



## Precíziós technológia a növényvédelemben és a növényápolásban

### **Digitális távoktatási tananyag**

VP-20.2-16-2016-00001 azonosítószámú, a „Magyar Nemzeti Vidéki Hálózat működését szolgáló Technikai Segítségnyújtás Projekt” keretén belül

A Digitális kompetenciák a középfokú mezőgazdasági szakképzésben, jó gyakorlatok bemutatása a vidéki gazdálkodás keretében című Pilot program

## Tartalomjegyzék

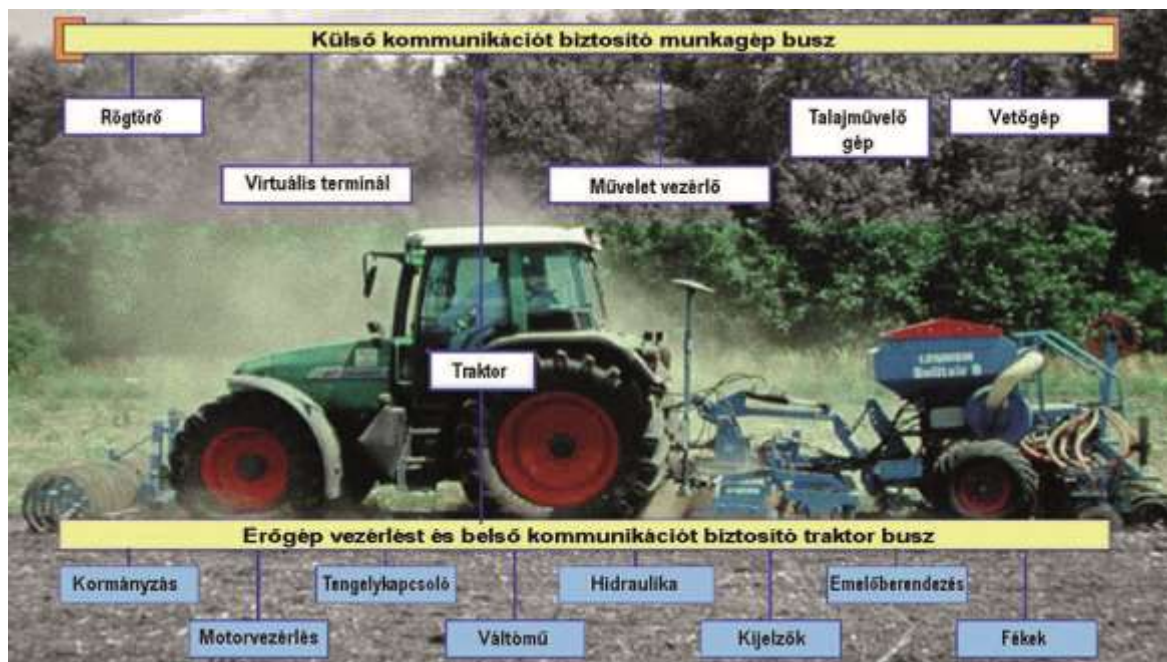
<b>Bevezetés</b>	<b>3.</b>
<b>Gondolatok a precíziós gazdálkodásról</b>	
<b>– a precíziós növénytermesztésről</b>	<b>7.</b>
<b>Precíziós növényvédelem</b>	<b>10.</b>
Precíziós gyomszabályozás	<b>15.</b>
Precíziós kutatások a növényvédelmi állattan területén	
– precíziós talajfertőtlenítés	<b>19.</b>
Növénykórtani precíziós vizsgálatok	<b>19.</b>
Pozícionált sorközművelés- és ápolás	<b>21.</b>
<b>Felhasznált irodalom</b>	<b>31.</b>

## Bevezetés

A demográfiai előrejelzések szerint a Föld népességszáma évente 75 millió fővel gyarapszik. 2025-re a becslések alapján a világ lakossága elérheti a 8 milliárdot. A lakosság növekedésével párhuzamosan csökken az egy főre jutó erőforrások nagysága, így a jövőben csak nagyobb termelékenységgel, hatékonyabb termeléssel lehet az egyre növekvő élelmiszerigényt kielégíteni.

Ebben a folyamatban óriási a jelentősége a műszaki fejlesztéseknek, melyek a világ minden táján szoros kapcsolatban vannak a nemzetgazdaság, azon belül a mezőgazdaság termelési eredményeivel. Napjainkra a műszaki fejlesztés nem csak egyik tényezője a mezőgazdasági erőforrásoknak, hanem egy olyan komplex feltételrendszer, amely nélkül, a korszerű, hatékony, jövedelmező és versenyképes termelés elképzelhetetlen.

Az új eredmények üzemi adaptálása a hatékony, versenyképes termelés egyik kulcsfontosságú területévé vált. A mezőgazdasági termelésben a gépesítésnek meghatározó szerepe van. Az elmúlt néhány évtizedben a mezőgazdasági gépesítés rohamosan fejlődött. Ma már elmondható, hogy a növénytermesztésben, többségében korszerű géppark áll a termelők rendelkezésére. A cél ezen gépek hatékony kihasználása, ennek egyik módja pedig a precíziós gazdálkodás, mely úgy is felfogható, mint a nagyobb teljesítményű géprendszerek nyújtotta előnyök kihasználása és a munkaerő teljesítményének növelési lehetősége.



1. ábra: Intelligens traktor-munkagép kapcsolat (forrás: agroforum.hu)

Hazánk ma a precíziós gazdálkodás megvalósítása és széleskörű elterjesztése előtt áll. Az egyetlen előttünk álló fejlődési út a mezőgazdasági termelésben a hatékonyság növelése és a kockázatok csökkentése. Ennek egyik talán legfontosabb eszköze a digitalizáció, az informatikai forradalom, amely a mezőgazdaságban most zajlik. Az agrárvállalkozások egyre nagyobb mértékben használják ki az információs rendszerek által nyújtotta lehetőségeket.

A precíziós mezőgazdaság számos lehetőséget kínál a termelékenység és jövedelmezőség növelésére, még a korábban említett szűkülő környezeti források mellett is. A sorvezetők és az automata kormányzás, azaz a robotpilóta használata segítségével a vetést, a műtrágyaszórást, a vegyszerezést és a különféle talajmunkákat 2-3 cm-es pontossággal, lényegében átfedések és kihagyások nélkül lehet megvalósítani, ami már önmagában 5-7%-os megtakarítást eredményez. A legmodernebb traktorok és kombájnok akár már az önálló (kezelő nélküli) munkavégzésre is képesek a rájuk szerelt GPS-alapú eszközök segítségével.



2. ábra: Vezető nélküli munkavégzés (forrás: Magyar Mezőgazdaság/[www.southwestfarmer.co.uk](http://www.southwestfarmer.co.uk)).

A traktorgyártók az elmúlt évtizedekben arra törekedtek, hogy egyre nagyobb méretű és teljesítményű erőgépeket fejlesszenek ki, már csak azért is, hogy azok képesek legyenek működtetni a

szintén egyre terjedelmesebbé váló munkagépeket. A közelmúltban a tendencia megfordult, egyre több cég próbálkozik a „rovarméretű” mezőgazdasági robotok prototípusainak előállításával. A kisméretű és kevés energiát fogyasztó, önálló döntéshozatalra képes agribotokra (mezőgazdasági robotok) lehet bízni a vetést, az öntözést, a betakarítást, és arra is alkalmasak, hogy már a kezdeti időszakban elkülönítsék a gyomokat a haszonnövényektől, például jól irányzott lézersugarak segítségével rögtön a kelés után képesek kiirtani a gyomnövényeket.

A köznyelvben egyszerűen csak drónoknak nevezett, pilóta nélküli légi járművek alkalmazási köre évről évre bővül a mezőgazdaságban. A modern drónokkal centiméteres terepi felbontás érhető el, így részletes és helytálló menedzsmentzónák alakíthatók ki, vagyis a táblákat olyan kisebb, viszonylag homogén részekre lehet felosztani, amelyek a későbbi beavatkozások (például a tápanyag-utánpótlás) során egyforma minőségüként kezelhetők. A drónok átrepülnek a vizsgált terület fölött, és a rájuk szerelt kamerák és érzékelők segítségével számos információt gyűjtenek be. Ezek közül talán a vegetációs index (NDVI) adatok a legfontosabbak, amelyek a növények által termelt klorofillmennyiségről (és így a fotoszintézisről) tájékoztatnak bennünket.



3. ábra: Permetező drón (forrás: agroinform.hu).

