%-a igennel válaszolt; a nemmel válaszolók közel 90%-a meggondolná, ha ez a szolgáltatás kipróbálásra ingyenesen állna rendelkezésre. Megállapítható, hogy a precíziós növénytermelés iránt van érdeklődés a mezőgazdasági vállalkozók növénytermesztési döntéshozóinak körében.

A precíziós növénytermelés alkalmazásának lehetőségét felvetők elsősorban a gazdaságossági okok (83%), valamint a támogatás lehetősége (40%) miatt választanák e gazdálkodási formát.

A kérdőívek kiértékelése során a továbbiakban összevetésre került a végzettséget, az életkor, és a művelt terület nagysága a precíziós növénytermelés bevezetése iránti hajlandósággal. A hajlandóságot a precíziós növénytermelés bevezetésére az összes művelt terület arányában határoztam meg. Az összefüggés becslésére a *Tobit modellt* használtam. A páronkénti összefüggések vizsgálatának eredményét a 21. táblázat tartalmazza.

21. táblázat: Becslés a végzettség, az életkor, a művelt terület nagysága és a precíziós növénytermelés bevezetése iránti hajlandóság közötti

összefüggésre

Változó	Becsült együttható	Standard hiba	t-érték
Végzettség	0,31098	0,16571	1,8766
Kor	-0,008	0,0038	-2,1083
Művelt terület nagysága	-0,00001	0,00005	-0,1707

Forrás: saját számítások

A táblázati t-érték 80%-os szinten 1,376

Szignifikáns különbség ugyan jelen van, de nem erős a végzettség és a kor vonatkozásában. A táblázatban a pozitív előjel a végzettségnél a magasabb végzettségre, a negatív előjel pedig a fiatalabb gazdálkodókra utal.

80%-os szignifikancia szinten a kor és az új technológia bevezetése iránti hajlandóság között kimutatható összefüggés (de nem szoros). Az idősebb gazdálkodók kisebb valószínűséggel alkalmazzák a precíziós technológiákat, mivel rövidebb időhorizontban gondolkodnak (rövidebb időre terveznek), valamint kevésbé kívánnak a precíziós növénytermeléshez szükséges szellemi- és pénzügyi tőkébe investálni.

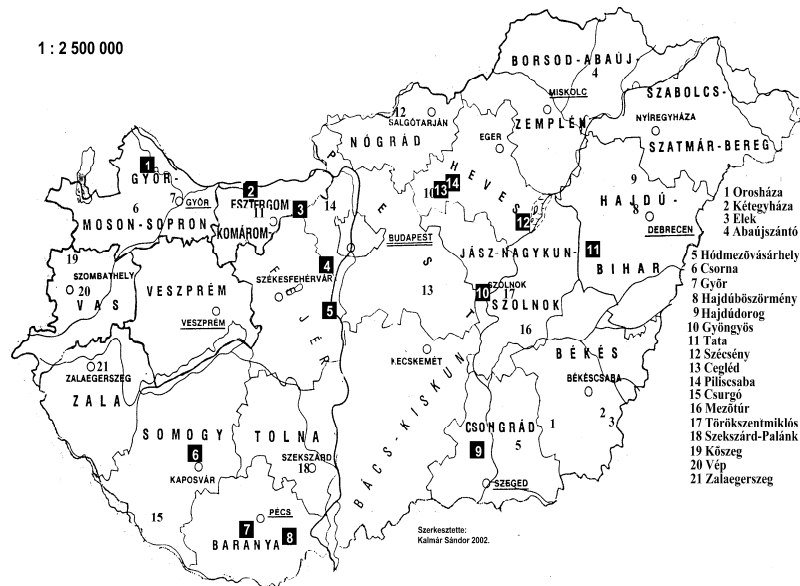
A képzettebb gazdálkodók esetén szintén nagyobb a valószínűsége a precíziós növénytermelés alkalmazásának, itt is szignifikáns összefüggés mutatkozik.

A művelt terület nagysága és a hajlandóság között azonban nem sikerült szignifikáns összefüggést kimutatni.

A felmérés alapján megállapítható, hogy a precíziós technológiák elterjedésében jelentősebb szerepet kap a gazdálkodók iskolai végzettsége és az életkora Magyarországon is. Állami ösztönző rendszer felállítása nélkül azonban precíziós növénytermeléssel összefüggő beruházásra a 100 ha-nál kisebb területen gazdálkodóknál nem látok reális lehetőséget. Ez a megállapítás ugyanakkor nem zárja ki annak lehetőségét, hogy szolgáltatásként (pl.: gépi bér munka) igénybe vegyék a precíziós növénytermelés egyes elemeit.

4.2.2. A mezőgazdasági szakképzés szerepe a precíziós növénytermelés elterjedésében

A 2003-ban mezőgazdasági vállalkozásoknak kiküldött kérdőív feldolgozásakor az életkor és az iskolai végzettség szerepének jelentősége volt kimutatható a precíziós növénytermelés bevezetése és alkalmazása kapcsán. Mivel a precíziós növénytermelés elemeinek alkalmazásakor a végrehajtó személyeknek megfelelő ismeretanyaggal kell rendelkezniük 2004-ben a vizsgálatokat tovább folytatva az ország 30 szakközépiskolájába küldtem ki kérdőíveket (2. számú melléklet), melyet az iskolák igazgatói (Kérdőív I.), a növénytermesztés (Kérdőív II.) és műszaki ismeretek tantárgyak oktatói (Kérdőív III.) töltöttek ki. Az visszaérkezett értékelhető kérdőívek száma 21 volt, melyek területi eloszlását a 20. ábra mutatja. Az igazgatóktól visszaérkezett a kérdőívek 70%-a, szaktanároktól pedig 67%, mely az írásos jellegű megkérdezéseknél nagyon jó arányt jelent. 14 megyéből érkezett vissza kérdőív, így Békés, Borsod-Abaúj-Zemplén, Csongrád, Győr-Moson-Sopron, Hajdú, Heves, Komárom-Esztergom, Nógrád, Pest, Somogy, Jász-Nagykun-Szolnok, Tolna, Vas és Veszprém megyékből. Az egyes térségekben jelentősebb szerepet betöltő középiskolákból visszaérkeztek a kérdőívek, így jó képet kaphattam a középiskolák szerepéről az új technológiák megismertetésében (a precíziós növénytermelést a későbbiekben alkalmazó/végrehajtó szakembergárda felkészítésében).



Forrás: Saját vizsgálatok 2004

20. ábra: Az értékelhető kérdőívet visszaküldött mezőgazdasági szakközépiskolák elhelyezkedése

A kérdőív első részében az igazgatókat kérdeztem meg az iskolák általános képzési helyzetére vonatkozóan, milyen körülményeket tudnak biztosítani a tanulók elméleti oktatásához és a gyakorlati képzéshez.

Az iskolák a gyakorlati foglalkozásaikat tangazdaságokban, gazdasági társaságoknál és egyéni gazdálkodóknál valósítják meg.

A tanulók tapasztalatszerzésében nagy jelentősége van a külföldi farmgyakorlatoknak. A válaszadó iskolák 71%-ban van/volt lehetősége a tanulóknak külföldön tapasztalatot szerezni. Az iskolák a kapcsolatrendszerüknek megfelelően 3 hetestől akár 12 hónapos gyakorlatra is kiküldhetik a tanulókat. Elsősorban Németországba és Ausztriába van lehetőségük a hallgatóknak kiutazniuk, de megfordulhatnak Dániában, Hollandiában és az Amerikai Egyesült Államokban is. A válaszadó

igazgatók 93%-a szerint ekkor megismerkedhetnek a tanulók az új technológiákkal, mint az a visszatérő hallgatók beszámolóiból kiderül.

A tanulók képzésében fontos tényező, hogy milyen az iskola erő- és munkagép ellátottsága. Általánosan jellemző, hogy öt évnél idősebbek a gépek. Az új technológiák megismertetésének fontos tényezője, hogy felszereltek-e a gépek számítógépes eszközökkel. Ez csak az iskolák 19%-nál valósul meg. Számítástechnikai oktatásban a válaszok alapján a technikusai képzésben részt vevők 71%-a részesül. Az általános programcsomagokon (pl. Excel, Word) kívül néhány helyen van lehetőség térinformatikai szoftverek, statisztikai programok megismerésére is.

A kérdőív második és harmadik részében a növénytermesztést és műszaki ismereteket oktató tanárokat kérdeztük meg azonos kérdőívvel arra vonatkozóan, hogy milyen lehetőségük van a tanulóknak megismerni az új technológiákat, illetve biztosítottak-e a körülmények ezen új technikák, módszerek tanulókkal való megismertetéséhez.

A válaszadó oktatók 55%-a az 1990-es években hallott először a precíziós gazdálkodásról (növénytermelésről), 25%-uk a 2000-es években, és 17,5%-uk csak a kérdőív kapcsán. Az információk elsődleges forrásaként a szaklapokat jelölték meg. 62,5%-a a válaszadóknak járt külföldi tapasztalatszerző tanulmányúton, elsősorban Németországban. Saját szakmai továbbképzési lehetőségeiket 92,5%-ban biztosítva látják a válaszadók. A tanárok úgy értékelik, hogy van lehetőségük az új technológiákat órán bemutatni, és ez általában a környezetkímélő technológiák bemutatását jelenti. 90%-ban látják úgy, hogy van lehetőség a tanulóknak kiállításokon is megismerni az új technológiákat, elsősorban a környékbeli bemutatókra (pl.: Bábolnai Napokra) viszik el a tanulókat.

4.3. A precíziós növénytermelés megtérülése

4.3.1. A precíziós növénytermelés elemeinek értékelése

A precíziós növénytermeléshez szükséges beruházás megtérülésének számítása során figyelembe kell venni, hogy bizonyos precíziós műveletek végrehajtásához cm-es pontosság szükséges (pl. helyspecifikus vetés). Tehát az ilyenkor szükséges precíziós eszközök megvásárlásán kívül egy RTK állomás beüzemelése is elengedhetetlen (kb. 10 km hatósugarú körben alkalmazható), valamint egy külön ún. rover oldali RTK vételre alkalmas készülék is szükséges. Ezek a pótlólagos beruházások jelentősen megnövelik a beruházási költségeket (2009-es IKR árakon kb. 6-7 millió Ft-al).

Mivel alapvetően minden beruházás célja, hogy belátható időn belül (ez a precíziós technológia esetében - a hardver és szoftver eszközök folyamatos fejlődése miatt - véleményem szerint 3-5 évet jelent) térüljön meg és ezt követően nyereséget termeljen, meg kell vizsgálni a precíziós növénytermelés eszköztárába tartozó egyes technológiai elemeket:

1. **Hozamtérképezés:** a precíziós növénytermelés első lépéseként definiálható. A hozamtérképek a táblán belüli változékonyság rögzítésében játszanak kulcsfontosságú szerepet. A technológia megtérülése nehezen számítható, mert közvetlen megtakarítás (műtrágya, növényvédőszer) nem jelentkezik az alkalmazás következtében. *Előnye*, hogy megmutatja az összes precíziós alkalmazás eredményességét, alapot nyújt a műtrágyázás megtervezéséhez és a helyspecifikus beavatkozásokhoz. *Hátránya* hogy a hozamtérképezés többletfeladatokat igényel a végrehajtótól

és az adatok feldolgozójától, megfelelő számítástechnikai ismeret szükséges az alkalmazáshoz. A kapott adatok részletességében rejlő lehetőségek jelenleg teljes egészében nem kiaknázhatóak. A hozamtérképezés során a rendszer kb. 2-3 másodpercenként rögzíti a kombájn pontos helyzetét és kapcsolja össze a hozamadatokkal, így kb. 100 m²-ként (haladási sebesség és vágóasztal szélesség függvényében) kapunk egy hozammintát.

2. **Helyspecifikus talajmintavétel:** a hozamtérképen a növények termésingadozása megmutatja azokat a kritikus pontokat, ahonnan talajminta vétele szükségessé válhat. *Előnye:* a pontos adatgyűjtés, mely hozzásegíti az alkalmazót a hosszú távú folyamatok (beavatkozás – eredmény interakciók) jobb megértéséhez. *Hátrány:* speciális eszközállományt igényel. Általában fizetős szolgáltatásként veszik igénybe a gazdálkodók. 1 átlagminta helyspecifikus vételének ára 2009-ben kb. 12 000 Ft/átlagminta volt 3 hektáronként (ehhez 20 talajminta vétele szükséges). A pontos helyspecifikus gazdálkodáshoz lényegesen több mintát (kb. 3 átlagmintát/ha, azaz - 60 minta - kb. 36 000 Ft/ha) kell kielemezni.
3. **Helyspecifikus műtrágyaszórás:** esetében egy egyszerűbb sorvezető rendszer alkalmazásával is konkrét megtakarítás érhető el a csatlakozó sorok pontosságára révén (pl. EZ-Guide 500 készülék: 850 000 Ft). *Előnye:* csökkenhet az átfedés, ezzel együtt a kijuttatott műtrágya mennyisége, valamint a csökkent területbejárás eredményeként az üzemanyag felhasználás, nő a hatékony munkavégzés ideje. Korszerű műtrágyaszóró esetén (mely alkalmas

haladási sebesség arányos kijuttatásra) a legkisebb eszközberuházással megvalósítható.

