

Agrárinformatika - Precíziós növénytermesztés

Dr. habil. **MILICS Gábor**
tanszékvezető, egyetemi docens

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Precíziós Gazdálkodási és Agrárdigitalizációs tanszék

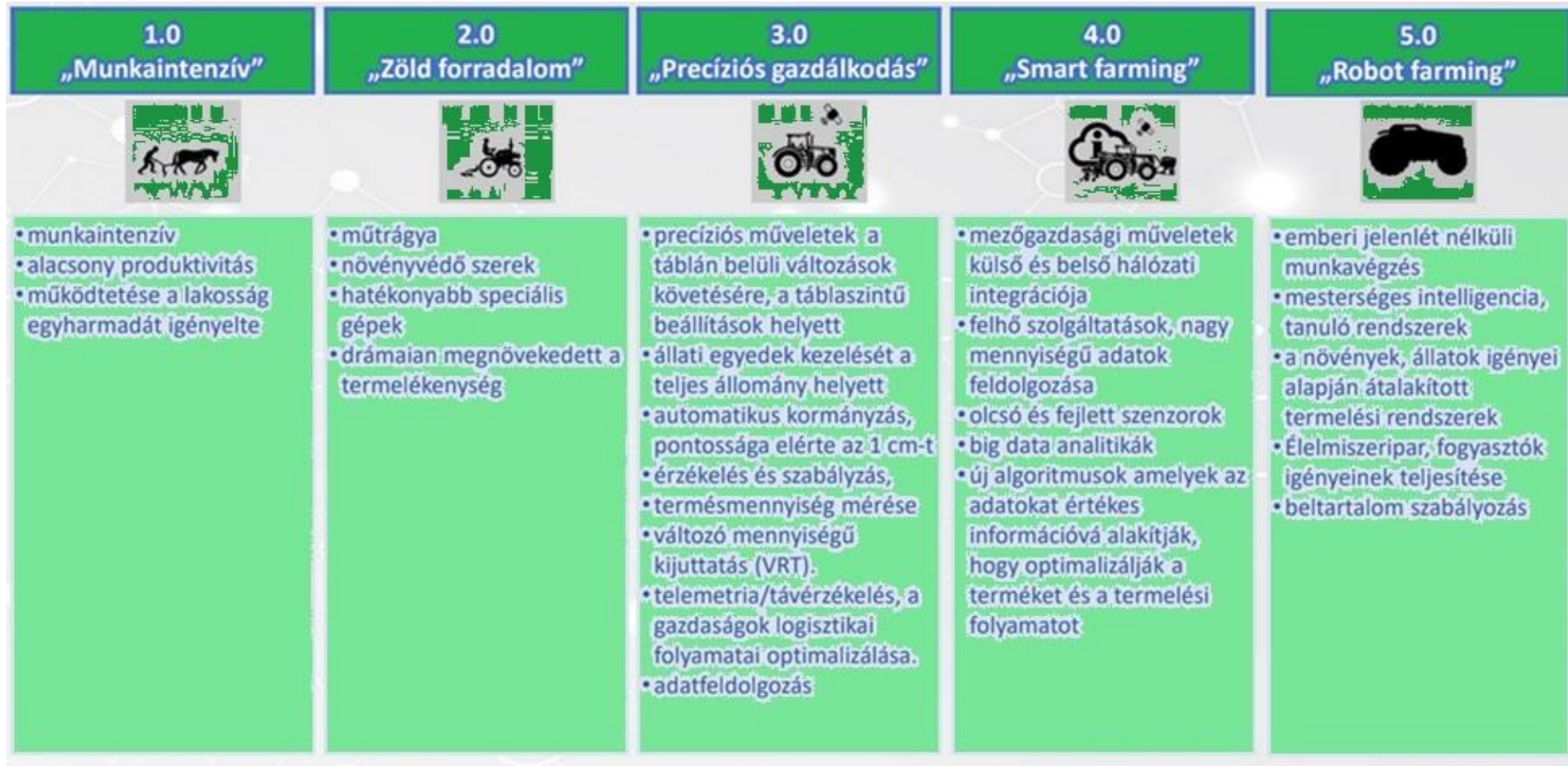
H-2100, Gödöllő, Páter Károly u. 1.
e-mail: milics.gabor@uni-mate.hu



Az agrárdigitalizáció helyzete


A hazai gazdálkodás a leginkább a „zöld forradalom” idejét már meghaladó, a „precíziós gazdálkodás”-ra átálló szakaszban van. Kisebb számban természetesen előfordulnak a „smart farming” megoldásokat alkalmazó gazdaságok, de ezek száma még nem éri el azt a kritikus tömeget, ami szükséges a technológia széleskörű elterjedéséhez. A digitális agráriumra történő átállás egyik fontos lépése, hogy a gazdálkodók megismerjék és alkalmazzák azokat a megoldásokat, amelyeket az agrárinformatika nyújt számukra.

A növénytermesztési technológiák mérföldkövei



Az agrárdigitalizáció egyszerre a precíziós gazdálkodás eszköze és eredménye


3.0
„Precíziós gazdálkodás”



- precíziós műveletek a táblán belüli változások követésére, a táblaszintű beállítások helyett
- állati egyedek kezelését a teljes állomány helyett
- automatikus kormányzás, pontossága elérte az 1 cm-t
- érzékelés és szabályzás,
- termésmennyiség mérése
- változó mennyiségű kijuttatás (VRT).
- telemetria/távérzékelés, a gazdaságok logisztikai folyamatai optimalizálása.
- adatfeldolgozás



4.0
„Smart farming”



- mezőgazdasági műveletek külső és belső hálózati integrációja
- felhő szolgáltatások, nagy mennyiségű adatok feldolgozása
- olcsó és fejlett szenzorok
- big data analitikák
- új algoritmusok amelyek az adatokat értékes információvá alakítják, hogy optimalizálják a terméket és a termelési folyamatot



5.0
„Robot farming”



- emberi jelenlét nélküli munkavégzés
- mesterséges intelligencia, tanuló rendszerek
- a növények, állatok igényei alapján átalakított termelési rendszerek
- Élelmiszeripar, fogyasztók igényeinek teljesítése
- beltartalom szabályozás

A precíziós gazdálkodás fogalma

Termőhely-specifikus, GPS-helymeghatározáson alapuló, információtechnológiai eszközökkel támogatott **növény-termesztési rendszer**, amelyben a térben változó talaj-tulajdonságok és termőhelyi viszonyok ismeretében, **a termesztett növény igényeihez alkalmazkodva**, az adatok korszerű térinformatikai módszerekkel történő feldolgozásával és figyelembe vételével, **helyspecifikusan** tervezhetők a szükséges agrotechnikai beavatkozások a **fenntarthatóság** biztosítása, a **környezet- és a termőföld védelme**, valamint a **jövedelmezőség** érdekében.

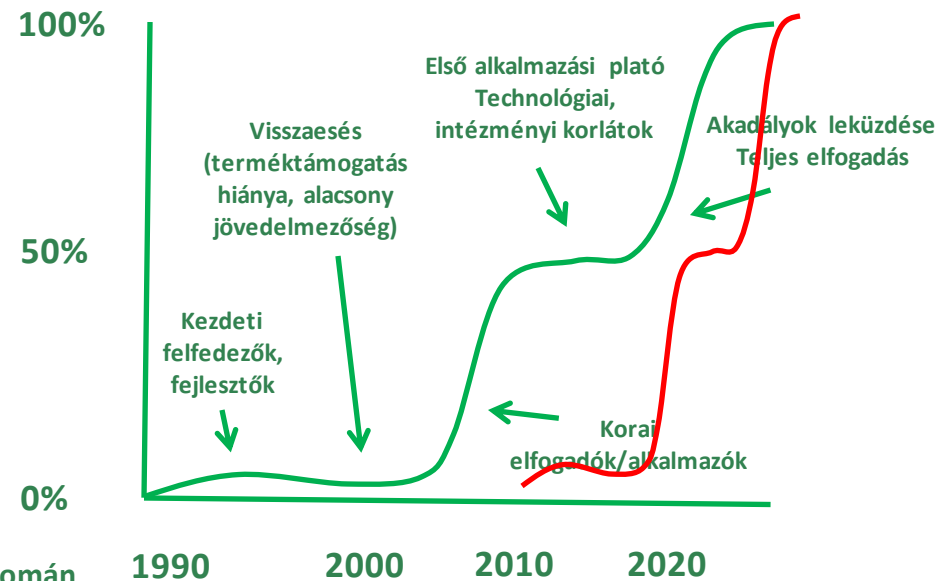
A precíziós mezőgazdaság egy olyan **menedzsment stratégia**, amely időbeli, térbeli és egyedi **adatokat gyűjt**, dolgoz fel és elemez, valamint azokat egyéb információkkal egészíti ki, annak érdekében, hogy **támogassa** a táblán belüli változatosságot kezelő **döntéstámogatási folyamatokat**, **növelve** ezzel az erőforrások felhasználásának **hatékonyságát**, a **produktivitást**, a **minőséget**, a **jövedelmezőséget** és a **fenntarthatóságot** a mezőgazdasági termelés során.