A magasabb jövedelmezőség hatékonyabb gazdálkodással és beruházásokkal, valamint magasabb hozamok és értékesítési árak elérésével párosul. Ehhez korszerű ismeretekkel, üzleti kapcsolatokkal és megfelelő tudással, hozzáállással rendelkező szakemberekre van szükség. Nem

könnyű a megfelelően képzett szakembert megtalálni, ráadásul ma az agrártudományi képzés egyre kevésbé népszerű. Annak ellenére, hogy az agrártermeléshez szükséges hazai természeti adottságaink jók vagy kiválóak, a mezőgazdaság, mint hivatás vagy életmód és az ehhez kapcsolódó szakmák a pályaválasztók körében mégsem sorolhatók a „divatos” szakmák közé.

Mivel a jelentősége a mezőgazdaság jövedelemtermelő képességének megőrzésében és a termelékenység megerősítésében óriási, így a jövőben minden szinten kiemelt figyelmet kell fordítani a korszerű agrárszakképzésnek.

A Bevezetőben olvasottak és korábbi ismeretei alapján válaszoljon az alábbi kérdésekre:

**1. Milyen okok indokolhatják a precíziós gazdálkodás széles körű elterjesztését?**

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

**2. Hol tart ma Magyarország a precíziós gazdálkodás bevezetése terén?**

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

## Gondolatok a precíziós gazdálkodásról – a precíziós növénytermesztésről

A precíziós gazdálkodás vagy precíziós mezőgazdaság kifejezés (angolul *Precision Farming* vagy *Precision Agriculture*) alatt kezdetben csak a szántóföldi növénytermesztést értették, jelenleg azonban már a kertészeti alkalmazásokat (*Precision Horticulture*, *P. Viticulture*), valamint a precíziós állattenyésztést (*P. Livestock Farming*) is magában foglalja.

A precíziós növénytermesztés a technikai eszközök fejlesztése eredményeként létrejött új technológiai rendszert jelenti, amely a növénytermesztés teljesen gépesített technológiáját egészíti ki a modern informatikai-, térinformatikai-, számítástechnikai-, mérő-ellenőrző berendezésekkel, azokkal egységes rendszert alkotva. Az új és gyorsan fejlődő módszer valójában egy nagyüzemi tömbösített táblaművelési mód, amely több „kistábla” egy menetben történő megmunkálását foglalja magába. A precíziós növénytermesztés technológiája az alábbi elemekből épül fel:

- műholdas navigációval támogatott talajmintavételre alapozott talajvizsgálat;
- differenciált tápanyag-visszapótlás;
- hozamtérképek készítése;
- precíziós vetés;
- differenciált növényvédelem.



3. ábra: A precíziós növénytermesztés elemei (forrás: borsodagroker.hu).

Egy más megfogalmazásban a precíziós mezőgazdaság az információs társadalomnak a mezőgazdasági szakterületen való leképeződése. A precíziós gazdálkodás eszközrendszere magas műszaki, technológiai színvonalat képvisel, részét képezve a mezőgazdasági műszaki fejlesztésnek. Egy olyan folyamatos, komplex, következetes és céltudatos innovációs tevékenység, amely mennyiségi és minőségi változásokat előidézve kihat a mezőgazdasági termelés alapelemeire (termőföldre, munkaerőre, termelési eszközökre és információkra), s eredményeként a termelés a korábbiaknál magasabb színvonalon, egyúttal hatékonyabban valósulhat meg. De arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy a fejlesztésnek, a hatékonyság növekedésének alkalmazkodnia kell a fenntarthatósághoz, ami egyben ösztönzi a természeti erőforrások racionális használatát, módosítja a földhasználatot.

A precíziós gazdálkodás a növényvédőszer felhasználás racionalizálásának is egy lehetséges eszköze, amely megfelelő technikai háttérrel (érzékelő eszköz, kijuttató eszköz) igényel. Fontos eleme a szakértelem (növény-egészségügyi) és a pontosság (kijuttatás precizitása). Az üzemi szintű eredményekre gyakorolt hatása 0-40% költségmegtakarítás lehet, ami azonban együtt járhat akár 0-25% költségnövekedéssel is, mert a kevesebb vegyszer felhasználás nem jelent minden esetben jövedelemnövekedést.

A precíziós gazdálkodással foglalkozó gazdaságok többségében a fajlagos jövedelmezőség szerényebb mértékű növekedése már ma is megfigyelhető. A fajlagos költségek tekintetében azonban vegyes a kép.

Előnye, hogy a munkaerő-felhasználást a technológia bevezetése csökkentheti, de nem feltétlenül.

A hozamok növelése és emellett a termés minőségének javulása is jogos elvárás a gazdák részéről. A technológiát bevezető üzemek száma lassan, de folyamatosan nő, ezzel párhuzamosan bővül az alkalmazott technológiák köre is. Jelenleg a precíziós technológia felfutási szakaszában vagyunk.

A precíziós gazdálkodásra részben a munkavállalók tehermentesítése miatt is térnek át a gazdaságok. Ugyanakkor az emberi munkaerőt teljes mértékben nem lehet kiváltani robottraktorokkal, inkább minőségi cserére lesz szükség az alkalmazottak terén ahhoz, hogy kezelni tudják az új eszközöket. Az elkövetkező években a mezőgazdaság lesz az egyik olyan szektor, ahol a legnagyobb technológiai változás fog végbe menni.

A precíziós technológia alkalmazását a közgazdasági érvek mellett más tényezők is indokolhatják, elsődlegesen a környezetterhelés csökkentésében betöltött szerepére kell itt utalni. A



termelői motivációk között ez a szempont sajnos ma még kevésbé jelenik meg, mint az ökológiai gazdálkodásra való átállás esetében. A fejlett mezőgazdaságú országokban sok esetben kiemelt helyet kap a fenntartható mezőgazdaságban a precíziós gazdálkodás.

Ma a magyarországi felhasználás egyik csoportját az automata kormányzás képviseli, amely lehetővé teszi az egyenes nyomvonalon történő munkavégzést, az éjszakai munkavégzést, valamint az automata táblavégi fordulókat. Az automata kormányzással 4-5 százalékos megtakarítást képesek elérni a gazdálkodók. Az új traktoreladások nagy része már automata kormányval történik, ezen kívül, az intelligens funkcióval felszerelt vetőgépek is növekvő arányt mutatnak. A precíziós gazdálkodás használatának másik csoportját az adatgyűjtés, az adatfeldolgozás és a döntéshozatal során használt eszközök jelentik Magyarországon, ilyen a differenciált inputanyag kijuttatás, a hozamtérképezés, az ajánlott technológiák beépítése (például a sor-sorköz megkülönböztetése).

A hazai mezőgazdaság eddigi legnagyobb technológiai ugrását az 1970-es években élte meg, az amerikai nagyüzemi technológiai láncok és a hozzá kapcsolódó tudás megvételével. Akkor a világszínvonalú technológia segítségével közel kétszeresére sikerült növelni a termelés volumenét és minőségét. Ma hasonló lehetőség előtt állunk, de most nem a gépi technológia fejlesztésével érhetünk el sikereket, hanem az infokommunikációs eszközök fejlesztésével, elterjesztésével és a hozzá kapcsolódó tudás termelői szintre történő kijuttatásával.

**3. Fogalmazza meg, hogy mit jelent a precíziós gazdálkodás?**

.....

.....

.....

**4. Melyek a precíziós növénytermesztés technológia elemei?**

.....

.....

.....

**5. Milyen kapcsolat van a fenntarthatóság és a precíziós gazdálkodás között?**

.....

.....

.....

## Precíziós növényvédelem

Mint ismeretes, a növényi károsítók egy adott területen (táblán) belül ritkán mutatnak homogén előfordulást és károsítást, megjelenésükre leginkább a heterogenitás a jellemző. A precíziós növényvédelem célja a termőhelyen változatos képet mutató károsító szervezetek pontos felderítése és olyan védekezési technológia alkalmazása, amely nyomon követi a heterogén előfordulást. Szélsőséges esetben a művelt terület egy jelentős részén nem, vagy a kártételi küszöb alatti mennyiségben található károsító, tehát lokálisan elmaradhat a védekezés. Ilyen döntések számottevő költségmegtakarítással járhatnak, és jelentősen csökkenhet a környezet peszticidterhelése.