4. **Helyspecifikus vetés:** a precíziós növénytermelés ezen elemének koncepciója, hogy adott talajtípusnak, fizikai állapotnak illetve domborzati viszonyoknak megfelelő mennyiségű mag vethető el. Felmerül azonban, hogy egzakt mérések alapján pontosan meghatározható-e a helyspecifikus tőszám adott talajtípusra, illetve ezzel kapcsolatban az adott talajtípus táblán belüli pontos elhelyezkedésének felmérése. Ezeknek a kérdéseknek a tisztázása nélkül a helyspecifikus vetés diffúziója lassú ütemű lesz. *Előnye:* szabálytalan alakú táblák esetén a sorszámlás pontosabb kivett tőszámot eredményez. Gazdasági haszna közvetlenül az inputanyag ésszerűsítéséből fakadóan jelentkezhet. *Hátrány:* cm pontosságú GPS vezérlést igényel, ezért plusz eszközberuházást (RTK állomás+vevő) igényel.

5. **Helyspecifikus növényvédelem:** helyspecifikus felvételezés szükséges a kártételi foltok pontos azonosításához. Az alkalmazás inkább a gyomirtás területén terjed, mivel a gyomok helyzete a táblán belül jól lokalizálható. Rovarkártevők esetében a felvételezés és a precíziós beavatkozás között nagyon rövid idő telhet el (a rovarok táblán belüli vándorlása miatt) az optimális hatás kifejtése érdekében (on-line vagy valós idejű precíziós beavatkozás). A cm-es pontosságban rejlő lehetőségek kihasználása nem jelentkezik markánsan, mivel pl. felületpermetezésnél a szórófejek amúgy is 50 cm-es átfedéssel dolgoznak.

4.3.2. Precíziós növénytermelés egyes elemeinek megtérülési vizsgálata

A precíziós növénytermelés egyes elemeinek a megtérülését vizsgáló modelljének felállítása során az elsődleges cél az volt, hogy a technológia bevezetését tervezők számára segítsen a döntés előkészítésben. A modellben szereplő változók egy része a gazdasági környezettől függ (pl. betéti kamatláb nagysága) másik része, pedig az adaptáló gazdaság termelési színvonalától (mely tényezőket így a modellben az adott üzem viszonyaihoz lehet igazítani).

Az anyag és módszer fejezetben ismertetett numerikus modellbe tesztadatokat beillesztve nyomon követhető az egyes pótlólagos eszközberuházás elemeinek várható megtérülési ideje.

A 21. - 22. ábrákon a **B oszlopban**: Minden beruházás, így a precíziós növénytermelés technológiájába történő beruházás egyik fő követelménye, hogy a befektetett tőke legalább a betéti alapkamat összegét termelje ki (ekkor még nem nyereséges a beruházás). Mivel a nemzetgazdaság teljesítőképességének függvényében a jegybanki alapkamat és ezzel együtt a betéti kamatláb is erősen ingadozó, ezért a 2009. évi éves betéti kamatlábbal 7,5 % (de ez is a kondíciók függvényében változhat) számol a modell.

D oszlopban: az adott pótlólagos beruházással érintett eszköz által kijuttatható input anyag vonatkozásában az AKI tesztüzemi rendszerének társas vállalkozásokra vonatkozó 2008. évi (SFH alapján számított országos átlag) adatait használtam.

E oszlopban: a vizsgálataim során egy minimális 10%-os megtakarítási szinttel számoltam.

F oszlopban: a numerikus modellben a területnagyság megállapítása tetszőleges.

Precíziós növénytermelés kalkulátor modelljének vizsgálata I. (példa a műtrágya kijuttatásra):

1. **PN eszköz elnevezése:** Műtrágyaszórás vezérlés (Insight monitor + GPS vevő (EGNOS) + illesztő egység)
2. **PN eszköz beruházási értéke:** 1 500 000 Ft (IKR 2009. évi nettó ára) (A oszlop)
3. **Inputanyag felhasználás:** 30 760 Ft/ha (AKI tesztüzemi rendszer 2008. évi adata műtrágyára SFH alapján számított országos átlag) (D oszlop)
4. **Inputanyag megtakarítási szint:** 10% (E oszlop)
5. **A PN eszközzel művelt terület nagysága:** 150 ha (F oszlop)
6. **Kalkulált megtérülés:** 3 év (H oszlop) (21. ábra).

	A	B	C					D	E	F	G	H				
	PN eszköz (E Ft)	Betét kamat	Kamat kamat számítása (E Ft)					Input anyag (Ft/ha)	Megtakarítási szint	ha	E Ft/év	Várható megtérülés (E Ft/év)				
		7,50%	1év	2év	3év	4év	5év	10,00%			1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	
4	500		538	578	621	668	718				-76	345	763	1 178	1 589	
5	1 000		1 075	1 156	1 242	1 335	1 436				-614	-229	142	510	871	
6	1 500		1 613	1 733	1 863	2 003	2 153				-1 151	-911	-479	-188	154	
7	2 000		2 150	2 311	2 485	2 671	2 871				-1 689	-1 388	-1 100	-625	-564	
8	2 500		2 688	2 889	3 106	3 339	3 589				-2 226	-1 966	-1 722	-1 493	-1 282	
9	3 000		3 225	3 467	3 727	4 006	4 307				-2 764	-2 544	-2 343	-2 161	-2 000	
10	3 500		3 763	4 045	4 348	4 674	5 025				-3 301	-3 122	-2 964	-2 829	-2 718	
11	4 000		4 300	4 623	4 969	5 342	5 743				-3 839	-3 700	-3 585	-3 496	-3 436	
12	4 500		4 838	5 200	5 590	6 010	6 460				-4 376	-4 278	-4 206	-4 164	-4 139	
13	5 000		5 375	5 778	6 211	6 677	7 178				-4 914	-4 855	-4 827	-4 832	-4 871	
14	5 500	0,075	5 913	6 356	6 833	7 345	7 896	30 760	0,1	150	461	-5 451	-5 433	-5 448	-5 499	-5 589
15	6 000		6 450	6 934	7 454	8 013	8 614				-5 989	-6 011	-6 070	-6 167	-6 307	
16	6 500		6 988	7 512	8 075	8 681	9 332				-6 526	-6 589	-6 691	-6 835	-7 025	
17	7 000		7 525	8 089	8 696	9 348	10 049				-7 064	-7 167	-7 312	-7 503	-7 742	
18	7 500		8 063	8 667	9 317	10 016	10 767				-7 601	-7 744	-7 933	-8 170	-8 460	
19	8 000		8 600	9 245	9 938	10 684	11 485				-8 139	-8 322	-8 554	-8 838	-9 178	
20	8 500		9 138	9 823	10 560	11 351	12 203				-8 676	-8 900	-9 175	-9 506	-9 896	
21	9 000		9 675	10 401	11 181	12 019	12 921				-9 214	-9 478	-9 796	-10 174	-10 614	
22	9 500		10 213	10 978	11 802	12 687	13 638				-9 751	-10 056	-10 418	-10 841	-11 331	
23	10 000		10 750	11 556	12 423	13 355	14 356				-10 289	-10 633	-11 039	-11 509	-12 049	
24	1 500		1 613	1 733	1 863	2 003	2 153				-1 151	-811	-479	-158	154	

Forrás: saját vizsgálat, 2009

21. ábra: A numerikus modell vizsgálata I.

Precíziós növénytermelés kalkulátor modelljének vizsgálata II. (példa a növényvédőszer kijuttatásra):

1. **PN eszköz elnevezése:** Permetezés vezérlés (Insight monitor + GPS vevő (EGNOS) + vezérlés)
2. **PN eszköz beruházási értéke:** 1 750 000 Ft (IKR 2009. évi nettó ára) (A oszlop)
3. **Inputanyag felhasználás:** 21 950 Ft/ha (AKI teszüzemi rendszer 2008. évi adata műtrágyára SFH alapján számított országos átlag) (D oszlop)
4. **Inputanyag megtakarítási szint:** 10% (E oszlop)
5. **A PN eszközzel művelt terület nagysága:** 300 ha (F oszlop)
6. **Kalkulált megtérülés:** 5 év (H oszlop) (22. ábra).

	A	B	C	D	E	F	G	H								
1	A	B	C			D	E	F	G							
2		Betéti kamat	Kamatos kamat számítása (E Ft)				Megtakarítási szint		Várható megtérülés (E Ft/év)							
3	PN eszköz (E Ft)	7,50%	1év	2év	3év	4év	5év	Input anyag (Ft/ha)	10,00%	ha	E Ft/év	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év
4	500		538	578	621	668	718					121	739	1 354	1 966	2 575
5	1 000		1 075	1 156	1 242	1 335	1 436					-417	161	733	1 299	1 857
6	1 500		1 613	1 733	1 863	2 003	2 153					-954	-418	112	631	1 139
7	2 000		2 130	2 311	2 485	2 671	2 871					-1 492	-994	-509	-37	421
8	2 500		2 688	2 889	3 106	3 339	3 589					-2 029	-1 572	-1 130	-705	-297
9	3 000		3 225	3 467	3 727	4 006	4 307					-2 567	-2 159	-1 751	-1 372	-1 014
10	3 500		3 763	4 045	4 348	4 674	5 025					-3 104	-2 728	-2 373	-2 040	-1 732
11	4 000		4 300	4 623	4 969	5 342	5 743					-3 642	-3 306	-2 994	-2 708	-2 450
12	4 500		4 838	5 200	5 590	6 010	6 460					-4 179	-3 883	-3 615	-3 376	-3 168
13	5 000		5 375	5 778	6 211	6 677	7 178					-4 717	-4 461	-4 236	-4 043	-3 886
14	5 500	0,075	5 913	6 356	6 833	7 345	7 896	21 950	0,1	300	659	-5 254	-5 039	-4 857	-4 711	-4 603
15	6 000		6 450	6 934	7 454	8 013	8 614					-5 792	-5 617	-5 478	-5 379	-5 321
16	6 500		6 988	7 512	8 075	8 681	9 332					-6 329	-6 193	-6 099	-6 047	-6 039
17	7 000		7 525	8 089	8 696	9 348	10 049					-6 867	-6 772	-6 721	-6 714	-6 757
18	7 500		8 063	8 667	9 317	10 016	10 767					-7 404	-7 350	-7 342	-7 382	-7 475
19	8 000		8 600	9 245	9 938	10 684	11 485					-7 942	-7 928	-7 963	-8 050	-8 193
20	8 500		9 138	9 823	10 560	11 351	12 203					-8 479	-8 506	-8 584	-8 717	-8 910
21	9 000		9 675	10 401	11 181	12 019	12 921					-9 017	-9 084	-9 205	-9 383	-9 628
22	9 500		10 213	10 978	11 802	12 687	13 638					-9 554	-9 661	-9 826	-10 053	-10 346
23	10 000		10 750	11 556	12 423	13 355	14 356					-10 092	-10 239	-10 447	-10 721	-11 064
24	1 750		1 881	2 022	2 174	2 337	2 512					-1 223	-705	-199	297	780

Forrás: saját vizsgálat, 2009

22. ábra: A numerikus modell vizsgálata II.

A 22. táblázat az IKR Rt. által forgalmazott precíziós növénytermelésben használt eszközök 2009. évi árait, illetve az AKI tesztüzemi rendszerének 2008. évi a társas vállalkozásokra vonatkozó vetőmag, műtrágya és növényvédőszer árai kerültek be a precíziós növénytermelés beruházás kalkulátorba, és ezek alapján célérték kereséssel - az anyag és módszer fejezetben ismertetett módon - vizsgáltam a megtérülést az üzem nagyság függvényében.

