

# KOCKÁZATCSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEK A NÖVÉNYTERMESZTÉSBN A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS ESZKÖZEIVEL\*

SZÁRMES PÉTER<sup>1</sup>

## Összefoglalás

A mezőgazdasági termelés több okból is kifejezetten kockázatos tevékenység. A precíziós gazdálkodás a mezőgazdasági üzemen belüli eszközökkel (a mezőgazdasági tevékenységet befolyásoló tényezőkről való információgyűjtés és az ennek alapján tervezett célzatos beavatkozások révén) törekszik a kockázatok mérséklésére. Az adatgyűjtésre főleg különböző szenzorok szolgálnak, amelyek a kiválasztott talaj- és a meteorológiai jellemzőkről szolgáltatnak folyamatosan adatokat, segítve ezáltal a jobb és gyorsabb döntéshozatalt a mezőgazdasági tevékenységekről. A jobb döntések magasabb terméshozamokat és alacsonyabb költségeket eredményezhetnek, így növelik mezőgazdasági tevékenység jövedelmezőségét.

## Kulcsszavak

mezőgazdasági kockázatok és kockázatkezelés, precíziós mezőgazdaság, szenzorok a mezőgazdaságban

## Summary

Risk and uncertainty are inherent aspects of agriculture. Precision agriculture, an on-farm instrument, uses modern technologies to gather data about factors influencing agriculture (like soil, weather or crop conditions) and to plan site-specific activities. Reducing risks, one of the main objectives of precision agriculture, can be achieved by closely controlling and managing agricultural processes. With the use of sensors, data is collected on soil, crop, and weather conditions. This information provides a foundation for faster and more effective decision making. It could result in higher crop yields and lower input utilization and costs, thus increasing the profitability of agricultural production.

## Key words

agricultural risks and risk management, precision farming, sensors in agriculture

---

\* A cikk a Kovács Norbert (szerk.): Építőkockák (Universitas-Győr, megjelenés alatt) tanulmánykötet „Kockázatkezelési lehetőségek a precíziós gazdálkodás gyakorlatában” című tanulmánya alapján készült.

<sup>1</sup> doktorandusz hallgató, Széchenyi István Egyetem, Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, e-mail: peter.szarmes@sze.hu

## Bevezetés

A tanulmány röviden áttekinti a mezőgazdasági kockázatokat és a kockázatkezelés általános lehetőségeit, majd a precíziós gazdálkodás bemutatása után néhány konkrét példán keresztül mutatja meg, hogyan csökkenthető a mezőgazdasági tevékenység kockázata a precíziós gazdálkodás technológiai eszközei által. Szakértői vélemények (Lencsés 2013) alapján egy bizonyos birtokméret felett egyértelműen megéri a technológia egy vagy több elemének alkalmazása.

A precíziós gazdálkodás segítségével javulhat a mezőgazdasági tevékenység jövedelmezősége, ezáltal pedig hozzájárulhat a magyar agrárszektor versenyképességének növekedéséhez. A legkorszerűbb méréstechnikai alkalmazásokra épülő technológia a KITE Zrt. szakértői szerint jelentősen javíthatja a magyar agrárvállalkozások piaci lehetőségeit a hagyományos technológiát alkalmazó versenytársaikkal szemben, mert összességében 5-10%-os versenyelőnyt biztosíthat (agrarszektor.hu 2013). A precíziós gazdálkodás meghonosításában Magyarország jó helyen áll az európai kontinensen.

## Mezőgazdasági kockázatok és kockázatkezelés

A kockázatokat többféle szempont szerint lehet csoportosítani, de Európában a következő felosztási rendszer a legszélesebb körben elfogadott (Székely és Pálincás 2008):

A termelési kockázat a növénytermesztési-, kertészeti és állattenyésztési ágazatok növekedési, fejlődési folyamatainak kockázataira és bizonytalanságaira vonatkozik. Különböző termelési tényezők (pl. csapadék, aszály, betegségek stb.) befolyásolhatják a termények és termékek mennyiségét és minőségét.

A piaci vagy árkockázat a termelési inputok és outputok árait egyaránt érintheti. Az árkockázat jellege, valamint az áringadozás alapanyagonként és termékenként jelentős mértékben különbözhet.