A precíziós növénytermesztési módszerek megismerése és alkalmazása során új távlatok nyílhatnak meg a növényvédelmi kutatásban és a gyakorlati növényvédelemben. A térinformatikai helyazonosító adatok szoros tartozéka a hozzájuk rendelt idő. Térinformatikai azonosítókkal megjelölhetjük a károsítók pontos térbeli elhelyezkedését és az időazonosítókkal nyomon követhetjük időbeli és térbeli mozgásukat. Egy adott helyen lehetőség nyílik más, a jelenségekkel összefüggésben lévő tényezők (pl. talajtulajdonságok) rögzítésére is. A növényi károsítók közül a növénykórtan fogalomkörébe és az állati kártevők csoportjába tartozó szervezetek térbeli és időbeli megjelenésére – néhány eset kivételével – a gyors, intenzív változás a jellemző, míg a gyomnövények az előzőekkel ellentétben viszonylagos stabilitást mutatnak a mezőgazdasági területeken.

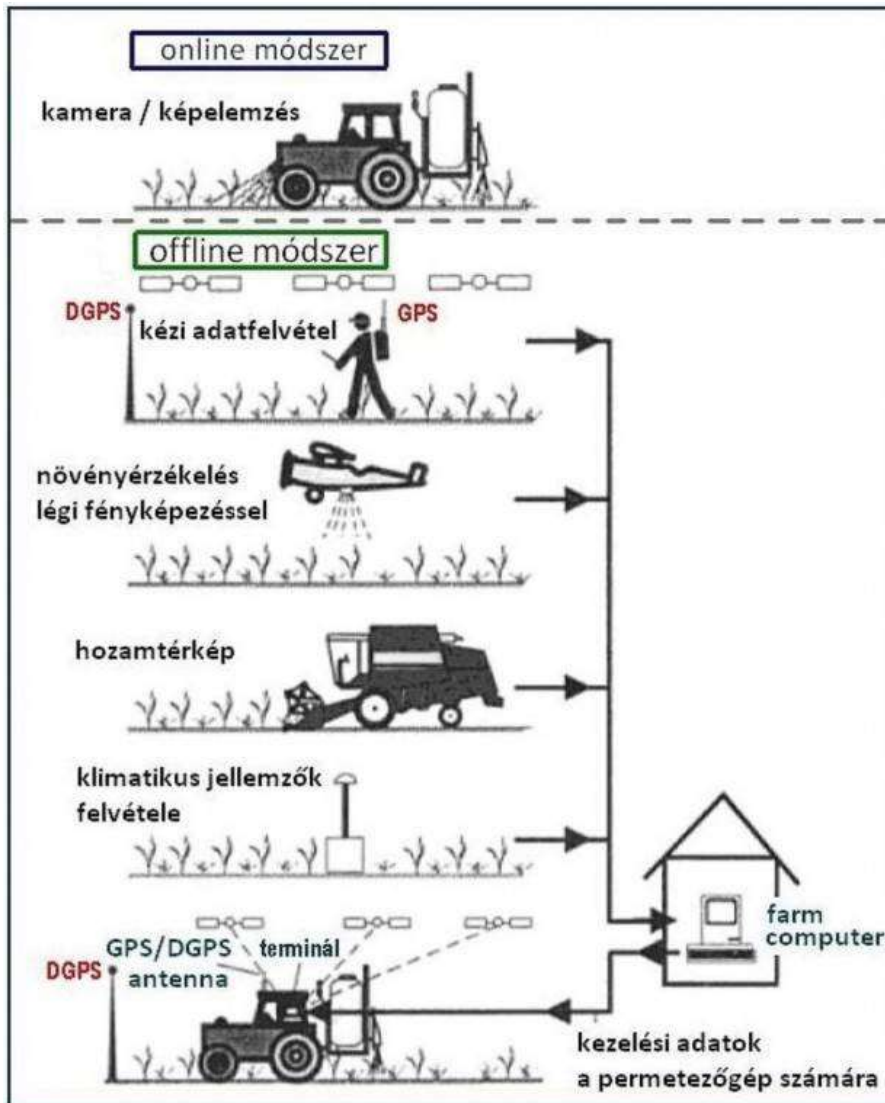
A növénybetegségek és a környezeti tényezők összefüggéseit Magyarországon többen vizsgálják és jelentős eredményeket értek el e területen. Kidolgoztak felvételezési módszereket a növénybetegségek helyspecifikus előfordulásának rögzítésére és ehhez térinformatikai eszközöket vettek igénybe.

A rovartan területén is elindultak a hazai precíziós kutatások. A vizsgálatok a több éves fejlődésű talajlakó kártevők térinformatikai felmérésére irányulnak és keresik a talaj és egyéb tényezők összefüggéseit a pajorok és drótférgék lokációja között.

A precíziós növényvédelem – hasonlóan más helyspecifikus technológiákhoz – három fő tevékenységet foglal magába:

- a növényi károsítókkal és a növényvédelemmel kapcsolatban lévő adatok és jelenségek nagy pontosságú, folyamatos hely- és időmeghatározását,
- térinformatikai adatfeldolgozást és elemzést,
- magas szinten automatizált helyspecifikus, terepi munkavégzést.

Aszerint, hogy ez a fenti három munkafolyamat időben és technikai eszközrendszerében együtt, vagy elkülönülten valósul meg, beszélhetünk online és offline megvalósításról.



6. Helyspecifikus vegyszerkijuttatás online és offline eljárásai (forrás: agronaplo.hu)

Az on-line vagy real-time (egyidejű vagy valós idejű) módszer lényege, hogy az adatfelvételezés, majd az adatelemzés és feldolgozás után azonnal létrejön az eredmény, a parancs a védekezést végrehajtó eszköz számára. E módszer számos előnye közül ki kell emelni a teljes területre vonatkozó felvételezést, mely azon túl, hogy alapot szolgáltat az egyidejű végrehajtás számára, teljes területre vonatkozóan tájékoztat a károsítók előfordulásáról, és lehetővé teszi ennek az adathalmaznak az archiválását is. A növényvédelmi gyakorlatban előfordulnak esetek, amikor a kivitelezéssel egy

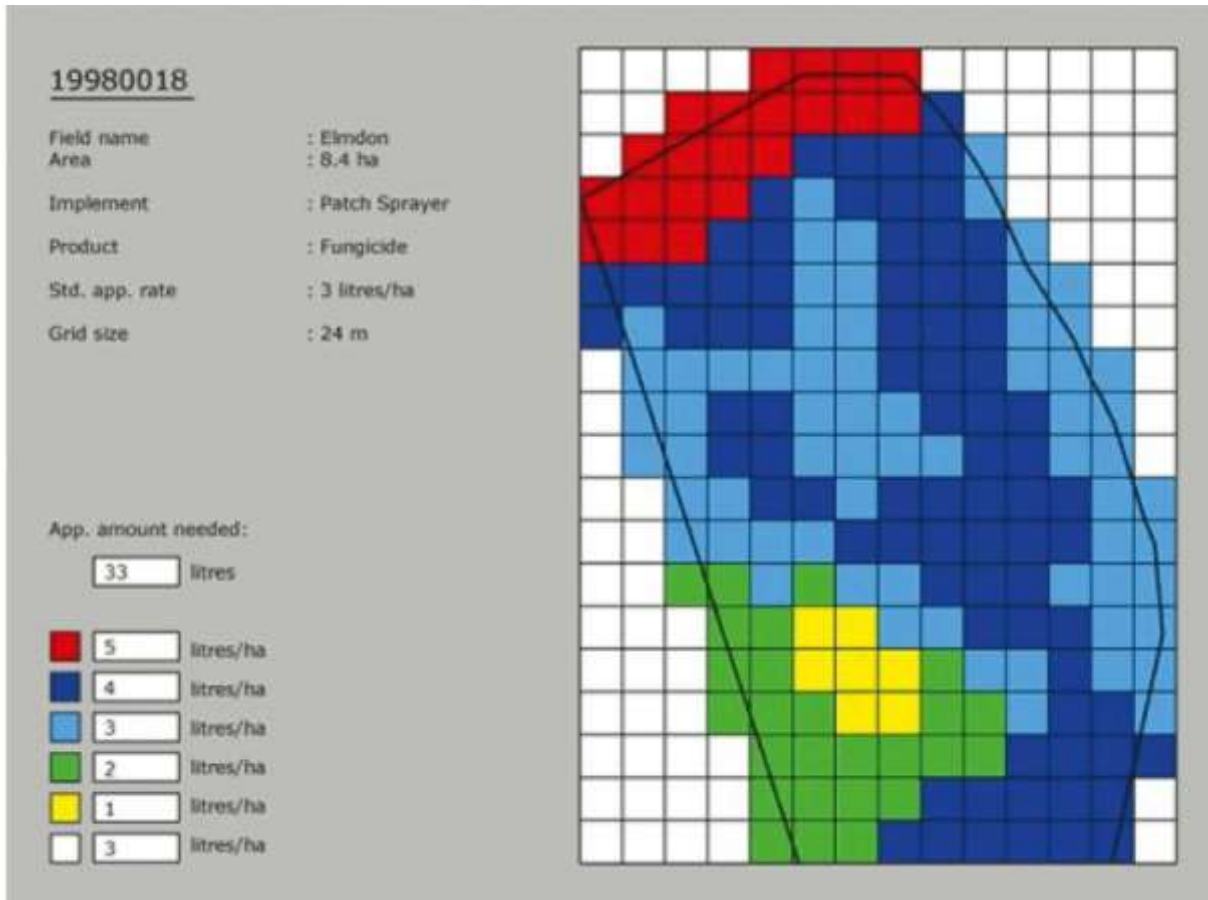
időben nem felvételezhetők a károsítók (pl. preemergens gyomirtás), ezért a precíziós növényvédelem folyamatát adatbázis-építéssel kell kiegészíteni.