22. táblázat: A precíziós növénytermelés egyes pótlólagos eszközberuházásainak megtérüléséhez szükséges üzemméret modellezésének eredménytáblázata

	Pótlólagos beruházás (Ft) ***	Társas vállalkozások (Ft/ha)*	Megtakarítási szint (%)	Megtérüléshez szükséges terület			
				2 év (ha)	3 év (ha)	4 év (ha)	5 év (ha)
12 soros vetőgépezérlés (kuplungok+ elektronika stb.) + EZ Guide 500 + RTK állomás + vevő**	7 300 000	15 540 /a	10	2714	1945	1568	1349
Műtrágyaszórás vezérlés (Insight monitor+GPS vevő (EGNOS)+illesztő egység)	1 500 000	30 760 /b	10	282	202	163	140
EZ Guide Plus sorvezető (EGNOS) + Permetezés vezérlés	1 140 000	21 950 /c	10	301	215	173	149
Insight monitor + GPS vevő (EGNOS) + Permetezés vezérlés	1 750 000	21 950 /c	10	461	330	266	229

* AKI Tesztüzemi rendszer 2008. évi adatai: a, vetőmag felhasználás; b, műtrágya felhasználás; c, növényvédőszer felhasználás

** Az RTK állomás és a vevő kiépítése szükséges a cm-es pontosság miatt (RTK állomás: **2 900 000 Ft**; Vevő vetőgépre: **1 700 000 Ft**); ***A már meglévő gépekre IKR 2009.évi árai alapján; ****A táblázat 7,5 % betéti kamattal számol

Forrás: saját számítás, 2009

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

1. A precíziós növénytermelés fejlődő országokban történő bevezetésével foglalkozó tanulmányokban megfogalmazott hármas tagolást nemcsak a fejlődő, hanem a fejlett országok precíziós növénytermelés technológiák bevezetésére/terjedésére is alkalmazni lehetne. A Mondal és Basu (2009) által a fejlődő országoknak javasolt tagolás egyben mintegy *alap, közép és felsőfokú* szinten jellemezhetné a precíziós növénytermelést alkalmazókat. Ezt a tagolást a technológiát forgalmazóknak érdemes lenne bevezetni, az egyes szintekhez konkrét technológiai elemeket megjelölni. Ez a fokozatosság véleményem szerint elősegíthetné a technológia elterjedését is, hiszen alap szinten a gazdálkodó először nem a tőke és tudás intenzív ún. *integrált precíziós technológiával* ismerkedne meg, hanem a mindennapi gazdálkodása során felmerülő pl. területméréshez, talajminta helyének beazonosításához, a pontos csatlakozó sorokhoz venné igénybe a GPS-re alapozott navigációt, illetve ismerkedve a későbbi alkalmazások szükséges alapjaival. A jobb információk elősegítik a jobb döntések meghozatalát, amit egyszerűbb precíziós eszközök is elősegíthetnek. Az olcsóbb és egyszerűbb precíziós eszközök termesztéstechnológiai és gazdasági haszna indukálhatja további innovációk bevezetését is.

2. Szakirodalmi források említik, hogy a precíziós növénytermelés során alkalmazott technológiák jelentős humán és tőkebefektetést igényelnek, és valószínűleg a nagyobb farmok alkalmazzák. A precíziós növénytermelés bevezetésének hajlandóságát vizsgáltam 2003-ban kérdőíves felméréssel. Az EasyReg program (Bierens, 2004) Tobit modelljével végzett elemzést követően az a következtetés vonható le, hogy a gazdálkodó (döntéshozó) kora, valamint szakképzettsége is fontos tényezőként hat a precíziós növénytermelés bevezetésére. A precíziós

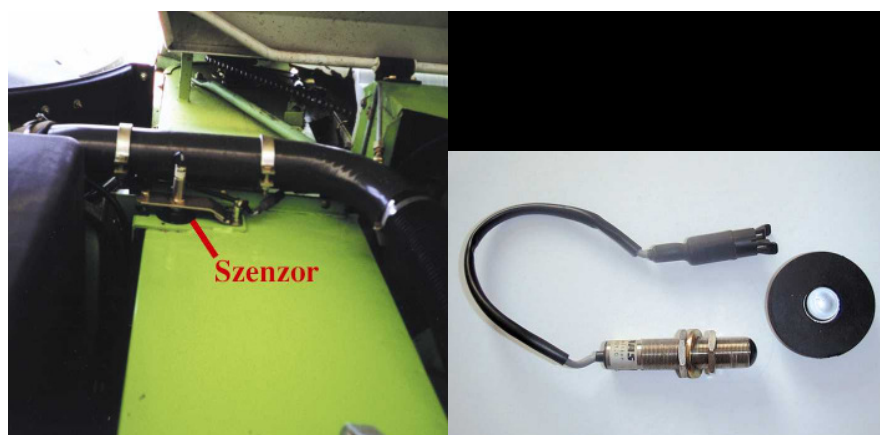
növénytermelésre való hajlandóság és a művelt terület nagysága között azonban nem tudunk kimutatni szignifikáns összefüggést. A művelt terület nagyságának közvetlen hatása a precíziós növénytermelés bevezetésére további vizsgálatokat igényel. Hasonló következtetésre jut számos külföldi kutató (Khanna et al. 1999, Khanna 2001 in Adrian et al. 2005, Daberkow et al. 2000, Fountas et al. 2003, Reichardt M. – Jürgens C. 2008), hangsúlyozva, hogy konkrét mérethatárok megadásához, ezek gazdasági alátámasztásához az alkalmazásban élenjáró országokban (USA, Németország) is további elemzésekre van szükség. Ilyen jellegű vizsgálatok és konkrét – gazdaság méretére, alkalmazás területére vonatkozó – javaslatok megfogalmazását megnehezíti, hogy valamennyi kultúra költség-jövedelem viszonyait és a termőhelyek eltérő specifikumait is tartalmazó modell felállítása szinte lehetetlen. Konkrét, a terület/gazdaság méretére vonatkozó javaslat csak a kultúra és a termőhelyi adottságok pontos ismeretében fogalmazható meg.

Az optimális üzemmérettel foglalkozó szakirodalmi forrásokból általánosságban megállapítható, hogy a fejlett mezőgazdasággal rendelkező és fejlődő országok esetében is a precíziós növénytermelés elsősorban nagyüzemi technológia.

3. A vizsgálatok során felhasználóként (Lajta-Hanság Rt.), és kutatóként is lehetőségem nyílt forgalmazókkal és felhasználókkal megvitatni a precíziós növénytermelés témakörét. A precíziós növénytermelés eszközrendszerének értékesítését értékelve meg kell jegyezni, hogy az ebbe a körbe tartozó hardverek, szoftverek, szenzorok, szabályzó elemek („extra felszerelések”) nélkül is működőképes az alapgép (pl. vetőgép, kombájn, műtrágyaszóró, permetezőgép).

A precíziós eszközök értékesítésével kapcsolatosan, gyakorlati tapasztalataim és vizsgálataim alapján az alábbi főbb csoportosítást javaslom:

- *univerzális precíziós növénytermeléshez* köthető kiegészítők, melyek bármely eszközre alkalmazhatóak (pl. DGPS navigáció, sebességmérő szenzor);
- *specifikus precíziós növénytermeléshez* kapcsolható kiegészítők, melyek szorosan kötődnek az egyes precíziós növénytermelés eszközökhöz (mint például a hozamtérképezéshez a Ceres 2-es típusú fotoelektromos hozammérő szenzor – 23. ábra).



Forrás: Saját felvétel 2000.

23. ábra: Claas Lexion 480-as kombájn Ceres-2-s típusú fotoelektromos hozammérő szenzora (adó rész a védőlencsével)

A vizsgálatok során nyilvánvalóvá vált, hogy a specifikus precíziós növénytermeléshez kapcsolódó elemek jövedelemtermelő képessége nehezen számszerűsíthető. A példának felhozott hozammérő szenzor folyamatosan készen áll az adatok felvételére (függetlenül attól, hogy készül-e hozamtérkép vagy sem), így a szenzort védő lencsék a magfelhordó elevátorban folyamatos termény általi koptatásnak vannak kitéve, ezért

cseréjük - meghatározott üzemóránként és terménytől függően – nélkülözhetetlen.

A precíziós növénytermelés eszközrendszerének értékesítésében *termék specifikus* (pl. műszaki bonyolultsága miatt célszerűen szakemberek tanácsadásával értékesíthető megfelelően; az értékesítő és a vevő között közvetlen kapcsolat nélkülözhetetlen) és *piac specifikus tényezők* (pl. csak tőkeerős cég vállalhatja az elosztói feladatokat) játszhatnak szerepet.

A precíziós növénytermelés eszközeinek értékesítése „push” stratégiájú, melynek eszközei lehetnek az árendemény politika, az ingyenes szaktanácsadás, és egyéb, az értékesítés utáni szolgáltatások. Ennek segítségével mintegy járulékosan a beruházás megvalósulása is biztosabb (nyomon követhető az alkalmazás és korrigálhatóak az esetleges nem megfelelő alkalmazásból adódó hibák).

A precíziós növénytermelés eszközrendszerének növekvő keresletét véleményem szerint az állami szabályozórendszer által támasztott követelmények, például a környezetvédelmi szempontok szigorodása válhatná ki, melynek révén a keresleti oldal (mezőgazdasági felhasználók) mintegy „húzná” (pull/húzó típusú) a precíziós növénytermelés eszközrendszerét. Ezáltal egy szűkebb felhasználói körből kitorve a precíziós eszközök általánosságban elfogadott „termékké” válhatnának.

Mivel a precíziós növénytermelés számítástechnikai eszközökre alapozott, a ma eszközei 2-3 év múlva a „technológiai push” hatására elavultnak számítanak majd.

4. Azt is látni kell, hogy minél összetettebb és bonyolultabb precíziós elemről van szó (pl. a helyspecifikus növényvédelem), annál költségesebb a beruházás, és a befektetés csak nagyobb területen térülhet meg. Ezt a megállapítást igazolja a „Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” modell, melyben a kutatóknak, és a gyakorlati gazdálkodóknak

is lehetőségük van az inputanyag-felhasználás – és a tervezett megtakarítási szint megadása –, költség- és terület adatok mellett a beruházás megtérülését megbecsülni.

A precíziós növénytermelés alapelvéből kiindulva és megvizsgálva, hogy vajon melyik növénykultúráknál érdemes az egyes technológiai elemeket alkalmazni megállapítható, hogy azoknál a kultúráknál optimális és lehet gazdaságos az alkalmazás, ahol magasak az inputanyag (elsősorban műtrágya és növényvédőszer) költségek.

5. A precíziós technológia gyakorlatban történő alkalmazása esetén számolni kell azzal a ténnyel is, hogy ezt a gazdálkodási technikát alkalmazóknak a gyakorlatban több tudományág ismeretével kell rendelkezniük, továbbá nyitottnak kell lenni az új és újabb ismeretanyagok befogadására. Természetesen a kombájn, műtrágyaszóró, vagy a vegyszerező gép kezelőjének is rendelkeznie kell magas szintű technikai tudással és a fedélzeti számítógép üzemeltetéséhez elengedhetetlenül szükséges ismeretanyaggal. Gyakorlati tapasztalataim igazolták, hogy a kombájn-vezető munkájának pontos kivitelezése a legfontosabb követelmény, például a kombájn beállítási munkálatai és a gép következetes vezetése a hozamtérkép készítéshez, illetve az ehhez kapcsolódó további munkafolyamatok elvégzéséhez szorosan hozzá tartozik. E nélkül ugyanis a sok beállítandó paraméter közül akár csak egy is jelentősen eltér a valóságtól, a hozamtérkép torzul (pl.: nedvesség, hl-tömeg, D/GPS jel hiánya, a kombájn vízszintbe állítása stb.) és nem fogja szolgálni a kitűzött célt, a precíziós termesztéstechnológia további erre épülő elemeit.

6. A precíziós növénytermelés alapja a helyspecifikus gazdálkodás. Joggal vetődhet fel a kérdés, hogy tulajdonképpen miért van szükség a táblán belül eltérő hozamok ismeretére. A válasz egyszerű, a hozam az egyetlen meghatározó mutatója a növénytermesztési műveleteink

sikerességének vagy sikertelenségének, mivel együttesen mutatja meg az összes tényezőnek (vetés, tápanyag visszapótlás, növényvédelem stb.) növényre tett hatásait. A hozamtérképezés és a kombájon történő hozammal kapcsolatos adatgyűjtés - előnyeit ismerve - egy jó kiindulópont a táblán belüli változékonyság mérésére. Az előnyök főleg a hozamtérképen megjelenő információkból adódnak, így például:

- Segít a növény kiválasztásában és az ugaroltatási döntésekben azzal, hogy különböző termőföldek és táblarészek hozamait össze lehet hasonlítani.
- Látszólag kiegyenlített hozamú földeken megmutatja a gyengébb termőterületeket.
- Igazolja, illetve alátámasztja a kompenzációs igényeket (pl.: agrokemikáliák hatásossága stb.)
- A növény jól jelzi a talaj fizikai és kémiai különbözőségeit, ennek megfelelően a kapott hozamtérkép alapján végzett precíziós agrotechnika a növény igényeinek megfelelő talajállapotot hozhat létre.
- A hozamtérkép alapján történő gyomnövény felvételezés, elősegíti a precíziós növényvédelem pontosabb végrehajtását.
- Lehetőséget nyújt egyszerű, a gazdaságban elvégezhető kísérletekre.

Ezek alapján megállapítható, hogy nem mindenütt indokolt a kemikáliák táblaszintű egyenletes kiadagolása, hanem a terület tápanyag ellátottságának inhomogenitásához alkalmazkodva kell az adott helyen az adott szükségleteknek megfelelően beavatkozni. Így a mennyiségi és minőségi termésjavulás mellett jelentős költség takarítható meg, továbbá a

környezet megóvása érdekében is fontos lépést jelenthet az indokolt vegyszer kijuttatás.

A precíziós növénytermelés fontos eleme lehetne az agrár-környezetgazdálkodásban preferált integrált növénytermesztési technológiáknak. Amennyiben a precíziós technológiával előállított termék-minősítést kapna – hasonlóan a bio/organikus termékekhez –, és ezt a nagyobb odafigyeléssel, környezeti szempontokat szem előtt tartva előállított terméket a mindenkori piaci ár felett hajlandó megvásárolni a fogyasztó, akkor a beruházás megtérülésének ideje jelentősen csökkenthető.