A technológiai fejlődési görbe (Gartner hype cycle)



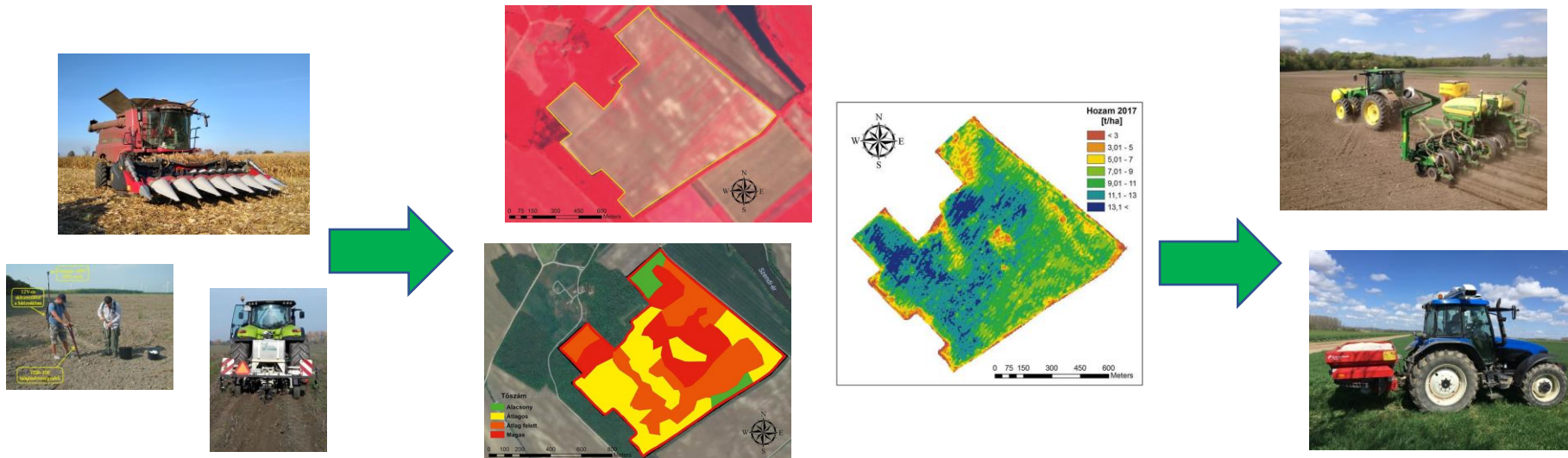
Lowenberg-DeBoer, SAE, 1998 nyomán



Mitől lesz precíziós a precíziós? Attól, hogy (termő)helyspecifikus!

Mit kell átgondolni a helyspecifikus gazdálkodáshoz?

- A termőhelyi viszonyok és a termés táblán belüli felmérése (talaj- és növényvizsgálat, terméselemzés)
- Ezek eredményeinek korszerű térinformatikai módszerekkel történő kezelése (GPS, GIS, távérzékelés)
- A megfelelő agrotechnikai módszerek (talajművelés, vízháztartás szabályozás, növényi tápanyagellátás, növényvédelem) potenciális kidolgozása és adaptálása.



A 5R modell – Prof. Raj Khosla, PhD

Mit jelent az 5R modell? (magyarul talán a legjobb megfelelő az 5M)

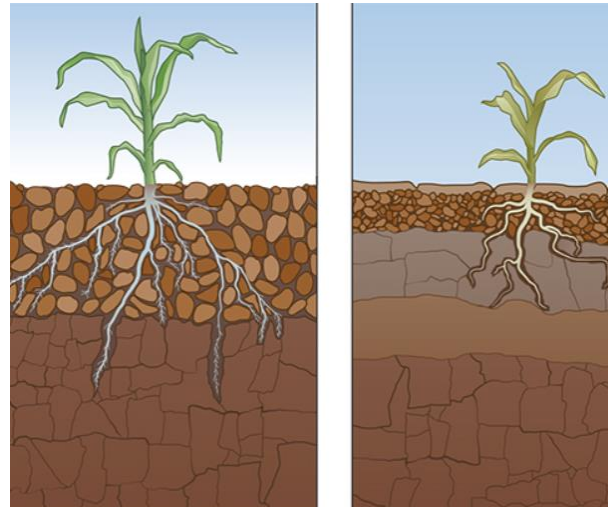
- Először 3R modellről beszéltünk: **Right time, Right place, Right amount** (megfelelő időben, megfelelő helyen és a megfelelő mennyiségben) kijuttatott anyag.
- Negyedikként a **Right source** (megfelelő formában) – ezt főleg a műtrágyagyártó cégek miatt, hiszen nem mindegy, hogy egyes kemikáliákat milyen formában juttatunk ki. Talán jobban hangzik a **Right input**, ami lehet tápanyag, vetőmag, víz, növényvédőszer, gyomirtó, munkaerő, gép.
- Az ötödik „R” a **Right manner** (megfelelő módon/megfelelő eszközzel)



”The constant is the fact that there will be variability” - Az egyetlen állandó, hogy lesz változatosság -

Az első és legfontosabb kérdés, hogy mik a növénytermesztés sikerességét befolyásoló limitáló tényezők? Az alapokkal tisztában kell lenni, de a gazdaságosság elsődleges.

Az észszerűség szintén fontos: egy tömörödött talajon hiába adunk ki több tápanyagot vagy több vizet, az nem fog hasznosulni, sőt végeredményben veszteséget okoz!



A limitáló tényezők

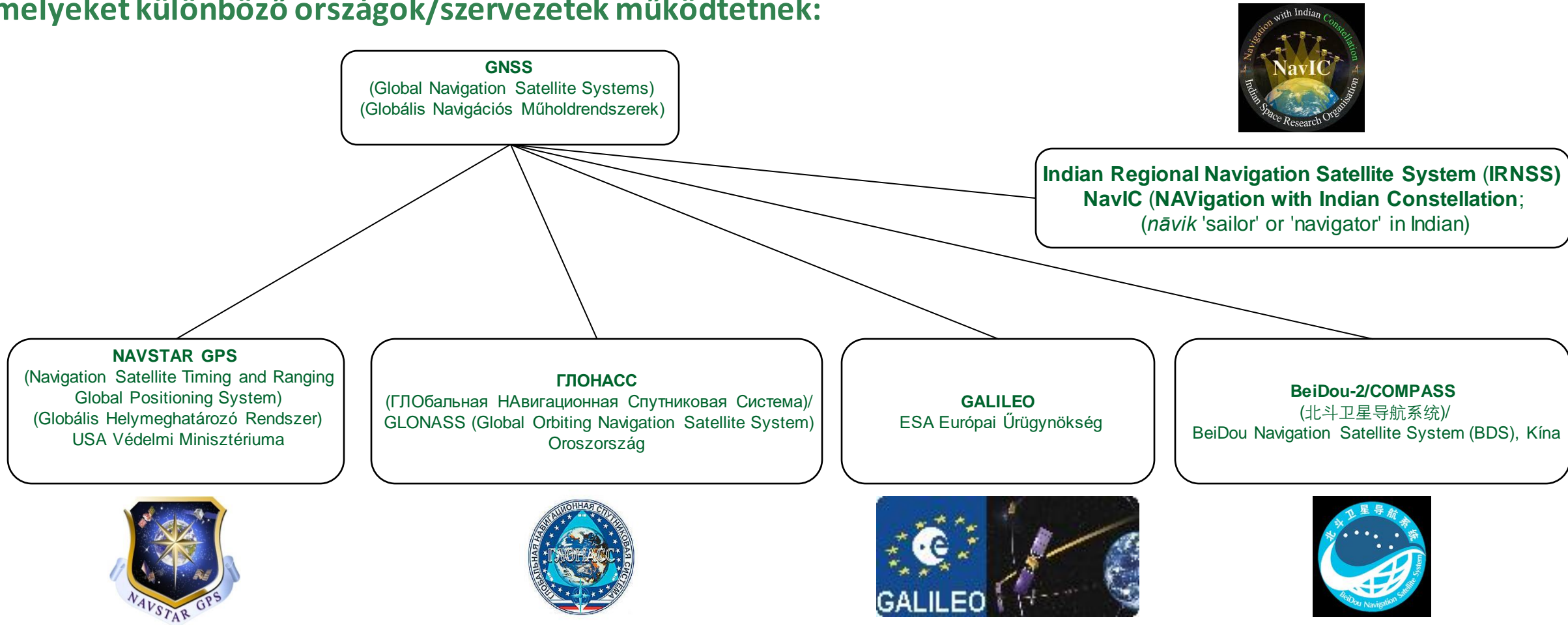
A növénytermesztésben vannak olyan tényezők, amelyek kontrollálhatók, befolyásolhatók illetve befolyáson kívül esnek, nem kontrollálhatók.