A jelenlegi károsító-felvételezési módszereink többsége nem alkalmas a precíziós növényvédelem kiszolgálására, mert a módszerek végrehajtása idő-, eszköz- és költségigényes, ugyanakkor a minták sűrűsége csupán reprezentatív jellegű. A precíziós növényvédelem jövőbeni, széleskörű, gyakorlati elterjedését a mintavételi módszerfejlesztés sikere fogja meghatározni. A fentiekből következik, hogy a legtöbb kutatási feladat az adatfelvételezés módszerfejlesztése során adódik, majd ezt követi a döntési logikai rendszer (algoritmus) felépítése. A végső fázis, a precíziós gépi növényvédelem eszközrendszere már korábban jól kimunkált, a kereskedelmi forgalomban beszerezhető modern, minden igényt kielégítő gépek formájában rendelkezésre áll.



7. ábra: A precíziós permetezést szolgáló szórófej-kombináció (forrás: agronaplo.hu).

Mindezekből az következik, hogy számos vonatkozásban át kell értékelnünk eddigi ismereteinket és módszereinket pl. a terepi felvételezés (szignalizáció), az előrejelzés és sok egyéb más területen. Legígéretesebb eredmény az ökonómiai küszöb (economic threshold) térbeli meghatározásával kapcsolatosan várható. A térinformatikai módszerek alkalmazásával a károsító előfordulása térképszerűen megjeleníthető, így ismerve az ökonómiai küszöb értékét, a térképre „ráhúzható” az a sík, ami felett szükséges a védekezést végrehajtani. Ennek megfelelően nemcsak vizuálisan megjeleníthető képet kapunk a tábláról, hanem az így létrehozott virtuális információ inputként is szolgálhat a küszöb feletti területek kezelésének gépi vezérlésére.



8. ábra: Kijuttatási térkép (forrás: agronaplo.hu).

**6. Mi a precíziós növényvédelem elvi alapja?**

.....

.....

.....

**7. Mit jelent az online helyspecifikus növényvédelem?**

.....

.....

.....

**8. Mit jelent az offline helyspecifikus növényvédelem?**

.....

.....

.....

**9. Mit jelent az „ökonómiai küszöb2 kifejezés?**

.....

.....

.....

## Precíziós gyomszabályozás

A gyomszabályozási tevékenység a növénytermesztés egyik legfontosabb, nélkülözhetetlen eleme, mely három alappillére épül: a gyombiológiára, a technológiára és a folyamatot körül ölelő etikára. Ez utóbbi pillér a vegyszeres gyomirtás általános elterjedésével vált társadalmi méretűvé és fontossá.

A gyomszabályozás célja a gyomnövény–kultúrnövény kapcsolatban a kultúrnövény számára előnyös feltételek biztosítása, amely nem jelentheti a gyomnövényzet teljes megsemmisítését. A gyomszabályozás folyamatában is figyelembe kell venni a kártételi küszöbértéket, amelynek kimunkálása a precíziós gyomszabályozás módszerfejlesztésében kiemelten szerepel. A precíziós gyomszabályozás módszereit kutatók egységes álláspontja szerint ennek az új technológiai irányzatnak ott van értelme, ahol vannak gyommentes, vagy kárküszöb alatti táblarészek. A precíziós gyomszabályozás által ezeken a területeken akár 30–70%-os megtakarítás is elérhető a herbicid használatban.

A precíziós gyomszabályozás, mint fejlesztési irány jól beleillik az integrált gyomszabályozás fogalomkörébe. Az integrált gyomszabályozáson a védekezési módszerek (agrotechnikai, mechanikai, fizikai, biológiai) célszerű integrálását értjük, melyeket a kártételi küszöbérték feletti gyom előfordulás esetén, előzetes monitoring végrehajtásával szükséges alkalmazni. Mondhatjuk azt is, hogy a precíziós gyomszabályozás az integrált gyomszabályozás egyik korszerű változata, amelyben az alapfeltételek és elvek megegyeznek, ugyanakkor a végrehajtás magas szinten tervezett, végrehajtott és dokumentált. A precíziós gyomszabályozás modern rendszerében is a már korábban ismertetett hármas tagolás érvényes:

- hely- és időazonosítók, gyomnövényzet monitoring, ökológiai, növénytermesztési technológiai adatok, rendelkezésre álló módszerek, eszközök és feltételek (input),
- gyomfajok jelenlétének értékelése, statikus és dinamikus algoritmus elemek (döntés),
- technológiavezérlés és végrehajtás (output).

Az elmúlt 40 év jelentős eredménye az integrált gyomszabályozási elv meghirdetése hazai és nemzetközi vonatkozásban egyaránt. A környezet peszticid-terhelésének csökkentésére és a gazdaságos vegyszerfelhasználásra irányuló igény adták az első lökést a precíziós módszerek fejlesztésének. A precíziós gyomszabályozás módszereinek fejlesztése az 1980-as évek végén felgyorsult, amikor a DGPS- és GIS-rendszerek a védett katonai technológiák köréből kikerülve helyet

találtak maguknak a mezőgazdasági gyakorlatban. Az első lépéseket a gyomnövények táblán belüli és táblaközi, tér- és időbeli heterogenitására vonatkozó vizsgálatok jelentették.

Az, hogy az egyes területek potenciálisan milyen gyomfajokkal fertőzöttek, mely fajok okozhatnak jelenlétükkel termés kiesést, különféle gyom-felvételezési eljárásokkal vizsgálható. A gyomfelvételezési módszerek nagy része szakemberek körében közismert. A kisüzemek tulajdonosai általában ismerik saját területük gyomfertőzöttségét. A nagyobb gazdaságokban pedig növényvédős szakember végzi a gyomszabályozást megelőző gyomfelvételezési munkákat.

Hazánkban a legelterjedtebb a Balázs–Ujvárosi-skála alapján történő felvételezés, amely a gyomfajok területfoglalási (borítási) átlagadatait tünteti fel több mintavételi terület felvételezése alapján. A faj borításának nagyságrendje utal a kártétel mértékére, de nem feltétlen fejezi ki a faj gyakoriságát, darabszámát. Hibája az, hogy általában nem a tárgyév, hanem a következő gazdálkodási év gyomviszonyait prognosztizálja. Mindezek ellenére a leginkább használatos, mert tökéletesebb módszer nincs és az országos gyomfelvételezések is ezzel az eljárással készülnek és az adatok így összehasonlíthatóvá is válnak.

A talajok gyommagkészletének vizsgálata számszerűségét tekintve pontos, de igen nehéz, sok munkát igénylő feladat. A számlálási módszer során egy 1m<sup>2</sup>-es területeken kihúzzuk a gyomokat és fajok szerint megszámlálva csoportosítjuk. A kaszási próba során a kaszálók növényállományát elemezzük. Ennek során megtudhatjuk a takarmányozási szempontból hasznos és káros fajok jelenlétét, mennyiségi (zöldtömeg, száraztömeg) adatait. A növekedés-analízis a kultúrnövény és gyomnövényei időegységenkénti produkciójáról szolgáltat adatokat. Kiváló módszer a növények közötti versengés dinamikájának a megismeréséhez, ami a herbicid-mentes gyomirtási technológia kidolgozását segíti.