A precíziós technológia hátrányaként 3 tényező említhető meg:

- A technológia felhasználóinak komplex ismeretanyaggal kell rendelkezniük (pl.: számítástechnika, gépismeret és beállítások, alkalmazástechnika stb.).
- Jelentős beruházás igényű a technológia bevezetése.
- Ezen technológia alkalmazására befolyással van a tábla (valamint a gazdaság) mérete, továbbá a tábla heterogenitása (pl. talaj fizikai és kémia változékonysága a táblán belül).

Természetesen e tényezők figyelembe vételével alkalmazott precíziós növénytermelés nyereségesen üzemeltethető.

A precíziós növénytermelés eszközszerének alkalmazói számára az alábbi javaslatok fogalmazhatók meg:

1. A gazdaságban a géppark legyen korszerű.

- Indoklás: a gépek életkora fontos tényező a technológia eszközszerének illesztése szempontjából, az új(abb), korszerűbb erő- és

munkagépeken a pótlólagos technikai változtatás, eszközfelszerelés olcsóbban, könnyebben kivitelezhető. A korszerűbb gépek területteljesítménye révén a beruházás megtérülése rövidebb idejű, illetve egységnyi költsége alacsonyabb lesz.

2. A tábla mérete befolyásolja a precíziós növénytermelés eszközrendszerével ellátott gép napi területteljesítményét (hatékony munkavégzését).

- Indoklás: elaprózódott táblákon (10 ha alatt) a termelés nagyteljesítményű gépekkel gazdaságtalan, így a kisebb méretű táblákon dolgozó gépeken alkalmazott precíziós növénytermelés eszköz(rendszer) üzemeltetése sem hatékony.

3. Egy adott tábla helyspecifikus „megismerése”, feltérképezése hosszú időtávú, 3-5 éves megfigyelést is igényelhet kultúránként/növényfajonként.

- Indoklás: egy adott beavatkozás (helyspecifikus növényvédelem, vagy műtrágya kijuttatás) sikerességét adott kultúrára/fajra (esetleg fajtára) vonatkoztatva csak adott táblán, több termesztési periódus alatt elkészített hozamtérkép, illetve talajtérkép tudja megmutatni.

4. A precíziós növénytermelés eszközrendszeréhez helyesen megválasztott üzemméret nagyság csökkenti a megtérülés kockázatát.

- Indoklás: bármely beruházás alapvető célja, hogy minél rövidebb idő alatt megtérüljön. Ehhez szükséges ismerni a beruházás nagyságát, az inputanyag felhasználás és a várható megtakarítás hektáronkénti szintjét, valamint a területnagyságot, amelyen a technológiát alkalmazzák. A „PN beruházás kalkulátorral” végzett modellszámítások alapján 100 - 1000 ha közötti alkalmazási területnagyság esetén 2,5 millió Ft precíziós

eszközberuházás, 20.000 Ft/ha feletti inputfelhasználás és minimum 5 % megtakarítási szint esetén 3-5 éven belül megtérülhet.

5. A precíziós növénytermelés intenzív inputanyag felhasználást (műtrágya, növényvédőszer) feltételez.

- Indoklás: magas inputanyag költség esetén, valamint a környezeti szempontok figyelembevétele mellett van értelme megtakarításban vagy ésszerűsítésben gondolkodni.

6. A precíziós növénytermelés eszközrendszerének üzemeltetésére kijelölt személyek szakmailag felkészültek és érdekeltek legyenek a pontos üzemeltetésben.

- Indoklás: a beépített eszköz pl. kalibráció vagy korrekciós jel nélkül nem működik megfelelően. Ilyen esetben az adatok pontatlanok, és a levonható következtetések sem helytállóak. A precíziós növénytermelésben a feladatot végrehajtó személy (esetenként szakmunkás) ez irányú ismereteinek megszerzésére nagy hangsúlyt kell fektetni.

7. Az alkalmazott precíziós eszköznek egyszerűen kezelhetőnek, jól áttekinthetőnek kell lennie. A gép beindítását követően az adatgyűjtés legyen automatikus, a gépkezelőtől külön figyelmet ne igényeljen.

- Indoklás: a gép üzemeltetőjének figyelmét elsősorban az adott feladat (betakarítás, permetezés, műtrágyaszórás, vetés) köti le. A munka végzése közben a dolgozó egyéb összetett feladat elvégzésére csak nagyon korlátozott mértékben alkalmas (pl. nehezen kivitelezhető munkavégzés közben, ha a számítógépes programba több funkcióbillentyű lenyomásával tud belépni).

8. A precíziós növénytermelés során gyűjtött és feldolgozott adatokat a tulajdonosok/vezetők használják fel a döntés-előkészítés folyamatában.

- Indoklás: amennyiben a vezetők nem használják fel a kapott adatokat, a dolgozók is érdektelenné válnak a technológia pontos üzemeltetésében, a technológiai innováció bevezetése kudarcba fullad.

9. A precíziós növénytermelés eszközeinek javítását és karbantartását felkészült szakemberek a lehető legrövidebb idő alatt végezzék el.

- Indoklás: a precíziós eszközök meghibásodása esetén területteljesítmény kieséssel számolhatunk. Ebben az esetben a munkagép üzemképes, és a precíziós növénytermelés eszközrendszerének alkalmazása nélkül folytatja tevékenységét. Ilyenkor a lehetséges input megtakarítás, vagy adat-felvételezés elvész, illetve szünetel.

10. A precíziós növénytermelés egyes technológiai elemének vagy egészének bevezetése előtt javasolt a „PN beruházás kalkulátor” segítségével az elvárt megtakarítási szintek, alkalmazás területe és költségadatok megadásával a beruházás megtérülését megvizsgálni.

- Indoklás: a precíziós technológia költsége rendkívül széles skálán mozog, az alkalmazás szintjétől, a berendezéstől függően. A gazdaság számára a megtérülés időtávjának ismerete elengedhetetlen a megalapozott beruházási döntés meghozatalához.

6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ EREDMÉNYEK (TÉZISEK)

1. Kérdőíves felmérés alapján megállapítható, hogy a precíziós technológia alkalmazásakor 80%-os szignifikancia szinten az *életkor* és az *új technológia bevezetése iránti hajlandóság* között összefüggés mutatható ki. Az idősebb (50 év feletti) gazdálkodók kisebb valószínűséggel alkalmazzák a precíziós technológiákat, mivel rövidebb időhorizontban gondolkodnak (rövidebb időre terveznek), valamint kevésbé kívánnak a precíziós növénytermeléshez szükséges szellemi és pénzügyi tőkébe investálni. A precíziós növénytermelés egyes elemeinek és rendszerének alkalmazása számítástechnikai alapokat feltételez, elsősorban a technológia alkalmazójától.

2. Az *iskolai végzettség* és az alkalmazók között szintén szignifikáns összefüggés mutatható ki. Ebben az esetben azonban szét kell választani a gazdaság döntéshozójának iskolai végzettségét a precíziós technológia alkalmazójáétól. Mindkettő szerepe döntő a technológia alkalmazásában. A döntéshozó felismeri és összefüggéseiben látja a precíziós növénytermelésben rejlő lehetőségeket, a végrehajtó dolgozó pedig rendelkezik a technológia eszközrendszerének üzemeltetéséhez szükséges alapismeretekkel.

3. A precíziós technológiák elméleti és gyakorlati gazdaságossági elemzését segíti a kidolgozott „Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” modell. A „Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” modell újszerű megközelítést alkalmaz. A számítások során az input anyag megtakarításból kiindulva vizsgálja az adott precíziós eszköz megtérülését, az általánosan használt jövedelem-alapú számítási módszerekkel szemben. Meg kell

jegyezni, hogy olyan precíziós eszközök pótlólagos beruházásának megtérülésével kalkulál a modell, melyek inputanyagot (pl. műtrágya, növényvédőszer) juttatnak ki.

4. A precíziós növénytermelés technológiája – a műholdas, számítástechnikai háttér következtében – rendkívül K+F alapú, a fejlesztők/forgalmazók különböző marketing eszközökkel igyekeznek a felhasználói oldalról jelentkező fenntartásokat leküzdeni, a gyakorlati bevezetést szorgalmazni. Mivel az igény elsődlegesen nem a felhasználók oldaláról jelentkezik, a precíziós növénytermelés a *push* típusú innovációk közé sorolható.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A precíziós növénytermelés az utóbbi évtizedek jelentős mezőgazdasági innovációja. A technológia fejlődésének ütemét nem követi az innováció terjedésének üteme, mivel a gyakorlati alkalmazás gazdasági előnyeit – az egyes technológiai elemek, a növénykultúra és a termőhely specifikumainak következtében – nehéz meghatározni.

A disszertáció primer és szekunder vizsgálatokra alapozva több oldalról közelíti meg a precíziós technológiák gazdaságosságának és technológiai, személyi előfeltételeinek kérdéskörét. A disszertáció célja, hogy egy elméleti és gyakorlati haszonnal bíró ökonómiai modell kidolgozásával segítse a precíziós növénytermelés bevezetésének döntés-előkészítési folyamatát.

A vizsgálatok – és gyakorlatilag a témaválasztás – háttérét az 1998 és 2000 közötti, a Lajta-Hanság Rt.-nél növénytermesztői beosztásban végzett gyakorlati munka adta. A Lajta-Hanság Rt. inputanyag költségeire vonatkozó adatok feldolgozásával kimutattam a precíziós növénytermelési technológiákkal elérhető potenciális megtakarítás mértékét. A gazdaságossági vizsgálatok kiterjedtek a géppark életkorának a precíziós növénytermelés bevezetésére gyakorolt hatás meghatározására is.

A precíziós növénytermelés technológiai elemei közül a hozamtérképezéssel a vizsgálatok első szakaszában foglalkoztam (Lajta-Hanság Rt.). A precíziós gyomszabályozás üzemi alkalmazhatóságának és gazdasági hasznának vizsgálata (2004 és 2006) során megállapításra került, hogy a gyomborítottságtól és az alkalmazott (javasolt) szerkombináció költségének függvényében jelentős inputanyag és –költség csökkenés érhető el. Fontos megemlíteni, hogy a disszertációban közölt adatokból kitűnik, hogy az inputanyag költség csökkenésével párhuzamosan a gépköltségek

jelentősen növekednek – e két tényező összhangja, egymás kompenzálása adja a precíziós technológia bevezetésének – és megtérülésének – alapját.

2003-ban kérdőíves felmérés készült a precíziós növénytermelés bevezetését befolyásoló tényezők meghatározásának céljából; a kérdőív célcsoportját mezőgazdasági vállalkozók, gazdasági társaságok felelős növénytermesztői képezték. Az adatok feldolgozásához és értékeléséhez Microsoft Excel programot és az EasyReg programcsomagból a *Tobit modellt* használtam fel. A kérdőíves felmérés legnagyobb eredményének tekinthető, hogy Magyarországi viszonylatban kimutattam az életkor és az új technológia bevezetése iránti hajlandóság közötti összefüggést. Megállapítottam továbbá, hogy az iskolai végzettség és a precíziós növénytermelést alkalmazók között szintén szignifikáns összefüggés mutatható ki. Az iskolai végzettség háttérét tovább elemezve 2004-ben szakközépiskolai döntéshozók és oktatók körében kérdőíves felmérés segítségével vizsgáltam a középfokú szakképzés szerepét és lehetőségeit a precíziós növénytermelés elterjedésben.

Mivel alapvetően minden beruházás célja, hogy megtérüljön és ezt követően nyereséget termeljen, megvizsgáltam a precíziós növénytermelés eszköztárába tartozó egyes technológiai elemek gazdasági előnyeit és hátrányait.

Az elvégzett vizsgálatok fontos eredményének tekinthető a „Precíziós növénytermelés beruházás kalkulátor” kidolgozása, mivel a megelőzően elvégzett szekunder és primer vizsgálatok eredményeire alapozva a modell mind a tudományos kutatásnak, mind a gyakorlati felhasználóknak hasznos információkkal szolgál további vizsgálatok végzéséhez, illetve a döntés-előkészítés során.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki témavezetőmnek Dr. Salamon Lajos professzor úrnak a doktori tanulmányaim során nyújtott segítségéért és támogatásáért.

Köszönöm opponenseimnek, Dr. Takácsné Dr. György Katalin docens Asszonynak, Dr. Székely Csaba tanár úrnak és Dr. Nagy Sándornak, hogy előremutató bírálatukkal hozzájárultak a dolgozat végső változatának elkészítéséhez.

Köszönetemet fejezem ki Dr. Orbán Józsefnek és Dr. Hegyi Juditnak a folyamatos erkölcsi megerősítésekért.

Köszönetet mondok mindazon volt és jelenlegi egyetemi kollégáknak, akikkel a doktori tanulmányaim alatt együtt dolgozhattam, és szakmailag segítettek munkámat.

Köszönöm munkahelyem megértését és támogatását, mellyel hozzájárultak a fokozatszerzés befejezéséhez.