A szakértők szerint 52 ilyen befolyásoló tényező létezik a növénytermesztésben, amelyből csupán 7 nem befolyásolható (hőmérséklet, napsugárzás, szél, árvíz, csapadék, szén-dioxid mennyiség és tengerszint feletti magasság)



A GNSS rendszerek

A Globális Helymeghatározó Rendszerek (GPS) a Globális Műholdas Navigációs Rendszerek (GNSS) részei, amelyeket különböző országok/szervezetek működtetnek:



Trimble GNSS planning

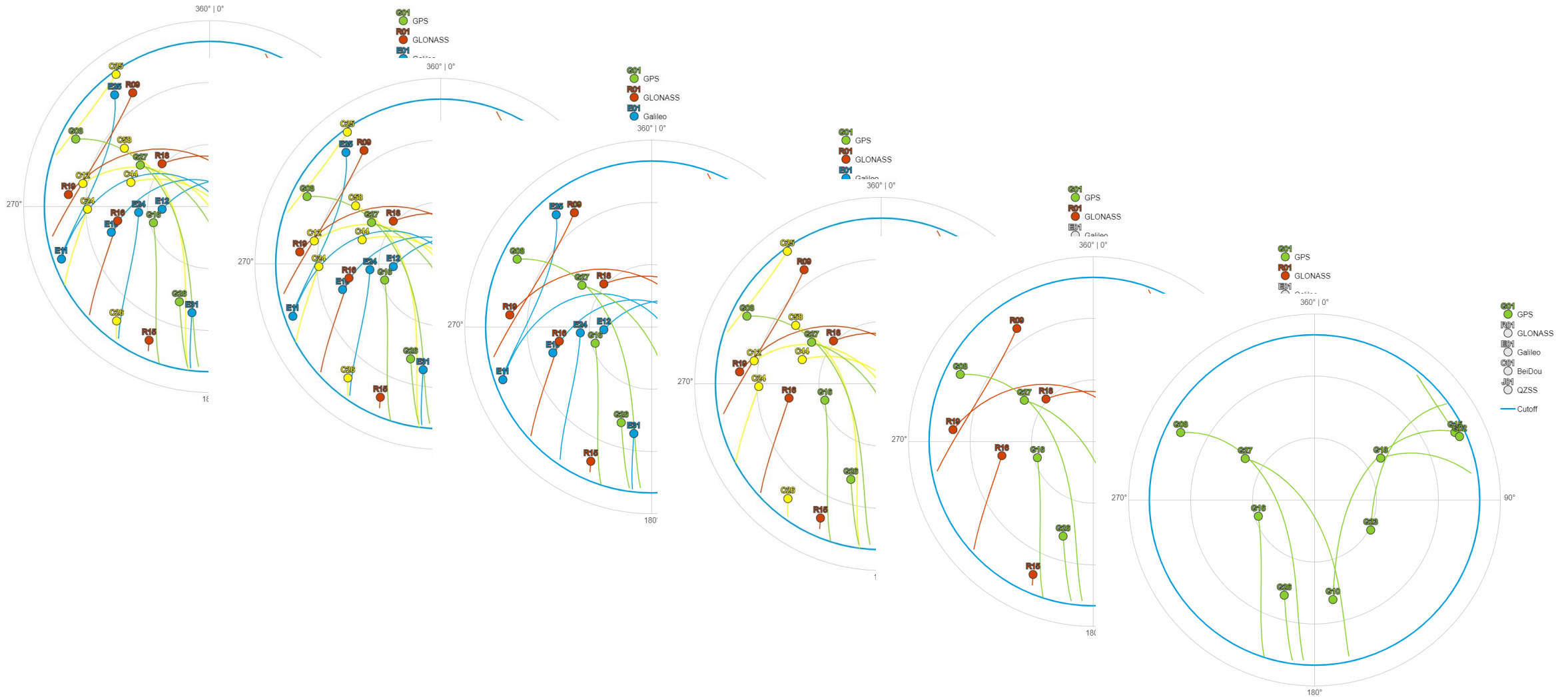
[Trimble GNSS Planning \(GNSSPLANNING.com\)](https://www.gnssplanning.com/)

The screenshot displays the Trimble GNSS Planning Online web application. The interface is divided into several sections:

- Satellite Selection:** A table showing the status of various satellite systems.

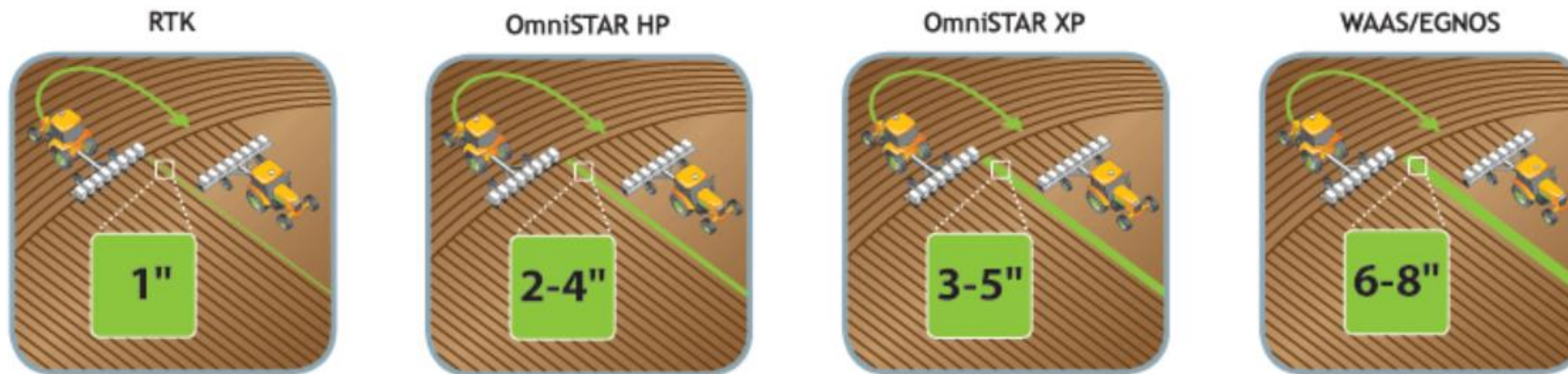
System: active	Selected	Healthy
GPS	31	31
GLONASS	24	24
Galileo	26	26
BeiDou	46	46
QZSS	4	4
- Settings:** Configuration parameters for the planning session.
 - Latitude: N 47° 28' 22.1294"
 - Longitude: E 19° 3' 43.5872"
 - Height: 500 m
 - Elevation cutoff: 10 °
 - Day: 2023. 04. 03.
 - Start time: 00:00 UTC +00:00
 - Period [hours]: 24
 - Time zone: (UTC) Coordinated Universal Time
- Sky Plot:** A circular plot showing the visibility of satellites over the horizon. The plot includes:
 - A legend for satellite systems: GPS (green), GLONASS (red), Galileo (blue), BeiDou (yellow), QZSS (purple).
 - A blue line representing the elevation cutoff.
 - Individual satellite tracks labeled with IDs such as G06, R19, E11, C24, R10, E12, G16, E14, G22, R03, C20, C19, C27, R18, E07, C28, C25, R00, C23, C24, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34, C35, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43, C44, C45, C46, C47, C48, C49, C50, C51, C52, C53, C54, C55, C56, C57, C58, C59, C60, C61, C62, C63, C64, C65, C66, C67, C68, C69, C70, C71, C72, C73, C74, C75, C76, C77, C78, C79, C80, C81, C82, C83, C84, C85, C86, C87, C88, C89, C90, C91, C92, C93, C94, C95, C96, C97, C98, C99, C100.

Mi lenne, ha kikapcsolnánk a műholdrendszereket?



GPS az agráriumban

A GPS az agráriumban számos munkaművelethez használható. Ez a technika az alapja az automata kormányzásnak, a talajművelésnek, a vetésnek, a pontos tápanyagkijuttatásnak, a mechanikus és kémiai növényvédelemnek, a hozamtérképezésnek, de számos más megoldás esetén is (vízrendezés, öntözés tervezése, stb.) használják.