A pénzügyi kockázat a kölcsönzött pénzüsszegekkel, illetőleg a tartozások visszafizetésének kötelezettségével kapcsolatos. A pénzügyi kockázat mértékét fokozhatja a kamatlábak változása, az árfolyamváltozás, a visszafizetés ütemezése vagy a hitelek elérhetősége.

Az intézményi kockázat az EU, a törvényhozás, a kormányzat, a helyi önkormányzatok hivatalos lépéseiből, törekvéseiből, ellenőrző szerepéből adódik. A vegyszerek használatára, az állatjóllétre, a támogatásokra stb. vonatkozó intézkedések jelentős mértékben befolyásolhatják a gazdálkodás menetét, eredményességét.

Az emberi vagy személyi kockázat a vezetői képességekkel, a szakértelemmel, a gyakorlattal kapcsolatos, de ide sorolhatók az egészséggel és a személyes kapcsolatokkal, a személyi konfliktusokkal kapcsolatos problémák is.

A kockázat mérséklésére vagy megosztására több lehetősége is van a termelőknek és a kormányzatoknak. A kockázatkezelési módszer kiválasztása függ a kockázat típusától, a kockázatok közötti kölcsönhatástól, az eszköz alkalmazásának költségeitől és a gazdálkodó vagyoni, jövedelmi helyzetétől. A kockázatkezelés eszközeit az alábbi táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A kockázatkezelés eszközei

<i>Termelők által alkalmazható stratégiák</i>	<i>Kormányzatok által alkalmazható stratégiák</i>
Gazdaságon belüli eszközök Kockázatmegosztás	Jogi keretek megteremtése Kockázatkezelési eszközök piacának fejlesztése Kockázatkezelés költségeinek csökkentése Kármegelőzés, kármérséklés

A termelők tehát két alapvető kockázatkezelő stratégiát alkalmazhatnak: a kockázat-megosztást (megfelelő szerződések vagy biztosítások segítségével) és a gazdaságon belüli kockázatcsökkentő eszközöket.

A kockázat-megosztási stratégiákhoz tartoznak:

- az értékesítési, termelési szerződések,
- a vertikális integráció,
- az árutőzsdéken folytatott aktivitás,
- az önkéntes alapokban való részvétel,
- a klasszikus biztosítási jogviszony.

A gazdaságon belüli stratégiákhoz tartoznak a termelési/gazdálkodói döntések, mint:

- a technológiaválasztás,
- a termelési szerkezet bővítése,
- a kisebb kockázattal járó termékek preferálása,
- a mezőgazdaságon kívüli tevékenység felé való elmozdulás,
- a likviditás fenntartása,
- a saját tőke ésszerű arányának biztosítása.

A precíziós gazdálkodás gazdaságon belüli kockázatkezelő stratégiát jelent, és a segítségével elsősorban a termelési kockázat csökkenthető, bár az optimalizált öntözés, műtrágya- és növényvédőszer-felhasználás révén jellemzően csökkennek az ezekhez kapcsolódó ráfordítások is, ami valamelyest mérsékli az áringadozásokból származó kockázatot is. A precíziós gazdálkodás alkalmazásával azonban a mezőgazdasági kockázatoknak csak egy kis részét lehet kezelni, tehát szükség van más eszközökre, mindenekelőtt kockázatmegosztó intézkedésekre is.

### **A precíziós gazdálkodás**

Swinton és Lowenberg-DeBoer (2001) azokat a rendszereket tekintik precíziós növénytermelési rendszernek, amelyek alkalmazzák a GPS<sup>2</sup>, GIS<sup>3</sup> és VRT<sup>4</sup> technológiákat. Ezen technológiák együttes alkalmazása csökkenti a mezőgazdasági termelés kockázatát. A több és pontosabb információk révén növekszik a növénytermesztési folyamat kontrollálhatósága és a termelési inputok felhasználásának hatékonysága.

A precíziós termesztés a helyi, táblán belüli viszonyokhoz és igényekhez igazodó termesztést jelenti. Ennek szerves része a szabatos mérés és ahhoz kapcsolódóan a pontosan szabályozott beavatkozás (Lowenberg-DeBoer 1999; Fekete 2000). A precíziós gazdálkodásnak ezért fontos részét jelentik a szenzorok, amelyek különböző talaj és környezeti jellemzőket mérnek folyamatosan, illetve a mezőgazdasági műveletekhez kapcsolódó paramétereket (pl. a betakarításnál). Az adatok felhasználásával gyorsabban és hatékonyabban lehet beavatkozni, ezáltal könnyebben elkerülhetők a negatív kimenetek és csökkenthetők a költségek.