Köszönetemet fejezem ki családomnak a bátorításukért.

Köszönöm feleségemnek végtelen türelmét, s hogy munkámhoz nyugodt hátteret biztosított.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a családomnak és mindazoknak, akik munkám megírását mind szakmai, mind módszertani szempontból hasznos információkkal, tanácsokkal segítették.

Nem utolsó sorban köszönet gyermekeimnek:

Zsófinak és Ádámnak

Feci quod potui, faciant meliora potentes

Megtettem, amit tudtam, legjobb képességeim szerint cselekedve

Experientia est optima rerum magistra

A tapasztalás a legjobb tanító

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. Adrian, A. M. - Norwood, S. H. – Mask, P. L. (2005): Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture* 48 . 256 – 271 pp.
2. Arnold, E. - Bell, M. (2001): Some new ideas about research for development. In: *Partnerships at the Leading Edge: A Danish Vision for Knowledge, Research and Development*. Report of the Commission on Development-Related Research Funded by Danida; Copenhagen: Ministry of Foreign Affairs/Danida, 2001, 279 - 319 pp.
3. Barkaszi, L. (2007): A gyomirtás hatása a kukoricatermesztés eredményességére PhD értekezés. 142 p.
4. Basso, B. - Ritchie, J. T. – Pierce, F. J. – Braga, R. P. – Jones, J. W. (2001): Spatial validation of crop models for precision agriculture. *Agricultural Systems*, Volume 68, Issue 2, May 2001, 97 - 112 pp.
5. Batte, M. T. - Arnholt, M. W. (2003): Precision farming adoption and use in Ohio: case studies of six leading-edge adopters *Computers and Electronics in Agriculture*, 38. szám, 125 - 139 pp.
6. Bierens H. J. (2004): EasyReg International – Free Econometrics Software for Easy Regression Analysis.
<http://econ.la.psu.edu/~hbierens/EASYREG.htm> - letöltve 2004.03.22
7. Bojtárné, L. M. (2009): AKI Agrárgazdasági Figyelő Budapest, 2009.07.08 I. évfolyam 2. szám 13 pp.
8. Chikán, A. (1997): Vállalatgazdaságtan. Aula Kiadó Bp. 586 p.
9. Cornejo, J. F. – Daberkow, S. – McBride, W. D. (2001): Decomposing the size effect on the adoption of innovations: agrobiotechnology and precision agriculture *AgBioForum* – Volume 4, Number 2 – 2001 124 - 136 pp.

10. Cserhádi, S. (1900): Általános és Különleges növénytermelés I. kötet Magyar-Óvár 1900 Czéh Sándor féle könyvnyomda 5 p.
11. *Die Landwirtschaftliche Zeitschrift für Produktion – Technik – Management*, Dlz 12/90 20 p.
12. Daberkow, S. G. – Cornejo, J. F., - McBride, W. D. (2000): The role of farm size in the adoption of crop biotechnology and precision agriculture. Selected paper for presentation at the 2000 AAEEA meetings, Tampa, FL,
13. Dimény I. (1992): A műszaki-fejlesztés ökonómiai összefüggései a mezőgazdaságban Akadémiai Kiadó. Budapest. 30 p.
14. Douglas, L. Y. – Kwon, T. J. – Smith, E. G. – Young, F. L. (2003): Site-specific herbicide decision model to maximize profit in winter wheat. *Precision Agriculture* 4. 227 - 238 pp.
15. Dóry, T. (2005): Regionális innováció-politika kihívások az Európai Unióban és Magyarországon. Dialóg Campus Kiadó Bp. – Pécs 2005. 261 p.
16. Earl, R. - Wheeler, P. N. – Blackmore, B. S. – Godwin, R. J. (1996): Precision Farming – The Management of Variability, *The Journal of the Institution of Agricultural Engineers* vol. 51 no. 4
17. European Commission (2004): *Innovation Management and the Knowledge-driven Economy*. Brussels. 164 p.
18. European Innovation Scoreboard (2002): Technical paper No 2, Candidate Countries. European Commission Enterprise Directorate General, Brussels
19. European Innovation Scoreboard (2008): Comparative Analysis of innovation performance. Prepared by Maastricht Economic and Social Research and training centre on Innovation and Technology (UNU-ERIT) 2009 january 51 p.
20. Eurostat (2000): Statistics on Innovation in Europe, 2000 edition, Eurostat Luxemburg

21. Fekete, A. - Földesi, I. – Kovács, L. – Seres, L. (1997): Automatizálási rendszer differenciált tápanyag-utánpótláshoz. *Járművek, Építőipari és Mezőgazdasági Gépek*. 44.12. 435 - 438 pp.
22. Ferguson, R. B. (2002): Educational Resources for Precision Agriculture. *Precision Agriculture*, Kluwer Academic Publishers 3, 359 - 371 pp.
23. Freeman, C. (1974): *The Economics of Industrial Innovations*. Penguin. London. 1 - 409 p.
24. Freeman, C. – Soete, L. (1997): *The Economics of Technological Innovation*. 3rd Edition. MIT Press.
25. Fountas, S. Blackmore, S. – Ess, D. – Hawkins, S. – Blumhoff, G. - Lowenberg-Deboer, J. – Sorensen, C. G. (2005): Farmer experience with Precision Agriculture in Denmark and US Eastern Corn Belt. *Precision Agriculture*. *Precision Agriculture*, 6, 121 – 141 pp.
26. Fountas, S. – Pedersen, S. M. – Blackmore, S. (2004): ICT in Precision Agriculture – diffusion of technology
<http://departments.agri.huji.ac.il/economics/gelb-pedersen-5.pdf>, letöltés dátuma 2009. augusztus 31.
27. Gandonou, J. M. – Stombaugh, T. S. – Dillon, C. R. – Shearer, S. A. (2001): Precision Agriculture: A Break-Even Acreage Analysis 2001 ASAE Annual International Meeting Sacramento Convention Center Sacramento, California, USA
28. Gáspár, L. (1998): Általános innovációelmélet. Magyar Innovációs Szövetség, Budapest,
29. Gerhard, R. (1997): Das system schlägt gezielt zu. Unkraut mit weniger herbiziden sicher bekämpfen. *Die Landwirtschaftliche Zeitschrift für Produktion – Technik – Management*, Sonderheft. 35 - 37 pp.

30. Gerhards, R. – Sökefeld, M. (2003): Precision farming in weed control - system componenets and economic benefits. Precision Agriculture Wageningen Academic Publishers, 2003. 229 pp.
31. GPS tanfolyami jegyzet (1994): A NAVSTAR GPS rendszer felépítése. Földmérési és Távérzékelési Intézet Kozmikus Geodéziai Observatórium. 7 - 10 pp.
32. Gockler, L. (2009): Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2009-ben FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. 34 p.
33. Havas, A. (1998): Innovációs elméletek és modellek – Inzelt, A. (szerk.) Bevezetés az innováció-menedzsmentbe. Műszaki Könyvkiadó – Magyar Minőség Társaság, Budapest, 33 - 57 pp.
34. Havas, A. – Inzelt, A. (1998): Bevezetés az innováció menedzsmentbe: Az innovációmenedzsment és a technológiamenedzsment kapcsolata. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 323 p.
35. Heijman, W. – Lazányi, J. (2007): Economics of precision agriculture in Hungary International AVA3 Congress, Debrecen International session III. 14 p.
36. Helmuth, A. (2001): The Fertilizer Sector in Western Europe, Market Trends and Industry Outlook. E F M A (European Fertilizer Manufacturers Association) 2nd International Conference on The Chemical and Petrochemical Industries of Russia, the CIS and Central & Eastern Europe Budapest, 23 – 24 April 2001
37. Hensch, Á. (1885): „Az okszerű talajművelés elmélete és gyakorlata”. Kiadja a Királyi Magyar Természettudományi Társulat 1885. 236 - 238 pp.
38. Hronszky, I. (2002): Kockázat és innováció - A technika fejlődése társadalmi kontextusban (Szerk.: Németh, V.)

39. Husti I. (Szerk.) (1993): A mezőgazdasági műszaki fejlesztési néhány társadalmi-gazdasági összefüggése. Budapest, Akadémiai Kiadó 98 p.
40. Inzelt, A. (1996): A kutatással és a kísérleti fejlesztéssel kapcsolatos felmérésekhez javasolt egységes gyakorlat. Frascati kézikönyv. Budapest, 1996., Százszorszép Kiadó, 228 p.
41. Inzelt, A. (1998): Nemzeti innovációs rendszerek. - Inzelt, A. (szerk.) Bevezetés az innováció-menedzsmentbe. Műszaki Könyvkiadó – Magyar Minőség Társaság, Budapest, 33 - 57 pp.
42. Inzelt, A. – Szerb, L. (2003): Innovációs aktivitás vizsgálata ökonometriai módszerekkel, Közgazdasági Szemle 11. sz. 1002 - 1021 pp.
43. Hoffer, I.– Iványi, A. Sz. (1993): Innovációs menedzsment. Aula kiadó Bp. 299 p.
44. Kalmár, S. (2000): A precíziós gazdálkodást megalapozó hozamtérkép készítési módszer, valamint a tápanyag utánpótlási, agrotechnikai és növényvédelmi eljárások alkalmazásának vizsgálata. 52 p.
45. Kalmár, S. – Salamon, L. – Reisinger, P. – Nagy, S. (2004): Possibilities to apply precision weed control in Hungary. Gazdálkodás 8. különszám, English Special Edition 88 - 94 pp.
46. Katona, J. (2006): Irányelvek az Innovációs adatok gyűjtésére és értelmezésére Innovációs Mesterkurzus, Győr 2006. április 7 szakmai előadás anyag
47. Kárpáti, L. – Csapó, Zs. (szerk.) (2003): Marketing és kereskedelem Campus Kiadó Debrecen 2003. 29-30 pp.
48. Keszthelyi, Sz. – Pesti, Cs. (szerk) (2009): A tesztüzemi információs rendszer 2008. évi eredményei. AKI 2009. 3. szám 148 p.
49. Késmárky-Gally, Sz. (2006): A műszaki fejlesztés szerepe a magyar mezőgazdaság fejlődésében. PhD értekezés Gödöllő 141 p.

50. Khanna, M. – Epouche, O. F. – Hornbaker, R. (1999): Site-specific crop management: adoption patterns and incentives. *Review of Agricultural Economics* 21 (2): 455 - 472 pp.
51. Kotler, P. [1991]: *Marketing menedzsment*. Műszaki Kiadó, Budapest. 376 p.
52. Kotler, P. [2004]: *Marketing menedzsment*. Műszaki Kiadó, Budapest.
53. Kovács, Gy. (2004): Innováció, technológiai változás, társadalom: újabb elméleti perspektívák *Szociológiai Szemle* 2004/3. 52 - 78 pp.
54. Kovács, T. (1996): Tér és Társadalom - Az agrárgazdaság - A termőföld privatizációjának regionális vetülete 64 - 65 pp.
55. Kutter, T. – Tiemann, S. – Siebert, R. – Fountas, S. (2009): The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming, *Precision Agriculture* Springer, DOI 10.1007/s11119-009-9150-0 Published online: 2009. november 21.
56. Kürti, S. (2008): Kürt Információmenedzsment - 20 éves a Kürt, az infostázsa. <http://www.kurt.hu/u/document/infostrazsa2008.pdf> (Computerworld 2006. 02. 24) 15 p.
57. Lakner, Z. – Hajdu, I. – Kajári, K. – Kasza, Gy. – Márkus, P. – Vizvári, B. (2007): Versenyképes élelmiszergazdaság – élhető vidék *Gazdálkodás* 51. évf. 4. szám 1 - 4 pp.
58. Lamb, D. W. - Frazier, P. - Adams, P. (2008): Improving pathways to adoption: Putting the right P1s in precision agriculture *Computers and Electronics in Agriculture*, 61. szám, 4 - 9 pp.
(<http://search.nal.usda.gov/bitstream/10113/15635/1/IND44029689.pdf> - 2010-02-03)
59. Langley, R. B. (2000): Smaller and smaller – The Evolution of the GPS Receiver *GPS World* 2000 Volume 11, Number 4. 54 p.