A MEPAR rendszer



A MePAR részletes leírása

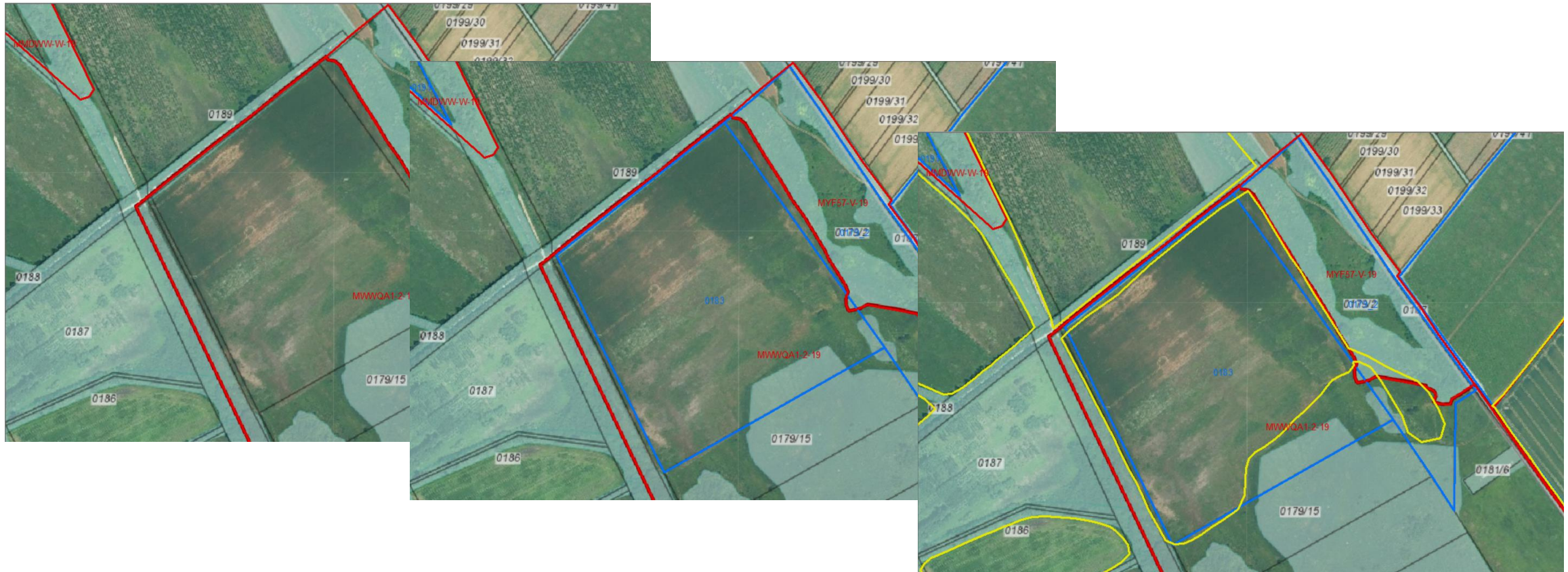
Mi a MePAR?

A Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer (MePAR) az agrártámogatások eljárásainak kizárólagos országos földterület-azonosító rendszere. **Kizárólagos abban az értelemben, hogy a földterülethez kapcsolódó részben vagy egészben európai uniós támogatások igénylése során csak ennek az azonosítási rendszernek az adatait lehet használni.** Az ilyen jellegű támogatások igénylésekor semmiféle más nyilvántartás (pl. az ingatlan-nyilvántartás) adatait a MePAR adataival szemben nem lehet figyelembe venni, legyenek azok a mezőgazdasági táblák elhelyezkedésére, azonosító számára, vagy éppen a tábla területére vonatkozó adatok.

A MePAR-t a kérelmezéskor maguk a gazdaságok, a kérelemkezelés és az ellenőrzés során pedig a hivatal használja, tehát a MePAR használatát a gazdálkodóknak is meg kell ismerniük.

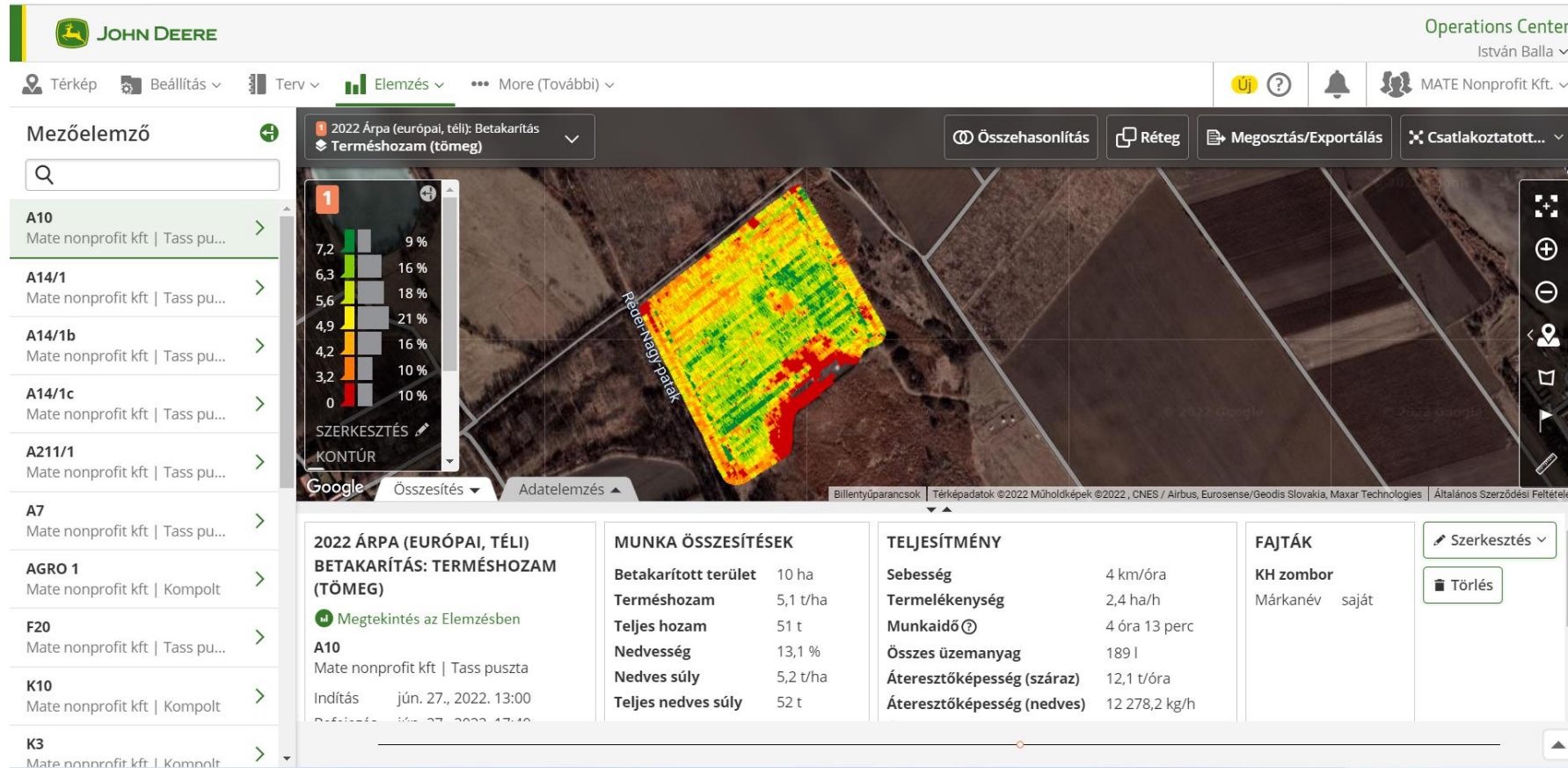
Az adatelérhetőség: a túl sok adat bizonytalanságot okoz! (Mégis kellene!)

(Tényleg mindenki tudja, hogy hol gazdálkodik?)



Az adatelérhetőség: a túl sok adat bizonytalanságot okoz! (Rend kellene!)

(Akkor most hol vagyunk? – NEVEZÉKTAN!)



„Amikor azt kérdik: mit szeretek enni, mondom: én azt szeretem, ami az, ahogyan hívják. Ha krumplilevesnek hívják, akkor az. Ezt csak a hasonlat kedvéért mondom.”

(Kádár ex verb., 1980)

Az „A10” az legyen „A10” mindenkinek! „A10_1” az nem az!

A „HOSSZUDULLO” az nem „HOSSZUDULO”!

Az agrárinformatikai rendszerek alapelemei

A térképezésre is alkalmas agrárinformatikai rendszereket alapvetően két csoportra bonthatjuk. Az egyik csoport a raszteres alapú adattárolást és elemzést segíti elő, a másik vektoros alapon működik. A raszteres rendszer alapegysége a raszter (képpont), a vektoros rendszerek alapegységei a pont a vonal és a zárt alakzat (poligon).

A raszter

A raszter (négyzetháló, képpont, pixel) a térinformatikai rendszerek egyik jól hasznosítható adattárolási lehetősége. Számos előnnyel, és számos hátránnyal rendelkezik a vektoros (pont vonal, poligon) rendszerekhez képest.

A raszteres rendszer előnyei:

Egyszerű adatszerkezet (minden cellához tartozik érték)

Egyszerű adatstruktúrából adódóan könnyű elemzés.