Ahhoz, hogy a növénytermelés során a megfelelő döntéseket hozzuk meg a következő táblafolt-szintű információkra van szükség:

- talajtulajdonságok (pl. humusztartalom, kötöttség, mikro- és makro-elemek);
- meteorológiai adatok;
- termesztett növény igényei, tápanyagszükséglete;
- gyom és kártevő populáció;
- betakarított termés mennyisége, minősége.

<sup>2</sup> GPS: Global Positioning System (Globális Helymeghatározó Rendszer)

<sup>3</sup> GIS: Geographic Information Systems (Földrajzi Információs Rendszer)

<sup>4</sup> VRT: Variable Rate Technologies (Differenciált Kijuttatási Rendszer)

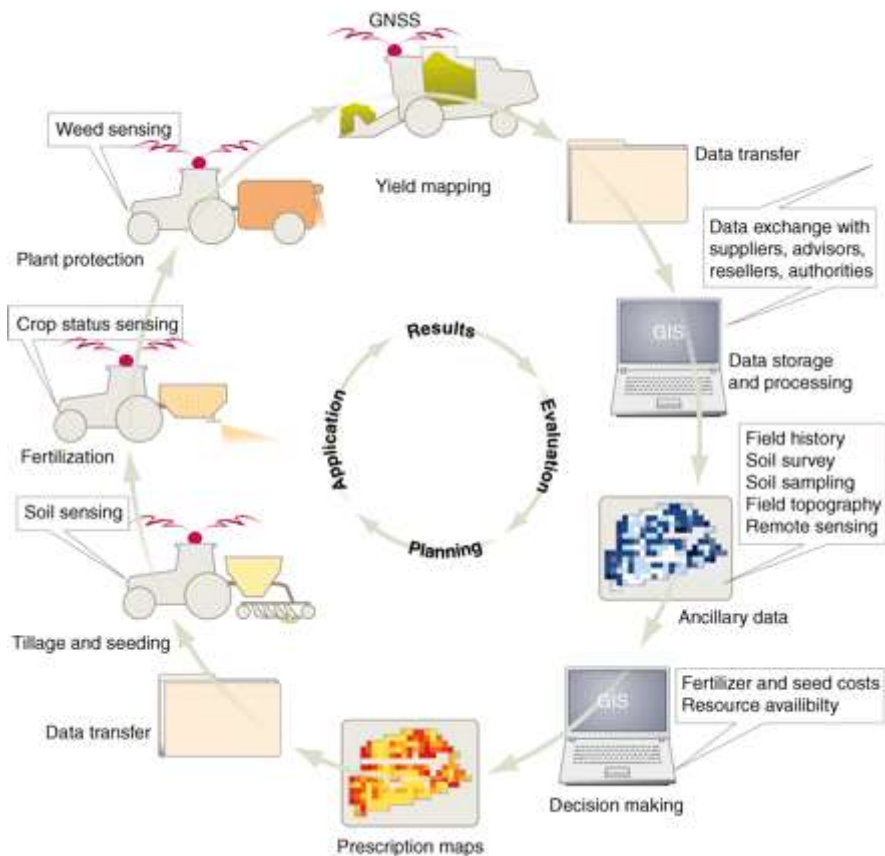
Egyes szakértők szerint a precíziós növénytermelés nem egyszerűen egy újabb növénytermelési módszer, hanem lényegileg új termelési rendszerről van szó. A módszer egyik fő célja a kockázatos növénytermelési tevékenység döntési folyamata során a bizonytalansági változók súlyának csökkentése, a jobb és pontosabb információk révén, valamint a nem befolyásolható tényezőkre történő magasabb szintű reagálás segítségével (Blackmore 1994; Whelan és McBratney 2000; Dobermann et al. 2004).