A műholdas helymeghatározás, a térinformatika, a hardverek és szoftverek fejlődése következtében ma már a mindennapi gyakorlatban is lehetővé vált a pontos, DGPS alapú gyomtérképek készítése.

Ezen térképek segítségével lehetséges szemléletesen ábrázolni egy táblán az egyes gyomfajok elterjedését, az egyes pontokhoz tartozó gyomborítási értékeket. A térképezés hatékonysága és gazdaságossága a távérzékelési eljárások segítségével a jövőben jelentősen növelhető. A távérzékeléssel kapott adatokból akár órákon belül pontos gyomtérkép készíthető. Ezek előnye az is, hogy a tábla minden pontját reprezentálják. A tábláról készített fotók színelemzése (klasszifikációja) során gyorsan, kevesebb élőmunkával gyomtérképek készíthetők. A klasszifikációhoz a multi- és hiperspektrális felvételek a legalkalmasabbak, az ilyen műholdfelvételek alkalmazásának azonban a



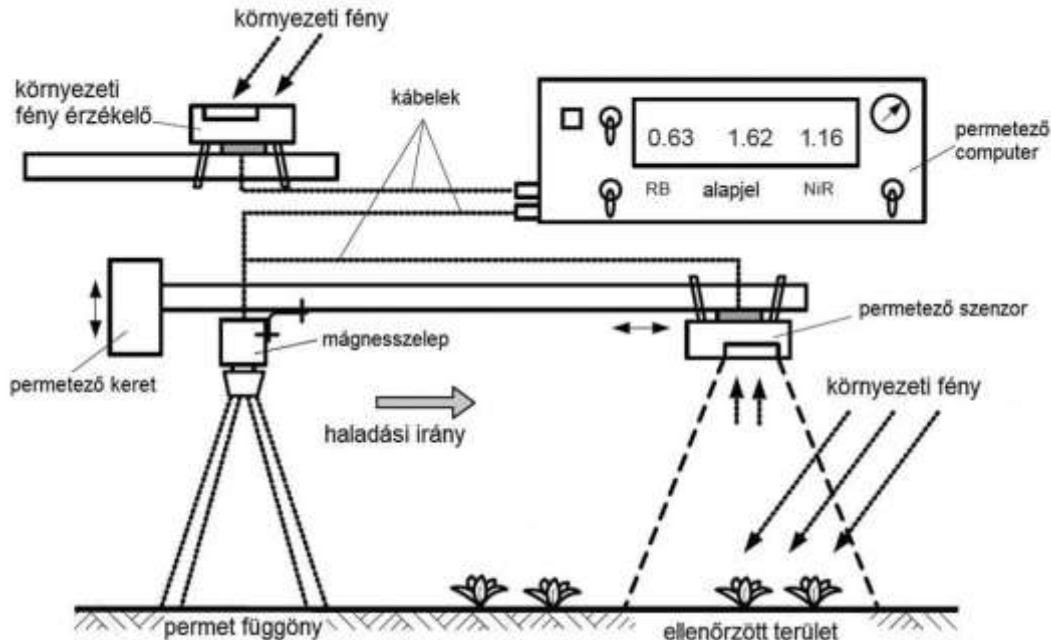
felbontás szab gátat, amely a ma hozzáférhető felvételeknél 1020 m. Ezért a célra az alacsony és közepes magasságból készített légifotók a legmegfelelőbbek. A térinformatikai szoftverek lehetővé teszik azt is, hogy egy nagyobb területről alacsony magasságból készített légifotókat ortofotóvá alakítsunk és koordinátáik segítségével pontosan összeillesszünk. Ezáltal gazdaságosan, egyszeri repüléssel nagy területekről nagy felbontású digitális ortofotókat készíthetünk, amelyek klasszifikációjával elkészíthetők a gyomtérképek.

A légi gyomdetektálás időjárásfüggő művelet, amely kedvezőtlen légköri viszonyok esetén halasztást szenved, és így a posztemergens gyomirtási technológiáknál jól ismert „kritikus kompetíciós periódus” kedvezőtlen hatásai érvényesülhetnek.

A teljes terület földi gyomfelmérése optoelektronikus módszerekkel – a totális herbicidek precíziós felhasználása céljából – alkalmazási területe elsősorban a tarlón történő, helyspecifikus gyomirtásban van. Használható még tág térállású kultúrákban, az ún. levél alá permetezés formájában. Továbbá ipari alkalmazása is jelentős: vasutak, közutak, repülőterek, egyéb ipari területek precíziós kezelésénél. A módszer lényege, hogy a növények zöld leveleiről a fénysugarak erősen verődnek vissza az infravörös-közeli hullámtartományokban. A „pont permetezővel” a szenzor érzékeli a zöld szint és utasítást ad az állandó nyomás alatt lévő szórófej mágnes szelepének felnyitására. A folyamat tized másodperc alatt megy végbe. Ezzel a módszerrel a precíziós gyomszabályozás legfejlettebb formája, a növényegyed-kezelés valósul meg.

A következő lépést a gyom- és kultúrnövényt felismerő szoftverek kifejlesztése jelentette. A szelektív herbicidek precíziós posztemergens alkalmazására ki kellett fejleszteni a gyomfajok, vagy gyomfajcsoportok (pl. egyszikűek/kétszikűek) egyedi morfológiai jellemzőin alapuló felismerő szoftvereket. A teljes területre vonatkozó gyomfelvételezés és gyomfelismerés módszereinek kifejlesztése megteremtette az alapját az online vagy real time (közvetlen, direkt vagy valós idejű) helyspecifikus gyomirtási módszerek gyakorlati alkalmazásának. A „valós idejű” precíziós gyomszabályozási módszer lényege, hogy a permetezést végző traktor elejére 3 db digitális, kettős spektrumú kamerát szerelnek. A traktor 7-8 km/óra sebességgel halad és menetközben két méter utat megtéve 3 felvételt készít. Mindegyik kamerával egy időben két felvételt készítenek két spektrumban. A gyomok által visszavert fényt közepes infravörös és látható tartományra osztják tükör segítségével. Az egyik felvétel a közepes infravörös tartományban (770–1150 nm), a másik vörös tartományban (550–570 nm) készül. A felvételeket normalizálják és kivonják az infravörös képből a látható tartományban lévő képet. Így a szerzők kaptak egy „különbség-képet”, amelyet a szürke szín változtatásával tovább feldolgoztak. Az eredmény egy kontrasztos bináris fekete-fehér kép, amelyen a

gyomnövényfajra jellemző sziluettje jól kivehető fehérben, míg a talaj és az egyéb környezet fekete színű. A képet helyazonosító koordinátákkal együtt a traktor számítógépében tárolják.



10. ábra: online gyomirtási folyamat (forrás: agronaplo.hu).

A kultúrnövények és a gyakori gyomnövények alakjairól adatbázist hoztak létre, melyeket a felismerésben alkalmaztak. Az átlagos felismerési arány 80%-os.

Időközben megalkottak egy olyan permetezőgépet, amely 3 különálló tartállyal, szivattyúval és szórószerkezettel rendelkezik, így egy menetben megtörténhet három különböző hatásspektrumú herbicid precíziós kijuttatása. A „valós idejű” felvételezés-kezelés további előnye, hogy a lefényképezett tábla teljes területén információt szerezhetünk a gyomnövényzetről.

A kutatás következő fázisát az ökonómiai küszöbérték meghatározása jelentette. Két megközelítés létezik, egyik az összes gyomfaj hozamcsökkentő hatásán alapul, a másik a gyomfajok kompetíciós indexét veszi alapul. További kutatások során megállapították azt, hogy az egyes gyomfajok foltjai a különböző herbicidkezelések ellenére hosszú éveken át stabilak maradnak, különösen vonatkozik ez pl. a parlagi ecsetpázsitra. Ilyen stabilitást figyeltek meg a mezei árvácska, a fehér libatop, a madárkeserűfű, a sárga selyemmályva és a napraforgó-árvakelés esetében is

Az integrált gyomszabályozás a gyomok elleni védekezés korszerű formája, amikor nem törekszünk a gyomnövények teljes kipusztítására a mezőgazdasági területeken, hanem jelenlétüket a veszélyességi küszöbszint (economic threshold) alatt tartjuk, elősegítve ezzel a természet diverzitását.