Egyszerűsége miatt olcsó platformokon is alkalmazható

A távérzékelési adatok adatformátuma

Modellszámítások egyszerűen végezhetők vele

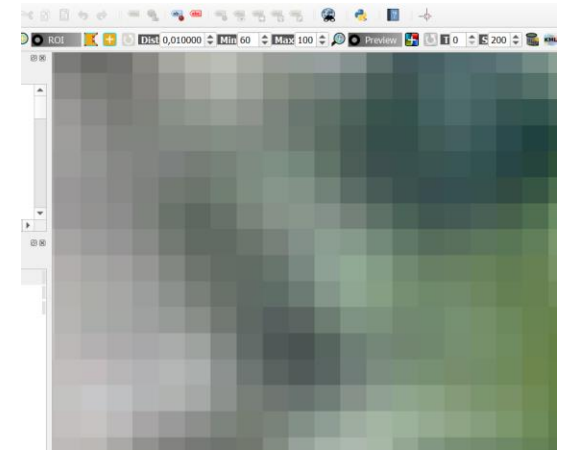
A hátrányok:

Térbeli pontatlanság

Csak adott térbeli felbontóképesség

Információvesztés a raszternél kisebb objektumok esetén

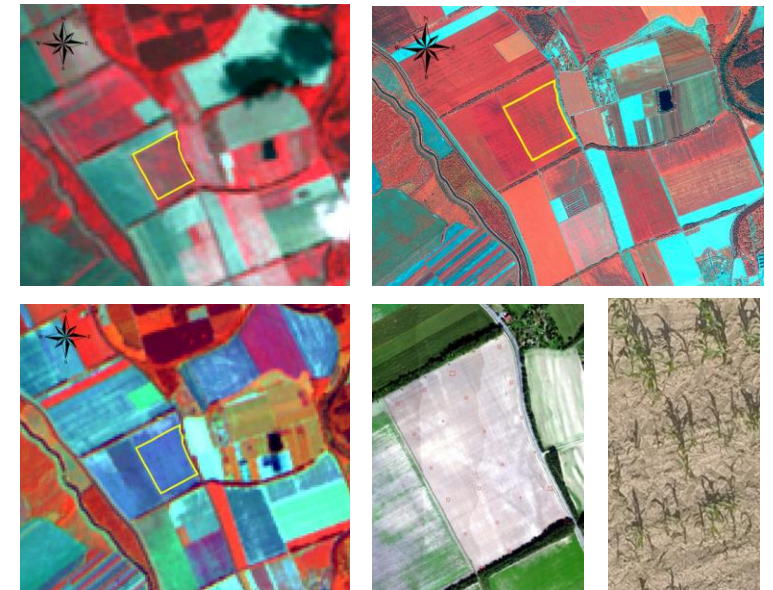
Minden cellához értéket kell rendelni, emiatt értéktelen cellák adatait is tárolni kell



A raszter térbeli (geometriai) felbontása

A raszter (négyzetháló, képpont, pixel) térbeli, vagy geometriai felbontása a szenzorok felbontásának és a távérzékelő eszközök tárgytól való távolságának függvénye.

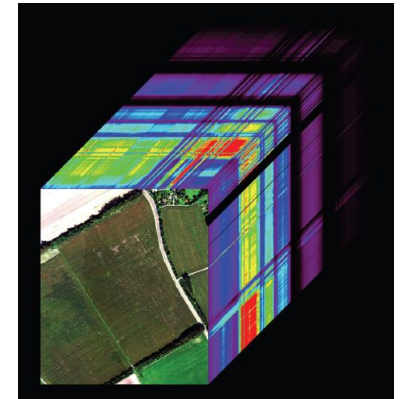
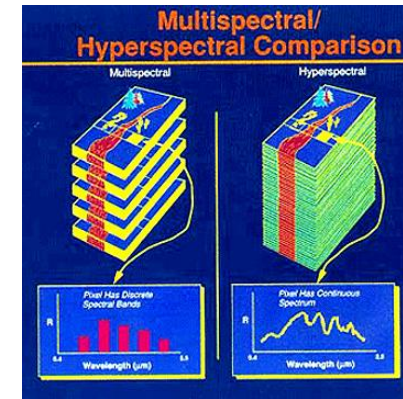
A geometriai felbontás a műholdas távérzékelés esetén állandó, hiszen a műholdak ugyanazon a magasságon keringenek a Föld körül. A pilóta nélküli légi rendszerek (UAS) esetén a szenzorok felbontása állandó, a repülési magasságot azonban a kép kezelője állítja be, így a geometriai felbontás a repülési magasság függvényében változik.



A rászteres rendszerek spektrális felbontása

A spektrális felbontás megmutatja, hogy a távérzékelési rendszerek hány eltérő csatornán, illetve hány kitüntetett hullámhosszon készítenek felvételeket. Általánosságban Pankromatikus, színes, multi- és hiperspektrális felvételeket különböztetünk meg.

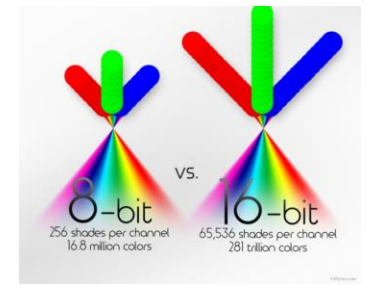
- Pankromatikus felvétel – 1 csatorna (B&W)
- színes – 3 csatorna (RGB)
- Multispektrális kép – 4+ csatorna (RGBNIR)
- Hyperspektrális kép – akár több száz csatorna



A hiperspektrális szenzorok jelentős fejlődésen mentek át az elmúlt időkben. A miniaturizálás eredményeként ma már UAS rendszereken is elérhetők.



A raszteres rendszerek radiometriai felbontása

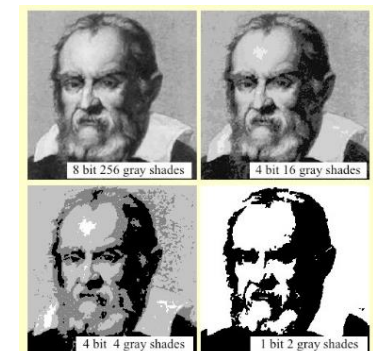
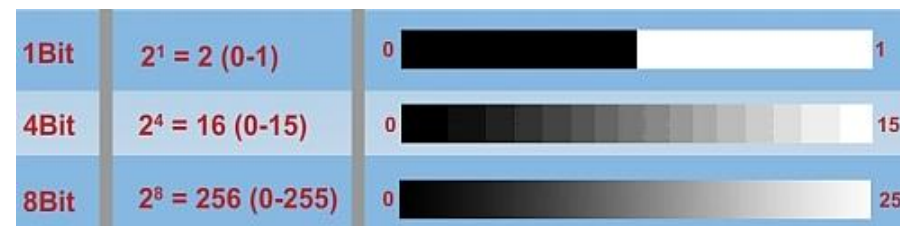


A radiometriai felbontás azt mutatja meg, hogy a távérzékelési szenzor a visszavert sugarakat mekkora mértékben tudja megkülönböztetni, azaz a pixelek hányféle színárnyalatot vehetnek fel.

A távérzékelésben a legelterjedtebb radiometriai felbontás a 8 bit, ami 256 eltérő szürke árnyalatot eredményez. Ez az érték sávonként változhat.

A radiometriai felbontás nagyban befolyásolja a távérzékelés során detektálható különbségeket.

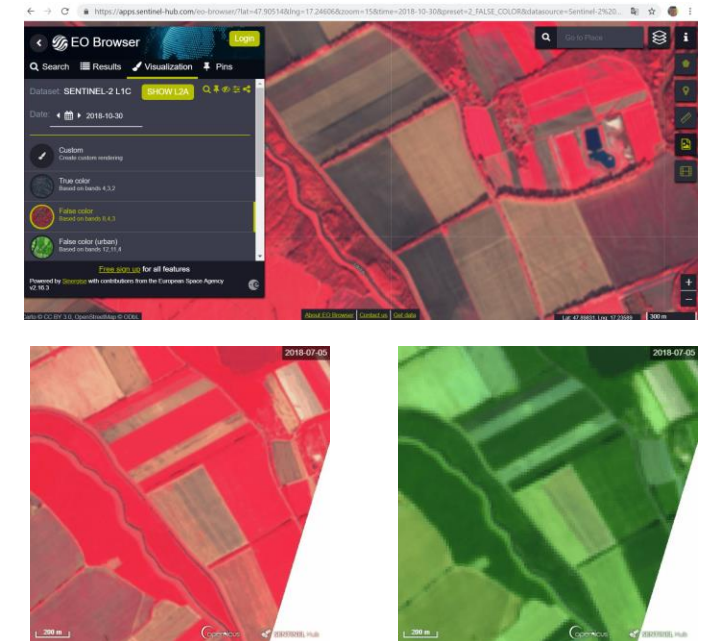
bitek száma n	árnyalatok száma 2^n
1	2
4	16
5	32
6	64
8	256
12	4096
16	65536
64	$1.8 \cdot 10^{19}$



A visszatérési idő

A visszatérési időről elsősorban a műholdas távérzékelés során van értelme beszélni. Az UAS rendszerek visszatérési ideje korlátlan, azaz csak az időjárási körülmények befolyásolhatják a felvételkészítés időpontját. A műholdas rendszerek esetén a visszatérési idő – hasonlóan a szenzorok felbontásához – folyamatosan javul.

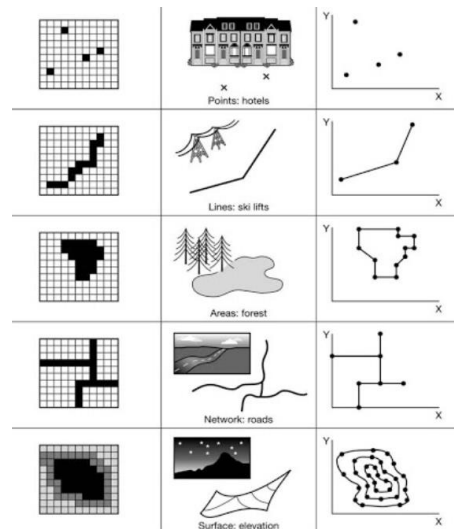
A jelenleg elérhető műholdas távérzékelési rendszerek közül kiemelkedik a Sentinel rendszer, amelynél a korábban használt Landsat műholdcsaládhoz képest a geometriai és a spektrális felbontás mellett a visszatérési idő is jelentősen javult.