A precíziós gazdálkodás magában foglalja:

- termőhelyhez alkalmazkodó termesztést,
- táblán belül változó technológiát,
- integrált növényvédelmet,
- csúcstechnológiát,
- távérzékelést,
- térinformatikát,
- geostatistikát,
- növénytermesztés gépesítésének változását,
- információs technológia vívmányainak behatolását a növénytermesztésbe,
- talajtérképek és terméstérképek készítését,
- termésmodellezést,
- talajtérképek és terméstérképek összevetését,
- kártevők, gyomok, betegségek táblán belüli eloszlásának törvényszerűségeinek figyelembe vételét.

A precíziós gazdálkodás folyamatát jól összefoglalja a következő ábra.

1. ábra: A precíziós gazdálkodás információs folyamata



Forrás: Gebbers és Adamchuk (2010)

### Kockázatkezelési lehetőségek a precíziós gazdálkodás segítségével

A teljes precíziós növénytermelés sikeres megvalósításához a következő lépéseket kell megtenni (Grisso et al. 2009):

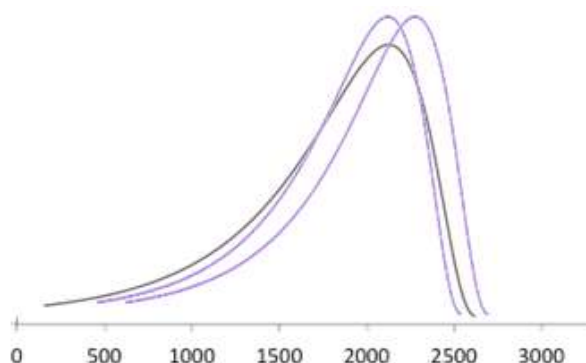
1. Aktuális információk áttekintése: talajvizsgálati térképek, károsító és kártevő térképek, csapadék-adatok áttekintése, korábbi növénytermelési információk.
2. Hozam adatok gyűjtése: hozamváltozékonyságok meghatározása.
3. Eredmények vizsgálata.
4. Adatok kiértékelése: döntés alapjául szolgáló térképek elkészítése.
5. Stratégia kidolgozása, kezelési tervek kidolgozása.

Az így megvalósított precíziós növénytermelési technológia legfontosabb előnyei a következők (Pecze 2008; Smuk et al. 2010; Reisinger és Schmidt 2012):

- hozamnövekedés (mennyiségben és minőségben);
- pontosabb és költséghatékonyabb vetés (csökkentett vetőmag-felhasználás);
- csökkentett növényvédőszer- és öntözővíz-felhasználás (a területi optimalizálás révén), alacsonyabb költségek és kisebb környezetterhelés;
- jövedelmezőség javulása;
- az elvégzett munka minőségének javulása;
- a termelés jobb nyomon követhetősége.

A precíziós gazdálkodás alkalmazásával a terméshozam valószínűségi eloszlását megjelenítő sűrűségfüggvény görbáját szűkíteni lehet, illetve eltolni a magasabb értékek irányába, ahogy a következő sematikus ábra mutatja.

2. ábra: a terméshozam valószínűségi eloszlásának változása



Forrás: saját szerkesztés

A 2. sz. táblázat a mezőgazdaságban megjelenő különböző kockázatokat foglalja össze. A precíziós gazdálkodás segítségével az alábbi hat kockázati tényezőcsoportot, azok hatását lehet többé-kevésbé befolyásolni.

- Termeléstechológiai kockázatok
- Időjárási kockázatok
- Elemi károk
- Földrajzi elhelyezkedés és talajigény
- Kártevők és betegségek
- Környezeti kockázatok

2. táblázat: Kockázati tényezők a mezőgazdaságban

Termeléstechológiai kockázati tényezők:	Vetésváltás kockázata Talaj előkészítés kockázatai Vetés kockázatai Növényápolás Betakarítás kockázata Tárolási kockázatok
Időjárási kockázati tényezők:	Hőmérséklet Csapadék Fény Légmozgás
Elemi károkkal járó kockázati tényezők	Belvív, árvív, tűz, stb.
Földrajzi elhelyezkedés és talajigény	Éghajlatváltozás, talajminőség romlás
Kártevők és betegségek	pl. kártevő rovarok, gombabetegségek
Környezeti kockázatok	pl. levegőtisztaság, vízgazdálkodás
Rongálás és egyéb kártételek	
Politikai kockázatok	
Igazgatási kockázatok	
Gazdaságpolitikai kockázatok	
Piaci kockázatok	
Gazdasági-pénzügyi kockázatok	
Infrastrukturális kockázati tényezők	
Információ, marketing, hírnév kockázatai	

*Forrás:* saját szerkesztés

A technológiai kockázatok közé tartozik a vetésváltásról hozott helytelen döntés, a talajművelés és -előkészítés hibái, a helytelen tápanyag használat, a vetési hibák, tápanyagutánpótlás hibái, a növényvédelem hibái/hiányosságai, a betakarítás hibái és a tárolás hiányosságai.