Az integrált gyomszabályozás gyakorlatában előtérbe helyezük a nem vegyszeres (fizikai, agronómiai, biológiai) módszerek alkalmazását. A kémiai szerek (herbicidek) használatát minden esetben meg kell előznie az ún. monitoringnak, és a termőterületeken végrehajtott széles körű tájékozódás után a gyomnövényzet minőségi és mennyiségi jelenléte alapján kell megtervezni a gyomszabályozási technológiákat. Ezek az irányelvek nem pusztán szavak, hanem az ország Európai Unió csatlakozása óta az Agrár-környezetgazdálkodási Programok részét képezik és nem utolsó sorban hozzájárulnak ahhoz, hogy Magyarország agrártermelői hozzájuthassanak a jelentős összegeket kitevő támogatásokhoz.

A precíziós gyomszabályozásban alkalmazott gyakorlat kielégíti az integrált gyomszabályozás minden feltételét. Számos országban e feltételeket törvénybe is iktatják. Hazánkban az ide vonatkozó jogszabály kimondja: „A növényvédelmi tevékenységet a károsítóra célzottan, térben és időben okszerű módon és eszközzel kell elvégezni.”

## **Precíziós kutatások a növényvédelmi állattan területén – precíziós talajfertőtlenítés**

A térinformatikai módszerekkel támogatott kutatások új távlatokat nyitnak meg az egyes ökológiai tényezők és a károsítók elterjedésének vizsgálatára. Az azonos mintatéren felvett adatok megteremtik a lehetőséget a talaj, gyom és talajlakó rovar kapcsolat vizsgálatára. A károsító szervezetek gradációját térinformatikai eszközökkel lehet előrejelezni és magyarázni. Kísérletekben vizsgálták a drótférgek előfordulását, a fertőzött góccok feltárása érdekében. Ennek alapja a fajok azon biológiai sajátossága, hogy az imágó gondoskodik az utódok biztonságáról, ezért olyan területeket keres, ahol a talajba rakott tojások kedvező körülmények közé kerülnek és így zavartalan a fejlődésük. Emiatt a nedves, jó vízgazdálkodású talajokat, a sűrű növényállományokat, vagy a gyomfoltokkal fedett területrészeket keresi. Ebből fakad a területek gyommentesen tartásának igénye. A talajlakó drótférgekről elterjedési térképek készültek, amelyek segítségével kimutathatók az élőhelyek gócszerűségei. Ennek alapján megoldható a precíziós talajfertőtlenítés, ami egyben a környezet peszticid-terhelésének jelentős csökkentését is eredményezi.

## **Növénykórtani precíziós vizsgálatok**

E vizsgálatok tetemes hátrányban vannak a herbológia és a növényvédelmi állattan területén végzett kutatásokkal szemben. Ennek fő oka, hogy a különböző kórokozó típusok gyakran hasonló

tüneteket okoznak, ezért a szántóföldi gyakorlatban rendkívül nehéz a kórokozók tünetek alapján történő elkülönítése. A másik hátráltató tényezőt pedig az jelenti, hogy a mikrobák – különösen járványos fellépésük esetén – nem elszórtan, hanem tömegesen terjednek el egy adott területen.

Növénykórtani precíziós vizsgálatokat a Fejér-megyei Növényvédelmi Szolgálat biológiai és térinformatikai laboratóriuma végez már hosszú ideje, elsősorban gabonavetésekben vizsgálják a fontosabb betegségek előfordulását más tényezőkkel összefüggésben. A talajtulajdonságok (KA, H%, pH), a domborzat, a tápanyagellátás (makro- és mikroelemek) és más hajlamosító tényezők térbeli elhelyezkedést veszik figyelembe és végeznek összefüggésbeli vizsgálatokat.

**10. Mit jelent az integrált gyomszabályozás fogalma?**

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

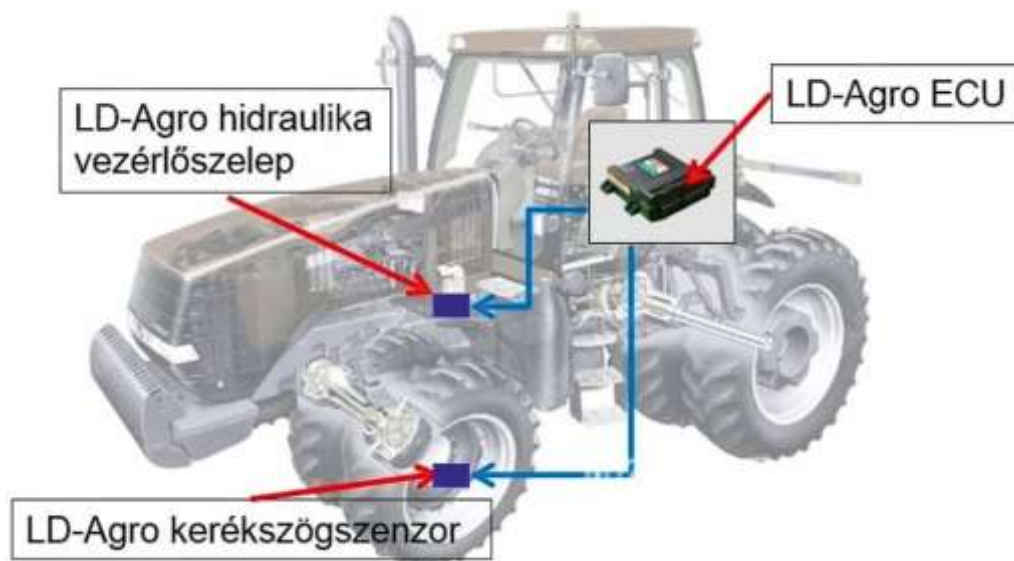
**11. Milyen módszereket alkalmazna a precíziós gyomfelvételezésre?**

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

## Pozícionált sorközművelés- és ápolás

A technológia elsősorban a keskeny és széles sortávú szántóföldi kapás növényeknél (cukorrépa, szója, burgonya, kukorica, napraforgó) valamint a szabadföldi zöldségkultúráknál (hagyma, salátafélék, gyökérzöldségek, paradicsom) kerül alkalmazásra, azok kelés utáni néhányleveles állapotától a szárba szökkenésen át, egészen a sorközök járhatóságáig. A sűrűsoros kertészeti kultúráknál ágyásos termesztés és művelés esetén alkalmazzák elterjedten. Ebben az esetben az ágyások közötti szélesebb művelőnyomban, biztonságosan haladhat a traktor kereke, a sorközművelő kultivátor pedig az ágyásokban műveli a sorközöket.

Napjainkban már egyre több gazdaság használja legalább a vetéshez, a tápanyag kijuttatáshoz, a sorközművelésnél és a növényvédelemben a nagy pontosságú RTK GPS vezérlésű automata traktorkormányzást.



12. ábra: LD-Agro Hydraulic robotpilóta rendszer (forrás: agrogazda.hu).

A sorközművelésnek és a növényi sorok ápolásának két precíziós módszere terjedt el a gyakorlatban. Az egyik a nagy pontosságú RTK GPS automata traktorkormányzások pontosságát javítja a művelések során azáltal, hogy a traktor mindenkorai pozícióját azonosító és automatikus kormányzását megvalósító vevő antenna és számítógép mellett, a kultivátor gerendelyére is RTK GPS-vevő és számítógépes terminál kerül, amely érzékeli az esetleges eltéréseket a traktor nyomvonala és a kultivátor helyes irányvonala között, majd a kultivátor függesztésén keresztül korrigálja azt (AIG rendszer).