60. Lehota, J. – Horváth, Á. – Komáromi, N. – Turi, Z. (2001): Marketingkutató az agrárgazdaságban. Mezőgazda Kiadó. Budapest 2001. 231 p.
61. Leiva, F. R. – Morris, J. – Blackmore, B. S. (1997): Precision Farming Techniques for Sustainable Agriculture. 1st European Conference on Precision Agriculture, Warwick University Conference Centre, Warwick UK. 957 - 966 pp.
62. Lencsés, E. (2008): A precíziós gazdálkodás ökonómiai értékelése. Bulletin of the Szent István University, 261 – 271 pp.
63. Lengyel, I. – Rechnitzer, J. (2004): Regionális gazdaságtan Dialog-Campus kiadó, Budapest-Pécs 257 - 267 pp.
64. Lowenberg-DeBoer, J. - Swinton, S. M. (1995): “Economics of Site Specific Management in Agronomic Crops,” Staff Paper 95-14, Department of Agricultural Economics, Purdue University, West Lafayette, IN. 1995.
65. Lowenberg-De-Boer, J. – Swinton, S. M.. (1997): Economics of Site-Specific Management in Agronomic Crops. *In The State of Site-Specific Management for Agricultural Systems*. F. J. Pierce, P.C. Robert and J. D. Sadler, eds. Madison, 369 - 396 pp.
66. Lőrincz, Zs. (2007): Kockázatelemzés a növénytermesztésben PhD értekezés 159 p.
67. Luschei, E. C. - Van Wychen, L. R. – Maxwell, B. D. – Bussan, A. J. – Buschena, D. – Goodman, D. (2001): Implementing and conducting on-farm weed research with the use of GPS. *Weed Science* 49, July-August 2001 536 – 542 pp.
68. Malecki, E. J. (1991): Technology and Economic Development: The Dynamics of Local, Regional and National Change, Longman. New York.
69. Mansfield, E. (1968): *The Economics of Technical Change*. Norton. N.Y. 1 - 260 pp.

70. Mara, M. – Pannell, D. J. – Ghadim, A. A. (2003): The economics of risk, uncertainty and learning in the sdoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural systems* 75, USA, 215 – 234 pp.
71. Maohua, W. (2001): Possible adoption of precision agriculture for developing coutries at the treshold of the new millenium. *Computers and Electornics in Agriculture* 30 (2001) 45 – 50 pp.
72. Menyhért, Z. szerk. (1979): Kukoricáról a termelőknek Mezőgazdasági Kiadó 6 p.
73. Mesterházi, P. Á. – Pecze, Zs. – Neményi, M. (2001): A precíziós növényvédelmi eljárások műszaki-térinformatikai feltételrendszere. *Növényvédelem* 37 (6) 273 - 282 pp.
74. Milics, G. (2008): A térinformatika és a távérzékelés alkalmazása a precíziós (helyspecifikus) növénytermesztésben. PhD értekezés Pécs 2008. 127 p.
75. Mondal, P. – Basu, M. (2009): Adoption of precision agriculture technologies in India and ome developing countries: Scope, present status and strategies. *Progress in Natural Science* 19. 659 - 666 pp.
76. Moore, G. A. (1995): *Crossing the Chasm*. Harper Collins Publisher Inc., New York. 256 p.
77. Moore, I. D. - Gessler, E. - Nielsen, G. A. - Peterson, G. A. (1993): Terrain analysis for soil specific crop management. *Second International Conference on Site-Specific Management for Agricultural Systems*, 27 - 51 pp.
78. Morgan, M. - Ess, D. (1997): *The Precision Farming Guide for Agriculturist*. Deere & Company, John Deere Publishing, 1 - 124 pp.

79. Nagy, I. (2009): Az innovációk elmélete és a Triple Helix modell
Kutatási Fórum dolgozat 25 p.
80. Nagy, S. (2004): A gyomfelvételezési módszerek fejlesztése a precíziós
gyomszabályozás tervezéséhez. PhD értekezés 223 p.
81. National Research Council (NRC) (1997): Precision agriculture in the
21st century: geospatial and information technologies in crop management.
Washington D.C., National Academy Press 149 p.
82. Nelson, R. (1982): *Governments and Technical Progress*. Pergamon.
New York.
83. Neményi, M. - Pecze, Zs. - Mesterházi, P. Á. - Német, T. (2001): A
precíziós-helyspecifikus növénytermesztés műszaki és térinformatikai
feltételrendszere. Növénytermelés 50 (4) 419 - 430 pp.
84. Német, T. – Kovács, Z. – Kovács, A. – Potyondi, I. (1999): GPS
technológia mezőgazdasági felhasználása (Táblaszintű gazdálkodás -
Precision Farming). Növényvédelmi Tanácsok. 8.8. 26 - 28 pp.
85. Pakucs, J. – Papanek, G. (szerk.) (2006): Innováció menedzsment
kézikönyv. Magyar Innovációs Szövetség Bp. 10 p.
86. Pallaga, V. (2006): Innováció, a versenyképesség kulcsa - SAF
Kollokvium Párizs, 2006. február 2. vitafórum összefoglaló anyaga
87. Pecze, Zs. (2001): A precíziós (helyspecifikus) növénytermesztés
feltételrendszere. PhD értekezés 1 - 161 pp.
88. Pecze, Zs. - Neményi, M. - Mesterházi, P. Á. (2001): A helyspecifikus
tápanyag-visszapótlás műszaki háttere. Mezőgazdasági Technika 42 (2) 5-6
pp.
89. Pedersen, S. M. – Fountas, S. – Blackmore, B. S. – Gylling, M. –
Pedersen, J. L. (2004): Adoption and perspectives of precision farming in
Denmark. Acta Agricultura Scandinavica; Section B. Soil and Plants, Vol.
54 (1), 2 - 6 pp.

90. Pfau, E. – Széles, Gy. (2001): Mezőgazdasági Üzemtan II. 106 p.
91. Pitlik, L. – Petó, I. (2002): Az információtechnológia fejlődésének kihívásai az agrárgazdaságban. Gazdálkodás 46. (2) 57 - 66 pp.
92. Pratley, J. E. – Lemerle, D. (1998): Precision weed management outcomes for research. Precision Weed Management in Corps and Pastures 151 - 154 pp.
93. Popp, J. – Griffin, T. (2000): Adoption trends of early adopters of precision farming in Arkansas. Proceedings of Fifth International Conference on Precision Agriculture (CD), July 16-19, 2000 Bloomington, MN, USA.
94. Rajalahti, R. (2009): Promoting Agricultural Innovation Systems Approach: The Way Forward
<http://knowledge.cta.int/en/Dossiers/Demanding-Innovation/Innovation-systems/Articles/Promoting-Agricultural-Innovation-Systems-Approach-The-Way-Forward#> - letöltve 2009.08.30
95. Rechnitzer, J. (1993): Szétszakadás vagy felzárkózás. A térszerkezetet alakító innovációk. MTA RKK, Győr. 207 p.
96. Reichardt, M. – Jürgens, C. (2009): Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups Precision Agriculture 10. évf. 1. szám 73 – 94 pp.
97. Reisinger, P. – Lehocky, É. – Nagy, S. – Kömüves, T. (2004): Database-based precision weed management. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft. Eugen Ulmer GmbH. & Co. Stuttgart. XIX. 467 - 472 pp.
98. Rew, L.J. – Cussans, G. W. (1995) Patch ecology and dynamics - How much do we know? Proceedings Brighton Crop Protection Conference - Weeds-1995. BCPC, Surrey, 1059 – 1068 pp.

99. Rogers, E. M. (1962): *Diffusion of Innovation*. New York, NY: Free Press.
100. Rosenberg, N. (1976): *Perspectives on Technology*. Cambridge UP.
101. Samuelson, P. A. – Nordhaus, W. D. (1997): *Közgazdaságtan III. Alkalmazott közgazdaságtan a mai világban* Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest 1997. 1161 p.
102. Sági, F. (1996): *Precíziós gazdálkodás az EU-ban, különös tekintettel a termés biológiai értékének növelésére*. Tématanulmány Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest.
103. Schumpeter, J. A. (1939): *Business Cycles*, McGraw-Hill, New York, 1 - 461 pp.
104. Schumpeter, J. A. (1982): *The Theory of Economic Development*. Reprint. Original published Harvard UP. Cambridge, Mass. 255 pp.
105. Smuk, N. – Milics, G. – Salamon, L. – Neményi, M. (2009): *Esettanulmányok a precíziósgazdálkodásról I. - A többletberuházás pénzügyi megtérülése*. *Gazdálkodás*, 53. évfolyam 2009. 3. szám, 246 - 253 pp.
106. Székely, Cs. - Kovács, A.- Zerényi, E. (2000/a): *A precíziós gazdálkodás ökonómiai értékelése*. *Gazdálkodás* 44 (5) 1 - 11 pp.
107. Székely, Cs. – Kovács, A. – Györök, B. (2000/b): *The practice of Precision Farming from Economic Point of View*. *Gazdálkodás, English Special Edition*, XLIV., Budapest, 2000, 56 – 65 pp.
108. Takács, I. – Baranyai, Zs. – Takács, E. – Takácsné, Gy. K. (2008): *A versenyképes virtuális (nagy) üzem*, *Bulletin of the Szent István University*, 327 – 338 pp.
109. Takácsné, Gy. K. (2003): *Precíziós növényvédelem, mint alternatív gazdálkodási stratégia?* *Gazdálkodás* 2003. 3. szám XLVII. évfolyam 18 p.

110. Takácsné, Gy. K. (2006): Növényvédőszer használat csökkentés gazdasági hatásai szerk.: Takácsné György Katalin Gödöllő 2006 Szent István Egyetemi Kiadó OTKA T042503 kutatási téma zárókonferenciáján elhangzott előadások anyaga 87 p.
111. Takácsné, Gy. K. (2008): Economic aspects of chemical reduction in farming - future role of precision farming. Food Economics - Acta Agriculturae Scandinavica, Section C,5:2, 114 — 122 pp.
112. Tamás, J. (2001): Precíziós mezőgazdaság Budapest Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó 129 p.
113. Timmermann, C. – Gerhards, R. – Kühbauch, W. (2003): The Economic Impact of Site-Specific Weed Control. Precision Agriculture, 4, 249 - 260 pp.
114. Tomcsányi, P. (2000): Általános kutatómódszertan. SZIE Budapest
115. OECD–EUROSTAT [1997]: Oslo Manual. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. OECD, Párizs. Magyarul egy korábbi változat: Oslo Kézikönyv. Az OECD irányelvei a technológiai innovációs adatok gyűjtésére és értelmezésére. Miniszterelnöki Hivatal Tudománypolitikai Titkárság, Budapest, 1994.
116. OECD (1999): Managing National Innovation Systems. Paris.
117. Vizi, E. Sz. (2005): A tudás hídjai Kossuth Kiadó 45 - 67 p.
118. URL¹ www.al.usda.gov/programs/equip09/prec_fm_inc09.html - 2009.08.09
119. URL² www.csrees.usda.gov/nea/ag_systems/in_focus/precision_if_adoption.html - 2009.08.09
120. URL³ Molnár, L.: A mérnök szerepe az ezredfordulón. Mérnökletika társadalmi kontextusban. <http://www.inco.hu/inco12/innova/cikk1h.htm> - letöltve: 2009. 10. 08.

121. URL⁴ Pakucs J.: Az innováció fogalma

<http://www.inco.hu/inco2/innova/cikk1.htm> - letöltve: 2009. 10. 08.

122. URL⁵ www.kutyu.hu/content/view/1474/3 - letöltve 2009.08.04.

123. URL⁶. www.kutyu.hu/content/view/1474/3 - letöltve 2009.08.04.

124. URL⁷ <http://www.diffuzio.hu/rogersi> - letöltve 2009-08-02

10. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

a. Táblázatok jegyzéke

- 1. táblázat:** A különböző technológiákkal végrehajtott gyomirtás Németországban (Köln és Bernburg környékén) 39 oldal
- 2. táblázat:** A precíziós növénytermelést adaptáló amerikai Kukoricatermesztők néhány jellemzője (1996) 44 oldal
- 3. táblázat:** A precíziós növénytermelés „művelési méretét,, elemző és modellező szakirodalmi források üzemméret mutatói 47 oldal
- 4. táblázat:** Fejlődő országokban javasolt precíziós növénytermelés adaptálási stratégiák 57 oldal
- 5. táblázat:** Néhány fontosabb szántóföldi ágazat hozama földminőség kategóriák szerint (t/ha) 61 oldal
- 6. táblázat:** Elvégzett vizsgálatok időrendben 63 oldal
- 7. táblázat:** A numerikus modell felépítése 68 oldal
- 8. táblázat:** A precíziós növényvédelem (gyomirtás) során elért megtakarítási szintek szakirodalmi források alapján 70 oldal
- 9. táblázat:** Fontosabb szántóföldi növények hektáronkénti tőszám adata 71 oldal
- 10. táblázat:** A Lajta-Hanság Rt. által művelt területek aranykorona értéke az érintett településeken 76 oldal
- 11. táblázat:** A Lajta-Hanság Rt. főbb termesztett növényeinek termelési adatai 77 oldal
- 12. táblázat:** A precíziós gazdálkodás/növénytermelés által elérhető inputanyag költség 10-20-30%-os szinten történő megtakarítása adott növény termőterületének 50%-át figyelembe véve 2000-2001 évben 77 oldal
- 13. táblázat:** A mezőgazdasági gépállomány átlagos életkora Magyarországon, 2000-ben 79 oldal