Az időjárási kockázatok a következők: az átlagos hőmérséklettől való nagymértékű eltérés, hőmérséklet extrém mértékű változása, szélsőséges csapadékviszonyok, jégverés, viharok.

Elemi károkat jelent a belvív, az árvív, a tűz. A földrajzi elhelyezkedés és talajigény kockázatai közé tartozik az éghajlatváltozás, a talajminőség romlás (pl. erózió révén). Fontos kockázati csoportot jelentenek a kártevők és betegségek, pl. a kártevő rovarok, vagy a gombabetegségek. A környezeti kockázatok közé tartozik a természeti környezet állapota és hatása, például a levegő tisztasága, az ipari tevékenységek hatása, a vízgazdálkodás, a sugárzások.

Jelentős mezőgazdasághoz kapcsolódó környezeti kockázat a talaj és felszín alatti vizek szennyezése. A szennyezést szerves trágya, növényvédő szer vagy műtrágya okozza, amely által nitrát, nitrit és toxikus vegyületek kerülnek a talajba és a vizekbe. Ez a folyamat azonban megelőzhető, megszüntethető vagy mérsékelhető lenne szakszerű mezőgazdasági hasznosítással. A precíziós gazdálkodás segítségével pontosabban meghatározható a szükséges műtrágya vagy növényvédőszer-mennyiség, akár táblafolt szinten. Ezáltal kisebb területekre szabottan lehet beavatkozni, és jellemzően csökken az alkalmazott input összmenyisége, ami mérsékli a környezetterhelést.

A mezőgazdasági kibocsátás ingadozik az időjárás változásai, a kártevők és növénybetegségek és számos más tényező miatt. Hazánkban a szántóföldi növénytermesztés és a viszonylag nyitott rendszerű kertészeti termelés a meghatározó, ami kiszolgáltatottabb

ezeknek a változásoknak. A kockázati tényezőkből adódó fenyegetéseket befolyásolják a technológiai és gazdálkodási tényezők is, mint például az öntözés, a növényvédelem és a tápanyagutánpótlás.

Az aszály a világ minden pontján nagy károkat okoz a mezőgazdaságban. A kockázat csökkentésének alapvető eszköze az öntözéses gazdálkodás elterjesztése lenne. A precíziós gazdálkodás eszköztárába tartozó talajszenzorok képesek folyamatosan mérni a talajnedvességet és a vízpotenciált, majd időben jelezni, hogy öntözésre van szükség, vagy éppen felesleges öntözni, mert elegendő víz érhető el a növények számára. Az adatok segítségével így optimalizálni lehet az öntözővíz-felhasználást, ami megtakarításokhoz vezethet.

3. ábra: a Decagon cég 5TE talajszenzora



Forrás: [www.decagon.com](http://www.decagon.com)

A talajnedvesség mérésére alkalmas például az amerikai Decagon cég 5TE szenzora. A szenzorral mérhető a talaj dielektromos permittivitása, az elektromos vezetőképesség, a talajnedvesség, a hőmérséklet és a térfogati nedvességtartalom. Az 5TE mindhárom mérést (dielektromos permittivitás, hőmérséklet, elektromos vezetőképesség) egymástól függetlenül végzi. Az ásványi talajok nedvességtartalmát az adatok alapján a Topp-egyenlettel<sup>5</sup> számítja; de igény esetén más kalibrációkkal is működik. Az adatok segítségével optimalizálható az öntözés, megfigyelhető a talajlégzés, előrejelezhető a növények fejlődése.