## Active Implement Guidance - Aktív munkagép irányítás

Pontos soron tartás - Nagy munkaszélességű gépeknél



Orthman

Shadow Tracker - irányító tárcsák



Erőgép



+



+



+

Auto Track aktiváló kulcs  
 AIG aktiváló kulcs

Munkagép



+



+



+

AIG vezérlő egység

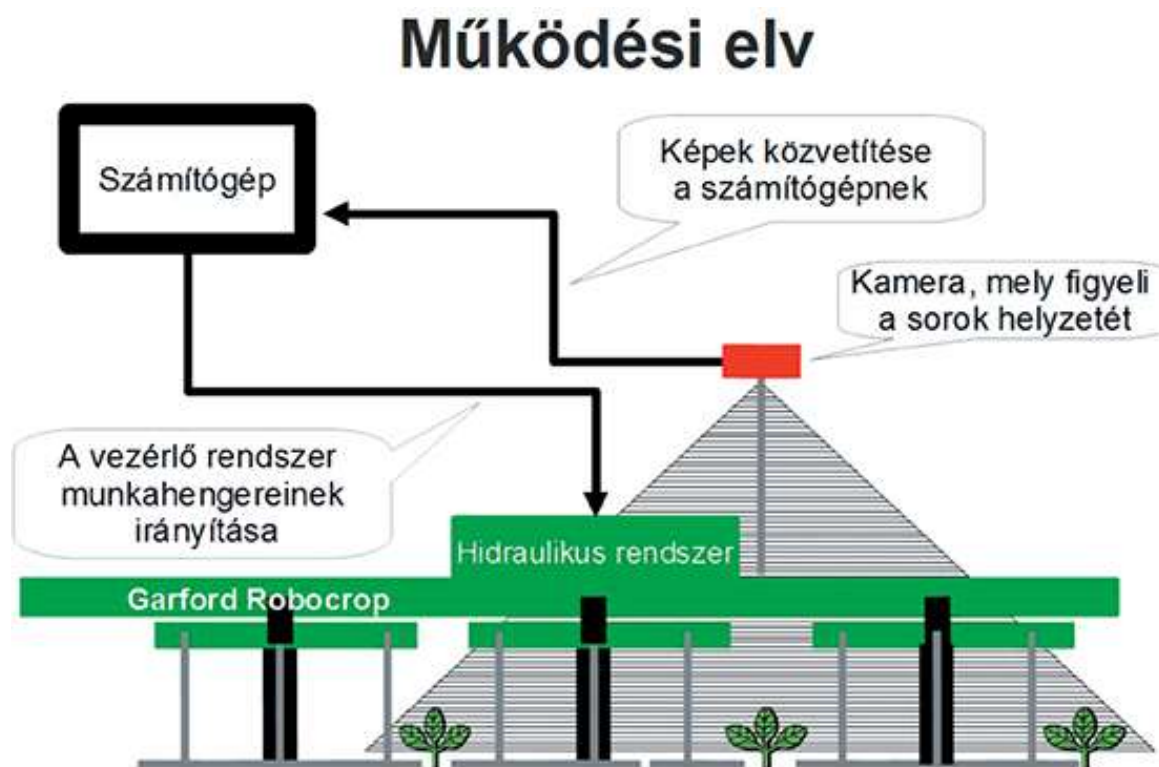
KITE

13. ábra: Az AIG rendszer (forrás: KITE Zrt.).

A kétlépcsős automata kormányzási rendszerben a traktor és a kultivátor műholdvevője párhuzamosan dolgozik. A kultivátor RTK GPS vevője folyamatosan figyeli a kultivátor pontos sorközpozícióját és mindig összehasonlítja azt az ideális nyomvonallal. Amennyiben eltérést érzékel, a függesztő szerkezetbe beépített hidraulikus egység jobbra vagy balra mozdítja a kultivátor gerendelyét. Ezzel elérhető, hogy a traktor és a kultivátor mindig azonos és egyben ideális nyomvonalon haladjon, és a lehető legkisebb védő távolság mellett valósuljon meg a sorközművelés. Ezt a rendszert valósítja meg a KITE a John Deere Green Star rendszerével, az Auto Trac automata kormányzással, John Deere traktorokkal és a hozzájuk kapcsolt Orthmann széles sortávú (75–80 cm) és 4–24 soros változatban készülő sorközművelő kultivátorokkal. A sorközműveléssel egy menetben a gépkapcsolat sorpermetezésre és növénytápláló sorműtrágyázásra is használható. A John Deere traktorokon és az Orthmann kultivátorokon is Star Fire 3000 RTK GPS vevőantenna és Green Star 2630 terminál található, amelyek monitorán jól követhető a művelési pontosság. A rendszer eltárolja valamennyi tábláról a művelés nyomvonalát, és ezen a nyomvonalon a művelés a későbbiekben bármikor megismételhető. Ez a rendszer más RTK GPS vevőkre épülő automata traktorkormányzások esetén is alkalmazásra kerül hasonló felépítésű elemek felhasználásával. Elsősorban a precíziós gazdálkodás gyakorlati alkalmazásában előttünk járó, nyugat-európai országokban lehet vele

gyakrabban, elterjedten találkozni, Magyarországon pedig a KITE partnergazdaságai körében terjedt el. A KITE a John Deere traktorok és az Orthmann munkagépkapcsolatban ezt a rendszert sávművelés (Strip Till) esetén is alkalmazza, amely nemcsak a művelt sávok pontos kialakítására, hanem vetőgépre átszerelve a sávon belüli nagy pontosságú vetés, később pedig sorpermetezés, illetve sorműtrágyázás és a sorközi gyomirtás megvalósítására is használható.

A nagy pontosságú precíziós sorközművelés megvalósítható műholdas kapcsolat nélkül is, amely legalább annyira elterjedt a gyakorlatban, mint műholdas helyzetmeghatározásra és automata kormányzásra épülő rendszerek. Ezek sorérzékelő lézerez (Laser Pilot) vagy képfelbontással dolgozó optikai kamerával (OptiCam, CultiCam) dolgoznak, amelyek a kultivátor gerendelyén kapnak helyet és a traktor melletti sávban előre felé pásztázzák a növényi sorokat.



14. ábra: Sorérzékelős sorközművelő kultivátor elvi felépítése (forrás: biokontroll.hu)

Ilyen sorérzékelős sorközművelő kultivátorok megtalálhatók több nyugat-európai gyártó (pl. Garford, Monosem, Schmotzer, Thyregod stb.) kínálatában is. Kelet-Európában pedig elsősorban a cseh Bednar cég kínál CultiCam optikai sorérzékelővel felszerelt precíziós művelésre alkalmas kultivátorokat, illetve két magyar sorközművelő kultivátorokat gyártó vállalkozás, a Busa Bt. (KS-6FK Laser) és az Omikron Kft. (ORS-6/3 MEV) is rendelkezik ilyen kultivátor prototípussal.



15. ábra: Garford Robocrow sorközművelő kultivátor (forrás: tomelilla.hu).

Az optikai szenzorokkal vagy lézerszemekkel felszerelt precíziós sorközművelésre alkalmas kultivátorvezérlések főbb részegységei a következők:

- Optikai kamera, amely látható (540–620 nm) hullámhossz-tartományban dolgozik, és a szántóföldön rendszerint 2–4 növényi sort érzékel 1,0–1,5 m távolságban.
- A felvett képet számítógép dolgozza fel, miután kiszűri a zavaró tényezőket (rázkódásból és fényviszonyokból eredő torzulásokat), majd elkülöníti a gyomokat a kultúrnövényektől, meghatározza a növényi sorok pontos helyzetét és összehasonlítja a betáplált sortávolság- és művelésiirány-mintával.
- Eltérés esetén a számítógép vezérlő algoritmus a korrekcióról, amelyet a traktor függesztőszerkezete és a kultivátor gerendelye közé beépített hidraulikus munkahengerek a gerendely oldalirányú elmozdításával hajtanak végre.
- A pontos helyzetet szenzorok ellenőrzik. Minderről a traktorban elhelyezett monitor pontosan tájékoztatja a traktor vezetőjét. A monitor menüje pedig felkínálja a sorköz és a növényi kultúra megválasztásának a lehetőségeit a vezető számára, a szükséges adatok beírása és programozása viszonylag egyszerűen végezhető.



Ezek a korszerű kultivátorvezérlések már képesek a kultúrnövényeket 2–4 leveles állapotukban felismerni, és ebben az esetben a már soroló kultúrnövények között, a kelő gyomnövényeket hatékonyan lehet irtani, illetve a talajfelszín gyakori cserepedését megszüntetni. A művelésnél alkalmazható elméleti védőtávolság 2 cm, de a gyakorlatban már 4 cm-nél nagy biztonsággal dolgoznak, akár 10–12 km/h sebesség mellett is. A kultivátorgerendely hidraulikus kitérítése 6 m-es munkaszélességig max. 300 mm, 6 m felett pedig max. 500 mm szokott lenni. Az optikai vezérlő szenzorok pontosságukat mindaddig megőrzik, amíg a gyomnövények négyzetméterenkénti tömege nem haladja meg a kultúrnövényekét. A kamerarendszerek többsége ISOBUS-kompatibilis, így nemcsak saját monitorral, hanem ISOBUS CCI 200-as fedélzeti terminálról, vagy Green Star 2630-as monitorról tökéletesen vezérelhetők.