14. táblázat: A mezőgazdasági gépállomány átlagos életkora a LH Rt.-ben (2002)	79 oldal
15. táblázat: Javasolt szerkombináció	82 oldal
16. táblázat: Vontatott szántföldi permetezőgép árak (2002)	83 oldal
17. táblázat: A Lajta-Hanság Rt. herbicid felhasználásának alakulása a kiemelt növények esetében (1999-2002)	85 oldal
18. táblázat: A Lajta Hanság Rt. 2000. évi lehetséges herbicid megtakarítása (10%-os megtakarítási szint mellett)	86 oldal
19. táblázat: A kukoricában alkalmazható néhány posztemergens szer, illetve kombináció összehasonlítva a 2005-ben preemergensen alkalmazottakkal	90 oldal
20. táblázat: A válaszadók korosztály és végzettség szerinti megoszlása	92 oldal
21. táblázat: Becslés a végzettség, az életkor, a művelt terület nagysága és a precíziós növénytermelés bevezetése iránti hajlandóság közötti összefüggésre	93 oldal
22. táblázat: A precíziós növénytermelés egyes pótlólagos eszközberuházásainak megtérüléséhez szükséges üzemméret modellezésének eredménytáblázata	105 oldal

b. Ábrák jegyzéke

1. ábra: Az innováció lineáris modelljei	18 oldal
2. ábra: Az innováció rekurzív modelljei	18 oldal
3. ábra: Az innováció adaptációs szintjei	22 oldal
4. ábra: A Gartner „Hiper-ciklus” modell	25 oldal
5. ábra: CLAAS Lexion 480-as kombájn hozamtérképező rendszerének elemei	34 oldal
6. ábra: Egy pont hozammal meghatározott területének Illusztrációja	35 oldal
7. ábra: Hozamtérkép (Kimle 28-as tábla)	36 oldal
8. ábra: Menetsebesség arányos kijuttatásra alkalmas műtrágyaszóró	41 oldal
9/a. ábra: Hozamtérkép (Újudvar 44-es tábla)	42 oldal
9/b. ábra: Műtrágyázási terv (Újudvar 44-es tábla)	42 oldal
10. ábra: A precíziós növénytermelés körfolyamata	45 oldal
11. ábra: AKI 2007. évi tesztüzemi rendszer adatai alapján összeállított inputanyag felhasználás mértéke Magyarországon	59 oldal
12. ábra: A magyarországi földek aranykorona értéke	60 oldal
13. ábra: Célérték keresés I.	73 oldal
14. ábra: Célérték keresés II.	74 oldal
15. ábra: A precíziós növénytermelés folytató (és folytatni kívánó) üzemek és gazdaságok elhelyezkedése (2002)	80 oldal
16. ábra: A felvételezett terület gyomborítottság térképe	81 oldal
17. ábra: Az 50/2-es tábla elhelyezkedése	87 oldal
18. ábra: Az 50/2-es tábla hozamtérképe	88 oldal
19. ábra: A köles gyomfolt térképe	89 oldal

20. ábra: Az értékelhető kérdőívet visszaküldött mezőgazdasági szakközépiskolák elhelyezkedése	96 oldal
21. ábra: A numerikus modell vizsgálata I.	102 oldal
22. ábra: A numerikus modell vizsgálata II.	103 oldal
23. ábra: Claas Lexion 480-as kombájn Ceres-2-s típusú fotoelektromos hozammérő szenzora (adó rész a védőlencsével)	108 oldal

11. MELLÉKLETEK

1. számú melléklet

K É R D Ő Í V

Tisztelt Gazdálkodó e kérdőív kitöltésével támogatja azt a célkitűzést, hogy az agrárszférában dolgozó kutatók és oktatók bővebb tájékoztatást kapjanak a *precíziós gazdálkodás* gyakorlati végrehajtásának lehetőségeiről és a felmerülő nehézségekről.

Fáradozását és segítségét előre is köszönettel vettem. Kalmár Sándor egyetemi tanársegéd.

(A kérdőív kitöltése név nélküli. A kívánt részek X-el jelölendők!)

1. Mikor hallott először a precíziós gazdálkodásról?

1980-as évek 1990-es évek 2000-ben a kérdőív kapcsán

Egyéb: évben

2. Járt-e Ön tapasztalatszerző tanulmányúton itthon v. külföldön?

USA-ban

Angliában

Németországban

Franciaország

Magyarországon

Egyéb EU-s országban:

3. Melyik géptípusnál hallott már a precíziós gazdálkodás, alkalmazási lehetőségeiről? Több válasz is megjelölhető.

Claas ; Deutz-Fahr ; IH-Case ; John-Deere ;

Massey Ferguson ;

New Holland ; Fendt ; Egyéb:

.....

4. Új gép vásárlása esetén kitől kér tanácsot?

Szaktanácsadótól

Gazdálkodótársától

Szakember kollégájától

Gépforgalmazótól

Egyéb:

5. Ha új gépet vásárol az alábbiak közül, mely tényezőket veszi

figyelembe?

Korszerű technológia felszereltség

Kedvezmények

Használhatóság

Szervizhátér

Kiegészítő szolgáltatások

Karbantartási és üzemeltetési költségek

Komfort (kényelmes ülés, könnyen kezelhető műszerek)

Egyéb:

6. Az alábbiak közül melyik eszközzel végez bér munkát, vagy vesz igénybe szolgáltatást

	Bér munkát végez	Szolgáltatásként igénybe veszi
Talajművelés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vetés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Műtrágyaszórás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permetezés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betakarítás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Szállítás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Igényelne-e Ön olyan szolgáltatást, melyen térképszerűen láthatná a betakarítást követően a tábláján belüli termésingadozást?

Igen Nem

8. Ha az előző kérdésre nemmel válaszolt, akkor kipróbálna-e ezt a szolgáltatást ingyenesen?

Igen Nem

9. Véleménye szerint az ön gazdaságában hány hektáron lenne érdemes precíziós gazdálkodást folytatni?

..... ha-on

10. Az alábbiak közül miért választana precíziós gazdálkodásra alkalmas berendezéseket?

- támogatást kapna rá
- kollégái ajánlották
- csak kipróbálni akarta
- gazdaságossági okok miatt
- kutatási témában vesz részt
- egyéb:

.....

11. Milyen kultúrákban alkalmazná vagy alkalmazott már precíziós gazdálkodást? Több válasz is megjelölhető (pl.: Őszi búza, Kukorica; cukorrépa stb.).

.....
..... kultúrákban

12. Bevételeinek („nyereségének”), hány %-át fordítja fejlesztésre?

..... %-át

13. Hány hektáron gazdálkodik (bérelt és saját földterülettel együtt)?

..... ha-on

14. Mekkora a gazdaság legkisebb és a legnagyobb táblája hektárban?

legkisebb: ha

legnagyobb: ha

15. Hogyan alakult az előző években a ha-kénti összes műtrágya (N-P-K) mennyisége és költsége az alábbi növényeknél (kg/ha és Ft/ha):

	2000		2001		2002	
	(kg/ha)	(Ft/ha)	(kg/ha)	(Ft/ha)	(kg/ha)	(Ft/ha)
Őszi búza
Tavaszi árpa
Rozs
Kukorica
Repce

16. Hogyan alakult az előző években a ha-kénti növényvédő szer költsége az alábbi növényeknél (Ft/ha):

	2000	2001	2002
Őszi búza
Tavaszi árpa
Rozs
Kukorica
Repce

17. Hogyan alakult az előző években a ha-kénti termés mennyisége és önköltsége az alábbi növényeknél:

	2000		2001		2002	
	(t/ha)	(Ft/ha)	(t/ha)	(Ft/ha)	(t/ha)	(Ft/ha)
Őszi búza
Tavaszi árpa
Rozs
Kukorica
Repce

18. Milyen korúak az alábbi gépei (év):

	Legfiatalabb	Legidősebb
Traktor
Kombájn
Műtrágyaszóró
Permetezőgép
Talajművelő eszk.

18. A válaszadó életkora.

- 20-30 év közötti
- 30-40 év közötti
- 40-50 év közötti
- 50 év feletti

19. Legmagasabb iskolai végzettsége?

- szakmunkásképző
- szakközépiskolai v. gimnáziumi érettségi
- technikus képesítés
- főiskolai diploma
- egyetemi diploma

21. Melyik megye területén és melyik helységben helyezkedik el az ön gazdasága?

.....

22. Mi a véleménye a precíziós gazdálkodás jövőjéről Magyarországon? Röviden írja le.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Segítségét ezúton is szeretném megköszönni.

Mosonmagyaróvár, 2003.05.05

2. számú melléklet (3 részből állt)

KÉRDŐÍV I.

Tisztelt Igazgató Úr/Asszony!

A kérdőív ezen részének kitöltésével a kutatás során képet kapunk az iskola tanulói létszámáról és az oktatásuk körülményeiről, lehetőségeiről.

A kérdőív kitöltése név nélküli. A kívánt részek X-szel jelölendők illetve a pontozott vonalakon kitöltendők.

Fáradozását előre is köszönjük!

1. A technikus képzésben hány hallgató vesz részt iskolájukban a 2003/2004-es tanévben?

..... fő

2. Hány fő kapott technikus képesítést 2000-2003 években összesen?

..... fő

3. A technikus képzésben részt vevő tanulók gyakorlati foglalkozásait milyen mezőgazdasági üzemben tudják megvalósítani?

Gazdálkodási forma		Művelt terület nagysága
Szövetkezet	<input type="checkbox"/> ha
Részvénytársaság	<input type="checkbox"/> ha
Kft., Bt.	<input type="checkbox"/> ha
Tangazdaság	<input type="checkbox"/> ha
Egyéb.....	<input type="checkbox"/> ha

4. Külföldi farmgyakorlatra hány tanuló jutott el 2000-2003-ban?

- A tanulók nem jutnak/jutottak el külföldi farmgyakorlatra
- A tanulók a következő országokba jutottak el:

..... ország fő gyakorlat átlagos
hossza (hó v. nap)

..... ország fő gyakorlat átlagos
hossza (hó v. nap)

..... ország fő gyakorlat átlagos
hossza (hó v. nap)

..... ország fő gyakorlat átlagos
hossza (hó v. nap)

**5. Beszámolóik alapján a hallgatók találkoztak-e külföldön az új
gazdálkodási technológiákkal (pl. környezetkímélő gazdálkodás,
precíziós gazdálkodási technológia)?**

igen

nem

**6. Mennyi az iskola üzemeltetésében lévő erő- és munkagépek száma
életkoruk szerint?**

Traktor 5 évnél fiatalabbdb 5 évnél idősebbdb

Kombajn 5 évnél fiatalabbdb 5 évnél idősebbdb

Műtrágyaszóró 5 évnél fiatalabbdb 5 évnél idősebbdb

Vetőgép 5 évnél fiatalabbdb 5 évnél idősebbdb

Permetezőgép 5 évnél fiatalabbdb 5 évnél idősebbdb

Talajművelő eszközök 5 évnél fiatalabbdb 5 évnél idősebbdb

**7. A gépek felszereltek-e számítógépes eszközökkel (pl.: vetést, permetlé
kijuttatást ellenőrző rendszer)?**

igen

nem

**8. Van-e lehetősége az előzőekben felsorolt gépeket a tanulóknak
kipróbálni?**

igen

nem

**9. Hány órában foglalkoznak I-IV. évig átlagosan a tanórák keretében a
tanulók számítástechnikával?**

..... órát

10. Egy számítógépre hány tanuló jut az iskolájukban összesen?

..... tanuló/gép

11. Milyen számítógépes programokkal van lehetőségük a tanulóknak a tanórák keretében foglalkozni?

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| EXCEL, WORD, POWERPOINT | <input type="checkbox"/> |
| Számítógépes táblatörzskönyv | <input type="checkbox"/> |
| Térinformatikai szoftverek | <input type="checkbox"/> |
| Egyéb: | <input type="checkbox"/> |

KÉRDŐÍV II.

a „Növénytermesztés” tantárgy oktatója részére

Tisztelt Oktató!

A kérdőív ezen részének kitöltésével támogatja azt a célkitűzést, hogy felmérhessük, Ön hogyan látja a mezőgazdasági oktatásban az új technológiákkal kapcsolatos ismeretek átadásának lehetőségét. A kérdőív kitöltése név nélküli. A kívánt részek X-szel jelölendők illetve a pontozott vonalakon kitöltendők. Fáradozását előre is köszönjük!

1. Mikor hallott először a precíziós gazdálkodásról?

1980-as években 1990-es években 2000-es években a kérdőív
kapcsán

2. Milyen médiában hallott először a precíziós gazdálkodásról?

televízió rádió újság, szaklap konferencia szakmai találkozó,
szaknap
egyéb médiában,
egyik médiában sem

3. Járt-e tapasztalatszerző tanulmányúton itthon vagy külföldön?

Nem járt USA-ban Angliában Németországban
Franciaországban Magyarországon
Egyéb országban

4. Van-e lehetőség olyan továbbképzésen részt venni, ahol új technológiákat ismerhet meg?

igen

nem

5. Milyen géptípusoknál hallott a precíziós gazdálkodásról?

Egyiknél sem Claas Deutz-Fahr IH-Case

John-Deere Massey Ferguson New Holland Fendt

Egyéb.....