Az öntözésen kívül a műtrágya, illetve növény védőszer használat is kockázatbefolyásoló tényezőnek számít. Magyarországon a műtrágya- és növényvédőszerhasználat az 1990-es években elmaradt az optimálistól, az ezredfordulót követően azonban növekedésnek indult. Ez a növekedési tendencia pozitív, de csak mértékkel szabad a műtrágyát alkalmazni, mert szakszerűtlen használatával nő a környezetszennyezés kockázata is. A talajvizsgálatok segítségével pontosabban meg lehet határozni, hogy milyen típusú, mekkora mennyiségű műtrágyára van szükség, amit a megfelelő eszközökkel differenciáltan lehet kijuttatni.

A műtrágyával szemben a növényvédő szerek használata hazánkban az európai középmezőnyben helyezkedik el. A növényvédő szerek használatát kockázatmérséklő technológiának tekintik a szakemberek. A megfelelő szenzorok segítségével a növényvédelmi beavatkozásokat is jobban lehet időzíteni. A helyi meteorológiai szenzorok például pontosan mérik a helyi légnedvességet, léghőmérsékletet, csapadékot (vagy akár a levélfelület nedvességét), ezekből az adatokból pedig jól előre lehet jelezni egyes növénybetegségek (pl.

<sup>5</sup>  $\Theta \text{ (m}^3\text{/m}^3\text{)} = 4.3 \times 10^{-6} * \epsilon^3 - 5.5 \times 10^{-4} * \epsilon^2 + 2.92 \times 10^{-2} * \epsilon - 5.3 \times 10^{-2}$ , ahol  $\epsilon$  a talaj dielektromos permittivitása.

peronoszpóra, lisztharmat) megjelenését. Ezáltal gyorsabban be lehet avatkozni, és csökkenthető a termés károsodásának veszélye.

A Decagon VP-3 jelű szenzora a páratartalom, a léghőmérséklet és a vízgőznyomás (koncentráció) mérésére alkalmas. A szenzort úgy tervezték, hogy javítsa a hőmérsékletmérést azáltal, hogy minimalizálja a napsugárzás hatását a szenzor felületén, míg a légmozgást maximalizálja, így biztosítja, hogy a szenzor hőmérséklete jól közelítse a levegő hőmérsékletét. A páratartalom mérése nagyobb eső után nem lesz pontos, amíg a szenzor nedves, ezt figyelembe kell venni az adatok értékelésénél.

4. ábra: a Decagon cég VP-3 és PYR szenzora



Forrás: [www.decagon.com](http://www.decagon.com)

Szenzor segítségével jól mérhető a napsugárzás, vagy akár a fotoszintetikusan aktív sugárzás (a növények által a fotoszintézishez felhasznált hullámhossztartományú fény) intenzitása. Az intenzitás adatok időbeli lefutásából a napsütéses órák száma is meghatározható. Az alábbi ábrán szereplő Decagon PYR szenzor a fotoszintetikus foton áramlást (Photosynthetic Photon Flux, PPF) méri. Itt is fontos az időjárásnak ellenálló kivitelezés.

### Összegzés

A mezőgazdasági termelés során sokféle kockázattal kell számolni. A két fő kockázattípus a termelési és a piaci kockázat. A termelési kockázat a termésátlag ingadozásából fakad, amit például az időjárás, a kártevők vagy a növénybetegségek okoznak. A piaci kockázat az áringadozásokhoz kapcsolódik, és a termények árának, illetve a gazdálkodáshoz szükséges eszközök, anyagok árának változásai okozzák. A mezőgazdasági termelők a termelt mennyiséget sem tudják közvetlenül meghatározni, és a terményárak, illetve a termeléshez szükséges eszközök, anyagok árának alakulására sincs nagyobb befolyásuk.

A nagyfokú kockázat kezelésére több módszert kell alkalmazni. A kockázatmegosztást jelentő stratégiák (például üzleti biztosítások vagy a nemzeti agrár-kárenyhítési rendszer) mellett egyre nagyobb szerepet kapnak a mezőgazdasági üzemen belüli eszközök, amelyek jól alkalmazhatók bizonyos mezőgazdasági kockázatok korlátozott kezelésére.