**16. ábra:** A Garford Robocrop sorközművelő kultivátor munkája (forrás: tomelilla.hu).

Az angol Gardford Farm Machinery kínálatában a széles és keskeny sortávú szántóföldi kultúrák precíziós művelésére elterjedten alkalmazott Robocrop kultivátorok mellett szerepel egy optikai szenzorral felszerelt Robocrop InRow eRotor típusú ágyásos sorköz- és sorművelő is, amely

akár 3 db 6 soros, precíziósan mátrixba vetett zöldségágyások sorközének a művelése mellett a növények közötti tőtávban is megműveli a talajt és elpusztítja a gyomokat. Soronként elektromosan meghajtott rotor két forgóboronaszzerű forgó kapával járja be a sorközöket és a tőközöket, mindig megkerülve, de körbejárva a kultúrnövényt. Ezzel a kultúrnövény pontos megkerülésével a teljes talajfelszín művelése megvalósítható.



17. Robocrop InRow eRotor kultivátor munka közben (forrás: garford.com).

Ugyancsak sorközök mellett a növények tőközeinek a művelésére is alkalmas, optikai növényfelismerő és sorkövető szenzorokkal szerelt kultivatort fejlesztett ki az F.Poulsen Engineering APS Dániában, Rabovator elnevezéssel, amely szintén a zöldségnövények ágyásainak a művelésére alkalmas, akár egy menetben 31 növényi sort is képes általában megművelni. A Robovator esetében a növények sortávolsága 25 és 75 cm között változhat, a munkasebesség pedig 2–8 km/h között választható meg a sor- és a tőtávolságtól függően. Ennél a kultivatornál elektrohidraulikusan mozgatott, oldalra kitérő lengőmozgást végző, kettős rugós szárú kapák pásztázzák és művelik meg a sorközöket, illetve a növények közötti tőtávot.

Ez utóbbi két berendezés a teljes területet képes megművelni a növények körül. Ennek a feltétele, hogy a vetés mátrixba, azaz kereszt- és hosszirányban is sorokat képezve kerüljön megvalósításra. Ez az elektromosan meghajtott és vezérelt vetőelemekkel, valamint RTV GPS

automata kormányzás alkalmazásával manapság már könnyen kivitelezhető (Grimme Matrix, Kverneland Optima e-drive, Lemken Azurit, Väderstad Tempo, stb.).



18. Bednar Row-Master RN sorközművelő kultivátor (forrás: agrobekes.hu).



19. ábra: Robocrop InRow sorközés sorművelő kultivátor (forrás: garford.com).

A sorközművelő kultivátorok esetében az RTK GPS nagy pontosságú automata kormányzások és az optikai sorkövetéssel dolgozó lokális szenzorok együtt is alkalmazhatók, és ezzel nagy pontosságú művelés valósítható meg. Ebben az esetben a pontos iránytartásról műholdvezérlés gondoskodik, az esetlegesen szükséges korrekciókat pedig az optikai szenzorvezérlés végzi el. A precíziós sorközművelés párosítható precíziós növénytáplálással és vegyszeres gyomirtással is. Digitalizált talaj tápanyag-ellátottsági és hozamtérkép alapján vezérelve, helyspecifikusan és differenciáltan juttatható ki a vegetációs időszakban a növények számára szükséges tápanyag, a terminálról vezérelt adagoló berendezésekkel. Térképek hiányában a növények klorofill tömegét mérő szenzorok segítségével is megvalósítható differenciált tápanyagkijuttatás. A növényi sorokban lévő gyomok irtására pedig gyomfelismerő szenzorokkal felszerelt sávos szórófejek használhatók, amelyek csak akkor permeteznek, ha gyomot találnak. Ez utóbbi kiegészítő precíziós megoldásokkal, műtrágya és gyomirtószer takarítható meg.

Az újabb fejlesztések eredményeként ma már megvalósítható a bakhátas növények precíziós gyomszabályozása is. Ebben az esetben a sorközök gyomtalanításán túlmenően megtörténik a barázda oldalak gyommentesítése és újbóli helyreállítása. Ezeket a műveleteket elsősorban hagymában és sárgarépában lehet alkalmazni.



20. ábra: Bakhátas hagyma kultivátorozása (biokontroll.hu).

Az igazi megoldást a teljes területre (sorokra és sorközökre) kiterjedő precíziós gépi, mechanikus gyomirtás jelentheti. Ebben az esetben a növény sorokat is meg kell tisztítani a gyomnövényektől. Célszerű a traktort robotpilótával felszerelni az egyenes sortartás és a fogások pontos csatlakozása végett. Ez biztonságot és teljesítményfokozást célozza. Jelenleg, a számítógépek által vezérelt optikai rendszerű, precíziós mechanikai gyomirtás legfejlettebb változatának számít egy külföldön gyártott sorköz- és sorművelő kultivátor. A speciális formájú tő-köz megmunkáló kapák félkörben fordul a növény körül. A kézi kapás műveléssel szemben, amikor a dolgozó a területen lévő gyomokat figyeli és lokálisan irtja, a gép a területen lévő kultúrnövényeket figyeli és a teljes területet megműveli, kiirtva a még szemmel nem látható, de már csírázó gyomokat is. Emiatt a terület lényegesen tovább marad gyommentes, mint a kézi kapálás után. A tövek között a speciális tő-köz megmunkáló kapák, a sorok között pedig a hagyományos sorközművelő kapatestek végzik az elmunkálást. Az ilyen típusú géppel elérhető gyomirtás hatékonysága 95-98%-os. Fontos megjegyezni, hogy használatuknak nem előfeltétele sem a precíziós palántázó gép, sem pedig a precíziós vetőgép.

Mind a szántóföldi, mind pedig a kertészeti kultúrákban alkalmazhatók a sor- és sorközművelő „kapalogépek.” A csemegekukoricában és a napraforgóban teljes gyommentességet biztosítanak ezek a traktor frontjára szerelt eszközök.



21. ábra: Ökológiai gazdálkodásban termelt csemegekukorica művelése (biokontroll.hu).

**12. Mely kultúrák esetében alkalmazzák leggyakrabban a pozícionált sorközművelést?**

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

**13. A sorközművelésnek és a növényi sorok ápolásának két precíziós módszere terjedt el a gyakorlatban, melyek ezek?**

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

**14. Nevezzen meg legalább 3 olyan gyártó céget – közülük 1 magyart – melyek kínálatában a sorérzékelős sorközművelő kultivátorok is megtalálhatóak!**

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

**15. Milyen eszközt lát az alábbi képen? Mire használják?**

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



## Felhasznált irodalom

22. Ábrahám Rita, Érsek Tibor, Kuroli Géza, Németh Lajos, Reisinger Péter Növényvédelem: Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése (TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010)
23. Birkás M.: Földművelés és földhasználat, Mezőgazda kiadó, 2017.
24. Dr. Milics G.: Precíziós gazdálkodás – Adat-Információ-Haszon (Válogatás a III. PREGA konferencia előadásaiból) 2017.
25. Erdei G. és Dr. Milics G.: Precíziós gazdálkodás – Digitalizáción innen és túl (Válogatás a II. PREGA konferencia előadásaiból) 2016.
26. <https://agrarium7.hu/cikkek/995-a-sorkozmuvel-es-novenyapolas-legmodernebb-lehetosegei>
27. <https://agrobekes.hu/precizios-gazdalkodas>
28. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2012/10/gepesites/precizios-novenyvedelem-megvalositasi-formai>
29. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2013/05/szantofold/precizios-novenyvedelem-gyomszabalyozas>
30. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2018/04/gepesites/precizios-sorkozmuvel-es-novenyapolas-sorkozvezerelt-kultivatorokkal>
31. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2019/06/gepesites/precizios-helyspecifikus-permetezesi-eljarasok>
32. <https://www.biokontroll.hu/precizios-megoldasok-a-gyomnoevenyek-ellen/>
33. <https://www.biokontroll.hu/precizios-megoldasok-a-gyomnoevenyek-ellen/>
34. [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_05\\_Foldmuvel-es-ch12.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_05_Foldmuvel-es-ch12.html)
35. [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_08\\_Novenyvedelem-ch06.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_08_Novenyvedelem-ch06.html)
36. J. Popp, E. Erdei, J. Oláh: A precíziós gazdálkodás kilátásai Magyarországon. International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS) Vol. 3. (2018). No. 1 DOI: 10.21791/IJEMS.2018.1.15.
37. Kemény G., Lámfalusi I., Molnár A.: A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata, agrárgazdasági Kutató Intézet, 2017.

**38.** KITE Precíziós gazdálkodás kiadvány, 2016.