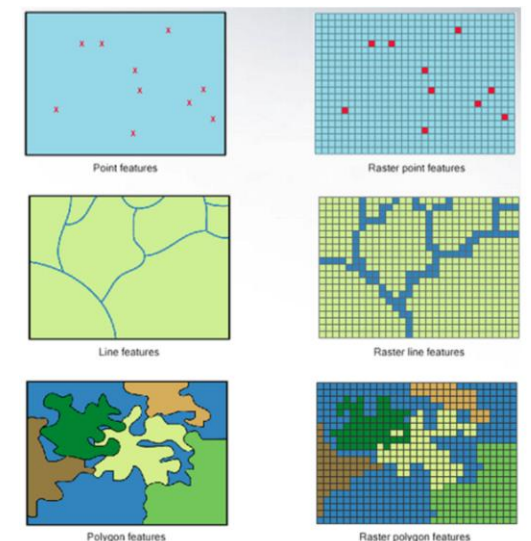
A raszter vektor és a vektor raszter átalakítás

A raszter-vektor átalakítás a térinformatikai rendszerekben elfogadott megoldás akkor, ha az adatok eltérő formátumban keletkeznek, összehasonlításukat pedig vektoros alapon szeretnénk elvégezni. Ennek a folyamatnak az ellentéte a vektor-raszter átalakítás. Mindkét folyamatot különös körültekintéssel kell elvégezni, hiszen számos hibaforrás alapja lehet.

A raszter-vektor
átalakítás

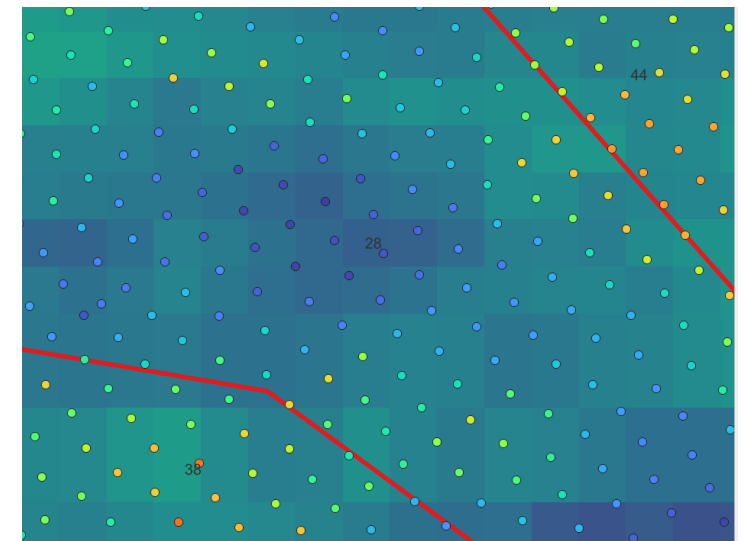
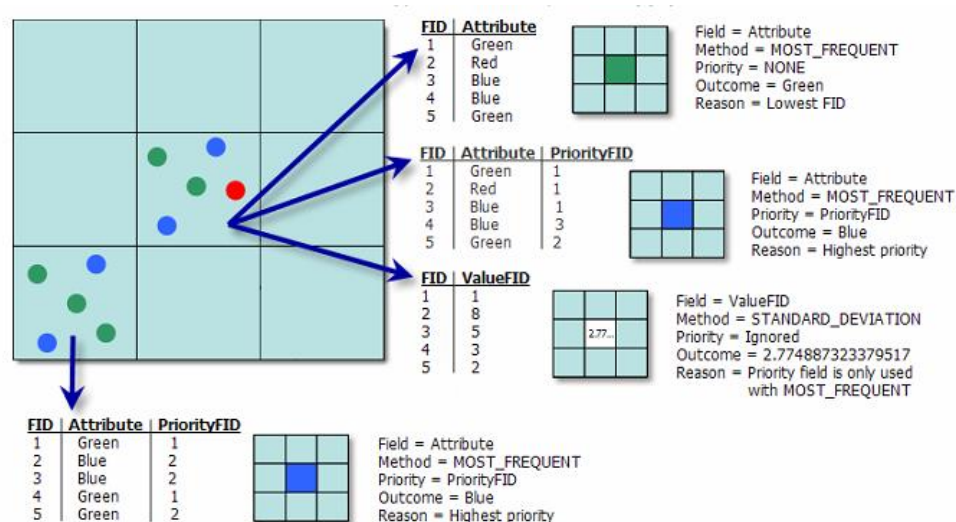


A vektor-raszter
átalakítás



A vektor raszter átalakítás az agráriumban

A vektorok szükség esetén raszterizálhatók. A munkaművelet során sok olyan buktató létezik, aminek elhanyagolása az eredménytermékben hibát okozhat. A felbontásbeli különbségek, a célraszter méretéből adódó különbségek már egy egyszerű ponthalmaz (mint például a hozamtérkép) raszterre alakításában is problémákat okozhat.

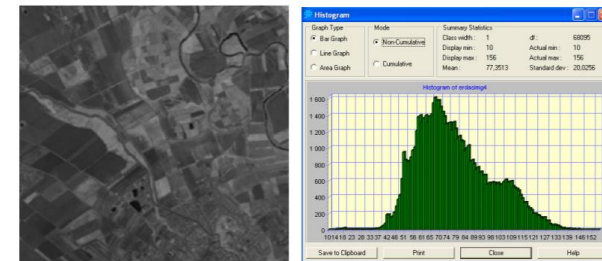


Adatelemzés a raszteres rendszerekben - hisztogram

A hisztogram a raszteres képek esetén az összes képpont alapján megmutatja az egyes értékek előfordulási eloszlását. A hisztogram segítségével térbeli adatelemzéseket, osztályozásokat végezhetünk, amely megmutatja az azonos tulajdonságú területek nagyságát.

A hisztogram analízis, illetve az egyes értékek hisztogramon történő megjelenítése nem csak a raszteres, hanem a vektoros elemzések során is segítségül szolgálhat az adatok elemzéséhez.

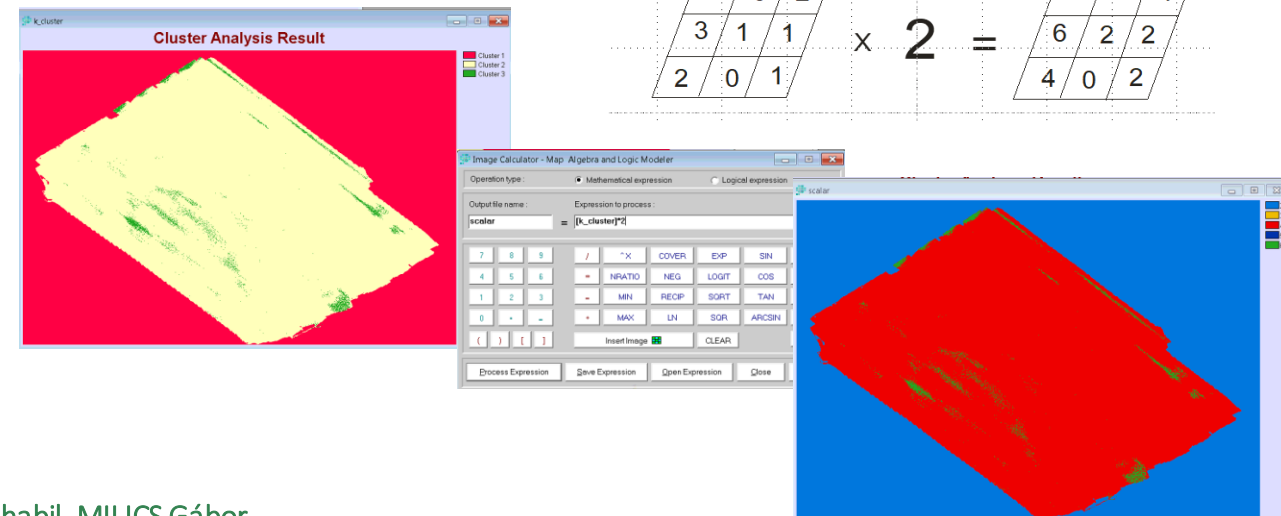
A hisztogram szélső értékeinek széthúzással a (hisztogramkiegyenlítés) távérzékelt képeket kontúrosabbá tehetjük (képfokozó eljárás), így addig rejtett információhoz juthatunk.