A precíziós gazdálkodás modern technológiai eszközök sorát emeli be a gazdálkodásba integrált módon annak érdekében, hogy optimalizálja a termelési folyamatot és csökkentse a kockázati tényezők befolyását. A környezeti állapotok és a növényállapot folyamatos megfigyelése révén időben és célzottan be lehet avatkozni, ami növeli a terméshozam várható mennyiségét, illetve az optimalizált öntözővíz-felhasználás, tápanyag-utánpótlás és növényvédelem révén csökkenhet a ráfordítások mennyisége és a költségek nagysága is. Mindez a mezőgazdasági eredetű környezetterhelés csökkenése és a gazdálkodás jövedelmezőségének javulása felé mutat. Ez jelentős lépés a fenntartható mezőgazdaság megvalósítása felé, ami a világ növekvő népességszáma miatt hatalmas jelentőséggel bír.



## Irodalom

- Blackmore, S. (1994): *Precision farming, an introduction*. Outlook on Agriculture, Vol. 23., No. 4., pp.275-280.
- Dobermann, A., Blackmore, S., Cook, S. E., Adamchuk, V. I. (2004): *Precision farming challenges and future directions*. pp. 1-19.  
[http://www.regional.org.au/au/pdf/asa/2004/127\\_dobermanna.pdf](http://www.regional.org.au/au/pdf/asa/2004/127_dobermanna.pdf)
- Fekete, A. (2000): *Precíziós termesztés – perspektívák*. In: Tóth, L.: Tudományos tanácskozás és emlékülés a mezőgazdasági gépesítésről – A múlt és a jövő (50 éves a mezőgazdasági gépészmérnöki kar; Gödöllő, Szent István Egyetem, pp. 67- 75.
- Gebbers, R., Adamchuk, V. I. (2010): *Precision Agriculture and Food Security*. Science Magazine, 12 February 2010: Vol. 327 no. 5967, pp. 828-831. (DOI: 10.1126/science.1183899)
- Grisso, B., Alley, M., McClellan, P., Brann, D., Donolue, S. (2009): *Precision farming: a comprehensive approach*. Virginia Polytechnic Institute and State University. pp. 1-6.  
<http://pub.ext.vt.edu/442/442-500/442-500.html>
- Kovács, G. (szerk.) (2009): *Kockázatok és kockázatkezelés a mezőgazdaságban*. Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI), Budapest, 2009.
- Lencsés, E. (2013): *A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése*. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gazdálkodás és Szervezéstudományi Doktori Iskola, Gödöllő, 2013.
- Lowenberg-DeBoer, J. (1999): *Risk management potential of precision farming technologies*. Journal of Agricultural and Applied Economics, Vol. 32. No. 2., pp. 275-285.
- Pecze, Zs. (2008): *Az IKR Zrt. precíziós gazdálkodási rendszere*. In: Takácsné György K. (szerk.): *Gazdaságilag optimális környezetkímélő herbicid alkalmazást célzó folyamatszervezési, - irányítási és alkalmazási programok kifejlesztése*. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, pp. 103-120.
- Reisinger, P., Schmidt, R. (2012): *Precíziós növénytermesztés – visszatekintés a kezdetekre és iránymutatás a jövőre*. Agrofórum, 23. évf., 10. szl, pp. 40-44.
- Smuk, N., Milics, G., Neményi, M. (2010): *Jövedelemterképek a precíziós növénytermelésben*. Gazdálkodás, 54. évf., 2. sz., pp. 176-181.
- Székely, Cs., Pálincás, P. (2008): *Kockázatkezelés az európai mezőgazdasági vállalkozásokban*. Agrofórum, 2008. 19. évf. 11. szám, pp. 5-8.
- Swinton, S. M., Lowenberg-DeBoer, J. (2001): *Global adoption of precision agriculture technologies: who, when and why?* Montpellier: Agro Montpellier. pp. 557-562.  
[https://www.msu.edu/user/swinton/D7\\_8\\_swintonECPA01.pdf](https://www.msu.edu/user/swinton/D7_8_swintonECPA01.pdf)
- Whelan, B. M., McBratney, A. B. (2000): *The "null hypothesis" of precision agriculture management*. Precision Agriculture, Vol.2. No. 3., pp. 265-279.
- [http://www.agrarszektor.hu/novenytermesztes/egyeb/a\\_gps-alapu\\_precizios\\_agrartechnologiake\\_a\\_jovo.3393.html](http://www.agrarszektor.hu/novenytermesztes/egyeb/a_gps-alapu_precizios_agrartechnologiake_a_jovo.3393.html) (A GPS-alapú precíziós agrártechnológiák a jövő, NET Média Zrt., 2013. november 26.) Letöltés: 2014. május 25.