6. Van-e lehetőség az új technológiai elemeket bemutatni a tanórák keretében?

igen

nem

7. Van-e lehetőség elvinni a tanulókat kiállításokra, vásárookra, ha igen, akkor hova?

igen ,.....

nem

8. Fakultációként megjelenik-e az új technológiák bemutatása?

	igen	nem
környezetkímélő gazdálkodás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
precíziós gazdálkodás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
egyéb.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. A kérdőívet kitöltő kora

30 alatt 31-40 között 41-50 között 51-60 között
60 felett

10. Mi a véleménye a precíziós gazdálkodásról?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

KÉRDŐÍV III.

a „Műszaki ismeretek” tantárgy oktatója részére

Tisztelt Oktató!

A kérdőív ezen részének kitöltésével támogatja azt a célkitűzést, hogy felmérhessük, Ön hogyan látja a mezőgazdasági oktatásban az új technológiákkal kapcsolatos ismeretek átadásának lehetőségét. A kérdőív kitöltése név nélküli. A kívánt részek X-szel jelölendők illetve a pontozott vonalakon kitöltendők. Fáradozását előre is köszönjük!

1. Mikor hallott először a precíziós gazdálkodásról?

1980-as években 1990-es években 2000-es években a kérdőív
kapcsán

2. Milyen médiában hallott először a precíziós gazdálkodásról?

televízió rádió újság, szaklap konferencia szakmai találkozó,
szaknap
egyéb médiában, egyik médiában sem

3. Járt-e tapasztalatszerző tanulmányúton itthon vagy külföldön?

Nem járt USA-ban Angliában Németországban
Franciaországban Magyarországon Egyéb országban
.....

4. Van-e lehetőség olyan továbbképzésen részt venni, ahol új technológiákat ismerhet meg?

igen nem

5. Milyen géptípusoknál hallott a precíziós gazdálkodásról?

Egyiknél sem Claas Deutz-Fahr IH-Case
John-Deere Massey Ferguson New Holland Fendt
Egyéb.....

6. Van-e lehetőség az új technológiai elemeket bemutatni a tanórák keretében?

igen

nem

7. Van-e lehetőség elvinni a tanulókat kiállításokra, vásárookra, ha igen, akkor hova?

igen ,.....

nem

8. Fakultációként megjelenik-e az új technológiák bemutatása?

	igen	nem
környezetkímélő gazdálkodás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
precíziós gazdálkodás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
egyéb.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. A kérdőívet kitöltő kora

30 alatt

31-40 között

41-50 között

51-60 között

60 felett

10. Mi a véleménye a precíziós gazdálkodásról?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mosonmagyaróvár, 2004. február 25.

Fogalomtár

COCOM lista: A COCOM (Coordinating Committee for Strategic East-West Trade) 1949 és a '90-es évtized eleje között a polgári és katonai felhasználású termékek forgalmának ellenőrzésével foglalkozó szervezet volt. A COCOM tilalmi listáján szereplő termékek nem kerülhettek a volt szocialista országokba.

Computer aided farming (számítógéppel támogatott gazdálkodás/növénytermelés): A számítógéppel támogatott gazdálkodás alapja a növénytermelésben használt paraméterek változékonyságának vizsgálata. A mezőgazdasági tábla előre meghatározott pontjain mért értékek alapján számítógép segítségével meghatározza az adott pont helyzetét, és a ponthoz tartozó mért értékeket. A rendszer részét képezi a mezőgazdasági gépen elhelyezett számítógépes program, ami az adott ponthoz rendeli a szükséges munkaműveletet. Az így meghatározott művelet végrehajtását a gép kezelője ellenőrzi.

DGPS (Differenciális GPS): A DGPS elve kihasználja azt a tényt, hogy a földfelszín egy adott, ismert pontján lévő rögzített vevőkészülék milyen eltéréseket tapasztal a műholdakról sugárzott és az általa más forrásból megkapott jelek között. Az eltérések a többi hibaforrás számításba vétele után a légkör torzító hatásának tudható be. Ezt az információt fellövik a műholdra, ami a vevők felé lesugározza azt. Az így megnövelt pontosság csak a földi állomás környezetében használható ki igazán (ez tipikusan néhány száz km), ahol a légkör állapota még megegyezik a földi állomás fölötti légkör állapotával.

DSS: számítógépes szoftver, ami segít a vízgazdálkodás, műtrágya felhasználás és növényvédelem megtervezésében India - Kerala tartományában.

Frascati kézikönyv: Az OECD 1963. júniusában rendezte meg a kutatás és fejlesztés (K+F) statisztika nemzeti szakértőinek találkozóját az olaszországi Frascati városban lévő Villa Falcioneriben. E találkozó eredményeként született a „JAVASLAT A KUTATÁS ÉS KÍSÉRLETI FEJLESZTÉS FELMÉRÉSEINEK EGYSÉGES GYAKORLATÁRA” című dokumentum első hivatalos változatára, amelyet általában Frascati kézikönyv néven emlegetnek.

GPS: (Global Positioning System – Globális Helyzetmeghatározó Rendszer): Az Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma által kifejlesztett és üzemeltetett - a Föld bármely pontján, a nap 24 órájában működő - műholdas helymeghatározó rendszer. A **GPS**-el 3 dimenziós helyzetmeghatározást, időmérést és sebességmérést végezhetünk. Pontossága jellemzően méteres nagyságrendű, de differenciális mérési módszerekkel (**DGPS**) akár mm pontosságot is el lehet érni, valós időben is. A helymeghatározás 24 db műhold segítségével történik, melyek a Föld felszíne fölött 20200 km-es magasságban keringenek, az Egyenlítővel 55°-os szöget bezáró pályán. Az égbolton sík terepen egyszerre 7 műhold látható, melyből a helymeghatározáshoz 3, a tengerszint feletti magasság meghatározásához pedig további egy műhold szükséges.

GIS (Geographical Information System, Földrajzi Információs Rendszer): a térinformatika eszköze, amellyel a földrajzi helyhez köthető adatokat

tartalmazó adatbázisból információk vezethetők le. Technikáját tekintve a GIS egy olyan számítógépes rendszer, melyet ezen földrajzi helyhez kapcsolódó adatok gyűjtésére, tárolására, kezelésére, elemzésére, a levezetett információk megjelenítésére, a földrajzi jelenségek megfigyelésére, modellezésére dolgoztak ki.

Helyspecifikus vetés: Alapvetően két téren nyújt segítséget a gazdálkodásban. Az egyik a beszegett táblaszélek felülvetésének kiküszöbölése, a másik a tőszám táblán belüli változtatása, az előre elkészített vetési terv alapján.

Felhasználva a korábbi években felhalmozott táblára vonatkozó tapasztalatokat, figyelembe véve a hozamtérképeket valamint a talajállapot jellemzőket (tápanyag ellátottság, humusztartalom, vízháztartás stb.), elkészíthető egy vetési térkép ahol a táblán belül változó tőszám is előírható. Ezt a térképet a traktor fedélzeti számítógépébe töltve a készülék automatikusan állítja be a helytől függő vetési paramétereket.

A rendszer egy centiméteres pontosságot biztosító RTK GPS vevőpárú megoldást igényel. Általában a vetőrendszerrel együtt GPS vezérelte robotkormányzás is megvalósításra kerül, hiszen ebben az esetben a csatlakozó sorok pontossága nagymértékben javítható.

Homofil típusú kommunikáció: Az interperszonális viszonyok hálózataiban általában homofil egyének közti kommunikációról beszélhetünk. Mindenki sokkal gyakrabban érintkezik hozzá hasonlókkal, és az ilyen kommunikációs viszonyokban a megértés és a hatékony információátadás esélye igen nagy. A kölcsönös megértés esélyét ugyanis lényegesen növelik a közös értékek, tapasztalatok, a hasonló társadalmi helyzet. Ezért bizonyos szempontból a diffúzió folyamatát elsegítheti a

homofil kommunikáció, hiszen a tapasztalatok szerint az egyes egyének aktívan keresik a hozzájuk közel állóktól, hozzájuk hasonlóktól származó információkat, amelyek komoly befolyással bírnak saját döntésükben.

LCC (Leaf colour chart): levélszín analizáló készülék

Precision farming (precíziós gazdálkodás/növénytermelés): Holisztikus, rendszerszemléletű megközelítése alapján magába foglalja a tábla térbeli és időbeli változatosságának kezelését, a költségek csökkentésének, a hozamoptimalizálás és minőségjavítás, illetve a környezeti hatás csökkentése céljából.

RTK állomás: Realtime kinematikus mérési módszer. A technológia az alkalmazók számára lehetővé teszi a valós időben (a helyszíni mérés során) pontos transzformált koordinátákhoz történő hozzájutást. Ennek eredményeként a felmérési projektek időigénye nagyságrendekkel lerövidül (nincs utófeldolgozás), az esetleges hibák azonnal megjelennek a terepi méréskor. Nemcsak a felmérés, hanem a kitűzés is elvégezhető GPS-szel.

Site specific crop management (termőhely-specifikus növénykezelési rendszer): olyan információ és technológiai alapú mezőgazdasági termelési rendszer, amelynek célja meghatározni, analizálni és „kezelni” a mezőgazdasági táblán belül előforduló talaj, tér és időbeli variabilitást, az optimális jövedelmezőségért, a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságáért, valamint a környezet megóvásáért.

SPA: Relatív klorofil tartalmat mérő kézi készülék, a levél zöld színének intenzitását méri. Az LCC-hez hasonló információt szolgáltat.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development – Gazdasági Együttműködés és Fejlesztés Tanácsa): 1960-ban Párizsi székhellyel létrehozott nemzetközi szervezet. Koordinatív szervezet, nem rendelkezik pénzforrásokkal, nincsen nemzetek feletti jogköre. Döntéseit konszenzussal hozza, viszont szankcionálási joga nincs.

Off-line precíziós növénytermelés: esetében az adatgyűjtését követően az információk (adatok) feldolgozása és a beavatkozás elvégzése időben elkülönülten történik. Az esetleges adatkorrekciókra hosszabb idő áll rendelkezésre, ezáltal megalapozottabb kijuttatási terv készülhet. Például a hozamtérképezés, valamint a helyspecifikus talajminta-vételezést (adatgyűjtési fázis) követően a műtrágyázási terv kidolgozása (adatfeldolgozás), majd a helyspecifikus műtrágyázás (kijuttatás).

On-line (real-time – valós idejű) precíziós növénytermelés: az adatok gyűjtése és feldolgozása, valamint a beavatkozás azonos időben történik (pl. gyomfelismerő rendszerrel ellátott helyspecifikus permetezőgép). A folyamat négy előfeltétele: (1) adatfelvevő szenzorok megléte; (2) valós időben adatot feldolgozni képes számítógép; (3) az adatgyűjtő és feldolgozó berendezések a műveletet végző gép részét képezik, (4) az információ kellően áttekinthető legyen a működtető számára (mivel az esetleges hibákat korrigálni kell). Az adatok feldolgozása valós időben történik ezért a beavatkozás (pl. növényvédelem esetében) végrehajtása több időt igényel a hagyományos és az off-line növényvédelmi beavatkozásokhoz képest.

Variable Rate Application (VRA), Variable Rate Technologies (VRT) (változtatható adagú kijuttatás): A VRA/VRT egy olyan rendszernek a

megnevezése, amely képes automatikusan változtatni a kezelések során, kijuttatott anyagok mennyiségét (dózisát) a hely függvényében. A VRA/VRT rendszerek különböző (pl. folyékony és szilárd halmazállapotú) anyagok műtrágya, növényvédő szerek, vetőmag kijuttatására alkalmasak. A hagyományos gépeken a jármű vezetője szabályozza a kezelések mértékét, a GPS és GIS segítségével azonban a szabályozás automatikusan történik, miközben a jármű a megművelt területen dolgozik.

12. EPILÓGUS

„A Dragon hamar megkereste az árát. Fel volt szerelve mindennel: lézeres magasságbeállítóval, oldalpengékkal, amelyekre a nehezen hozzáférhető sarkok miatt volt szükség, sőt még vákuumemelővel is, ami felállította a széltől megdőlt gabonát. De a legfontosabb tartozéka a gabonavizsgáló nanokomputer volt. A komputer a rendszeren áthaladó gabonaszemeket egyenként vizsgálta át a későbbi felhasználás szempontjából. Különválasztotta a fertőzötteket, a hibrideket, az abnormálisakat, a parzitákat és a sérülteket. A hitvány (*léha*) gabonát lézersugár párologtatta el, és ez történt a szénával (*itt ez szerintem szalma*), a pelyvával és a többi hulladékkal is. Az éretlen szemekből (?) mikrohullámú sugárzás távolította el a felesleges folyadékot (*és megsütötte a fehérjéket is*). Az eredmény a Draggon zsákjaiba kerülő, 100 százalékosan tökéletes búza volt, mely minden teszten átment. Ezt a csodát a nanotechnológia tette lehetővé.

... Szerencse, gondolta Dave, amikor a búzamező végébe érve kilencven fokban elfordította a viharzó gépet, hogy a fenenagy technikájuk ellenére még mindig szükségük van olyan pasasokra, akik a gépen ülnek és vezetik őket. Persze lehet, hogy a tudósok már ezen a problémán is dolgoztak.”

/James Follett (1994): A trójai
Kiadó: Alföldi nyomda Rt. 11-12 p. /