Raszteres műveletek – skalárral való szorzás

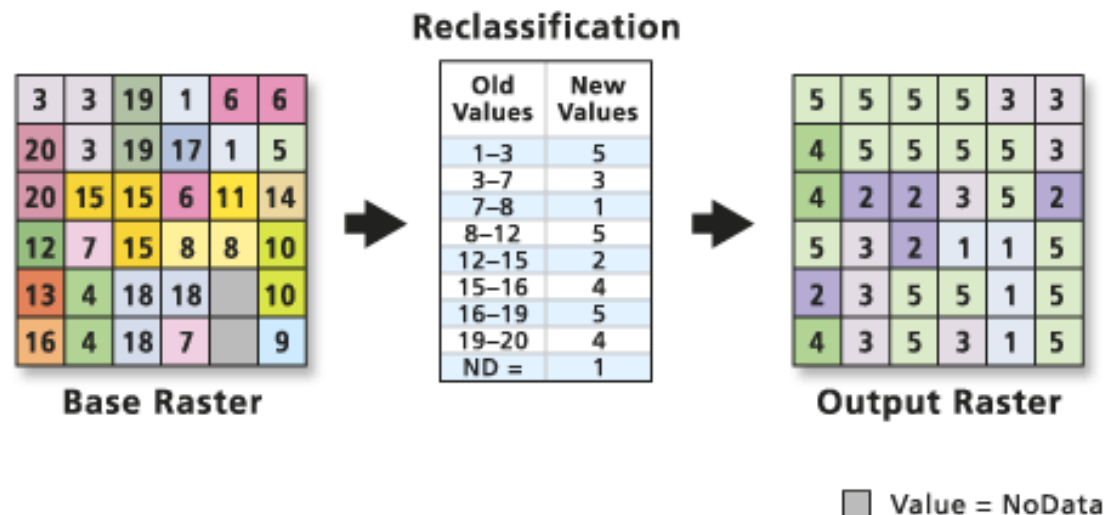
A raszteres térinformatikai rendszerekben lehetőség van a raszterek digitális értékeinek átszámítására, alap, illetve logikai műveletek elvégzésére. A műveletek eredményeként az eredeti digitális értékek megváltoznak. Az alpműveletek elvégzésén túl lehetőség van összetettebb, akár egyszerre több réteg bevonásával készített számítások elvégzésére, ilyenek például a több sáv bevonásával készített index értékek.

A raszteres rendszerek esetén egy-egy munkaművelet elvégzése a nagy felbontás miatt különösen nagy számítási kapacitást igényelhet, hiszen a számítást mindegyik képpontra el kell végezni.



Raszteres műveletek – Az újraosztályozás

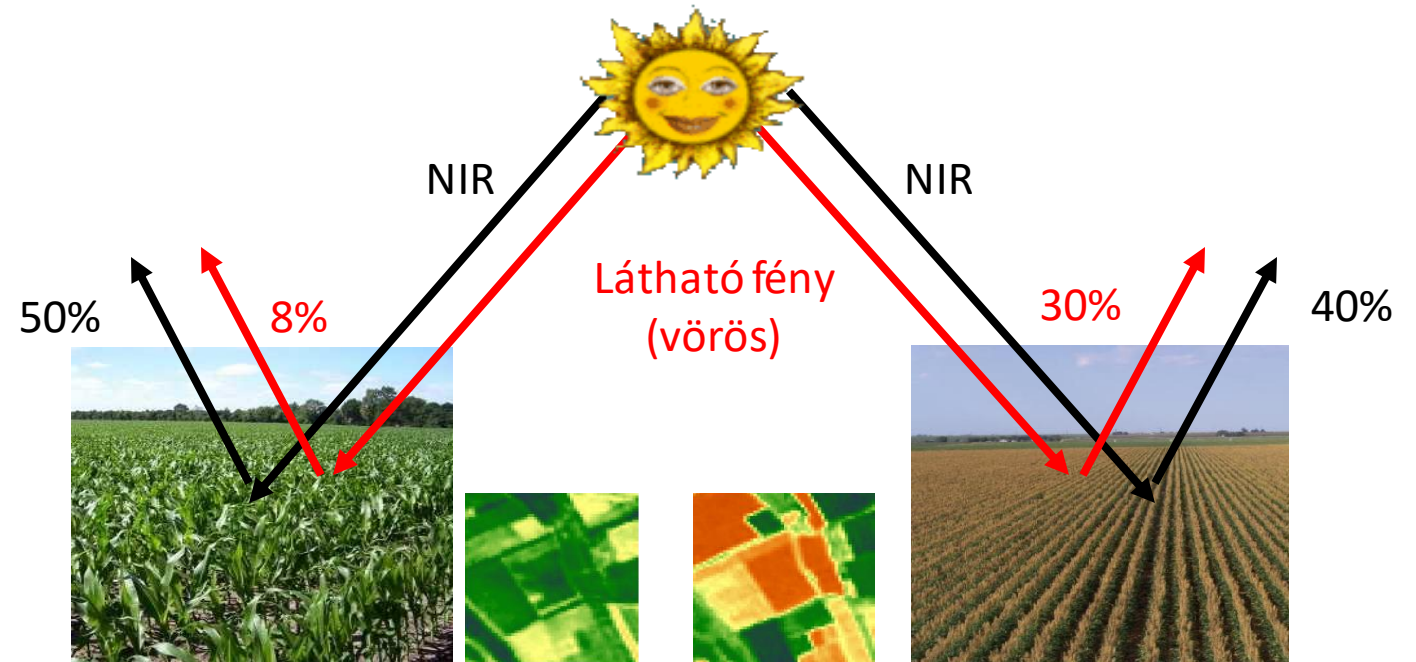
A raszteres rendszerekben az eredménytérképek sok esetben túl bonyolultak, túl sok osztályt foglal magába egy megjelenített térkép. Ebben az esetben lehetőség van a térképek tisztázására, az összetartozó értékek osztályba sorolására, így láthatóvá tehető az összetartozó értékek, így a térkép sokkal letisztultabb képet mutat.



Raszteres műveletek – Az index számítás

Az eltérő indexek kiszámítása esetén több sáv értékeit használjuk fel, majd azokat előírt matematikai műveletekkel alakítjuk át.

A multispektrális képek esetén egyes sávokat (R,G,B,NIR) használunk. Hiperspektrális indexek esetén akár egyes hullámhosszok használata is lehetséges



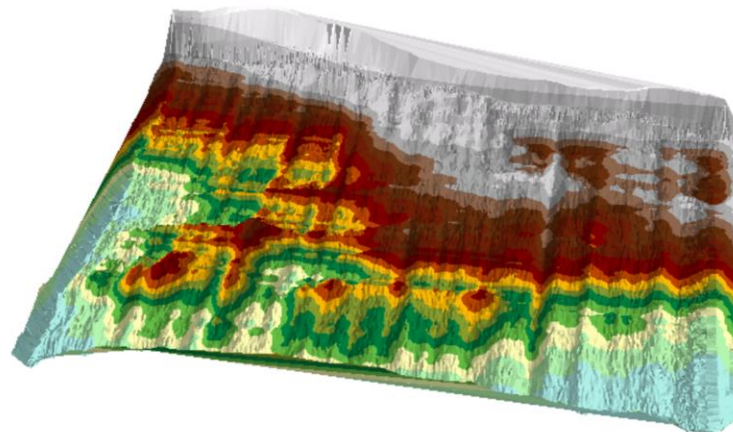
$$NDVI = \frac{(0.50 - 0.08)}{(0.50 + 0.08)} = 0.72$$

$$NDVI = \frac{(0.40 - 0.30)}{(0.40 + 0.30)} = 0.14$$

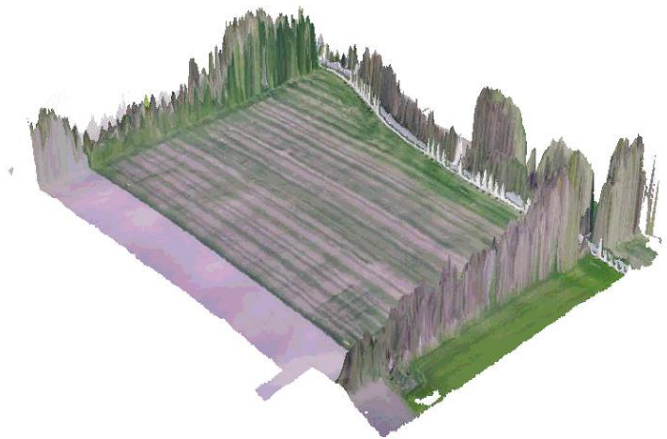
Terepmodellezés

A terepmodellezés alapja a magasságadatok ismeretén alapszik. Magasságadatokat sokféleképpen lehet gyűjteni (topográfiai térkép, GPS mérés, lézercannelés), azonban annak függvényében, hogy milyen pontosságú terepmodell elkészítésére van szükség, mindenképpen körültekintően kell kiválasztani az adatgyűjtési eljárást.

Nagy pontosságú GPS
alapján készített
mikrodomborzati térkép.



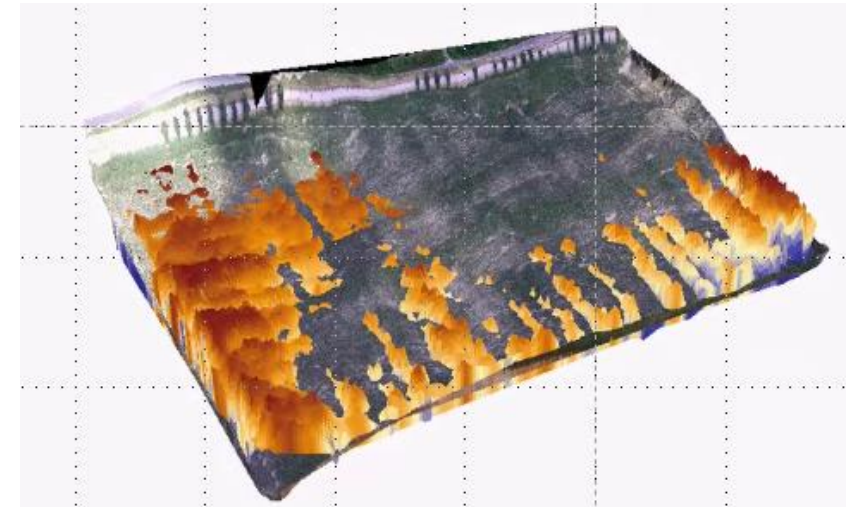
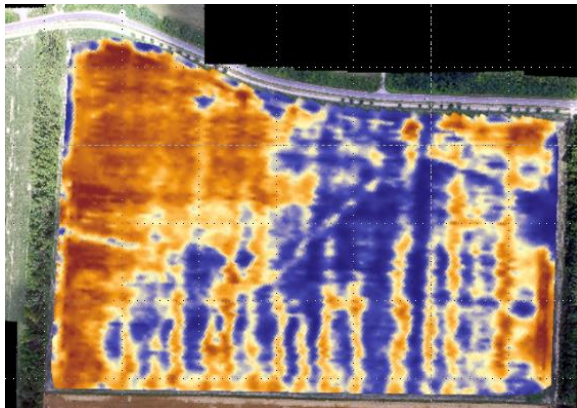
Dr. habil. MILICS Gábor



UAS rendszer által felmért digitális
terepmodell alapján készített 3
dimenziós kép.

3 dimeziós megjelenítés

A 3 dimenzióba kiterjesztett modellezés lehetővé teszi, hogy az összehasonlító elemzéseket új dimenzióba helyezzük. Így olyan összefüggésvizsgálatok is elvégezhetők, amik valódi értelmüket a magasságadatok ismeretében nyerik el.

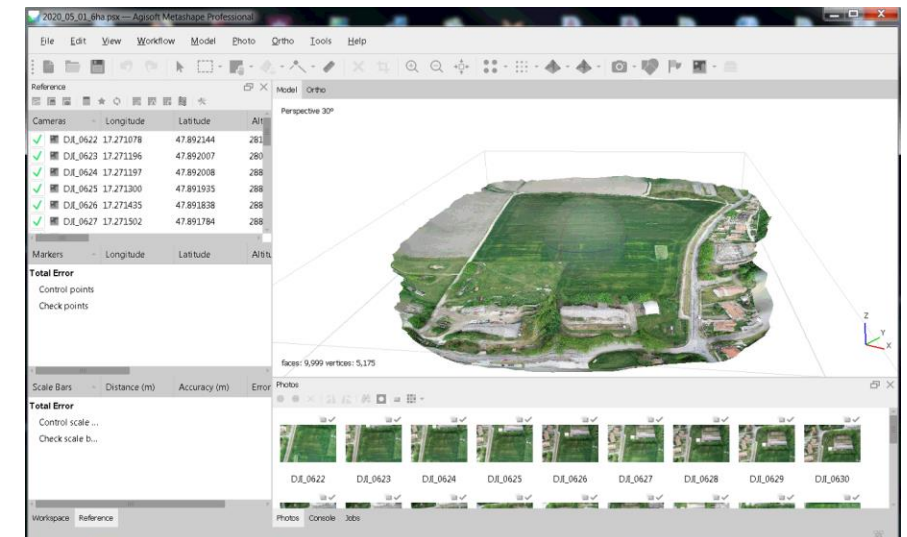


Domborzati modell „átszúrása” UAS felvételen

A raszteres rendszerek összefoglalása

A raszteres alapú adatgyűjtés a távérzékelési eljárások rohamos fejlődése miatt egyre elterjedtebb. A távérzékelési eljárásokkal gyűjtött adatok óriási előnye, hogy a kijelölt vizsgálati területekről minden képpontban begyűjti az adatokat. Az UAS technológia terjedésével illetve a szenzortechnológia fejlődésével a raszteres rendszerek egyre jobb felbontásban képesek információt szolgáltatni.

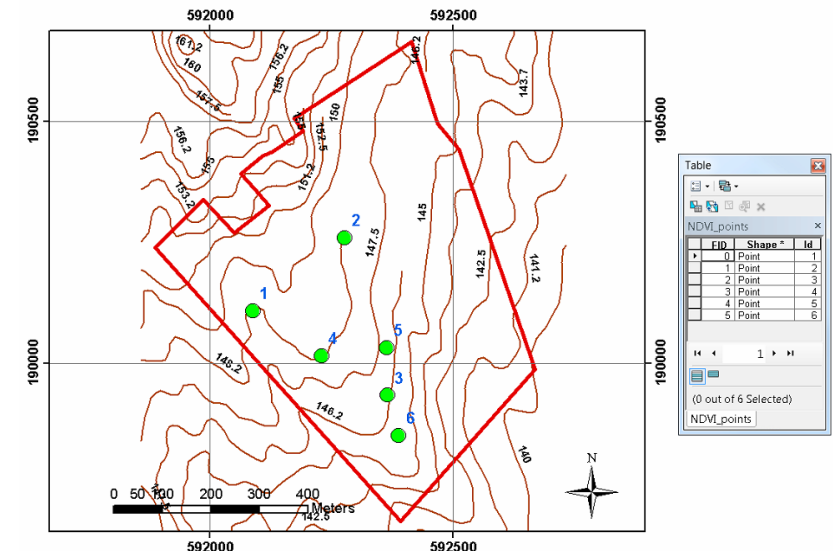
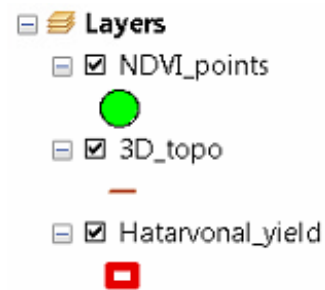
A raszteres alapú szoftverek elsősorban a műholdas, illetve az UAS alapú fotogrammetrián alapuló elemzéseket hivatottak elvégezni. A felvételek elkészítése nagy mértékben befolyásolhatja a kinyerhető információ értékét.



A vektoros rendszerek alapegységei

A vektoros térinformatikai rendszerek három alapegysége: a pont a vonal és a poligon. A három alapegységgel a térképezéshez szükséges vektoros adatok modellezhetők. Az adattípusok kiválasztásánál minden objektumtípus visszavezethető ezekre az alapegységekre. (Pl.: A polyline (vonallánc) vonalakra, vagy az összetett poligon (sokszög) egyszerű sokszögekre.)

A térképezés során a rétegek (layer) elhelyezkedésének hierarchiája: pont, vonal és poligon, így minden térképezni kívánt elem megjeleníthető, azok egymást nem takarják ki.



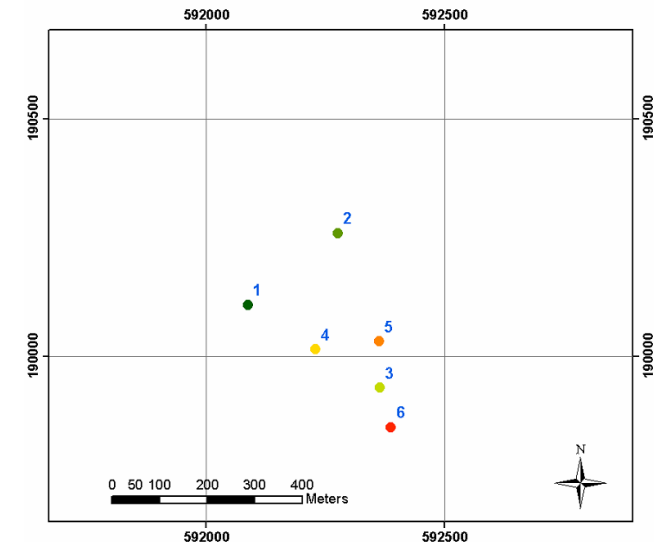
A pont

Az agrár-térinformatikai rendszerek a pontokat kettő, 3 dimenziós ábrázolás esetén három koordinátájuk alapján határozzák meg. A koordináták vetületi rendszere eltérő lehet (általában az agrárinformatikai rendszerek WGS 84 rendszerben dolgoznak, míg a magyarországi polgári térképészetben az Egységes Országos Térképrendszerben alkalmazott Egységes Országos Vetület (EOV) használatos.

A térinformatikai rendszerekben minden önálló objektumnak vagy egy azonosítója (FID), amely érték egyéni, az egy rétegen belül csak egyszer fordulhat elő.

A pontok az agrárinformatikában különösen fontos adatformátumok, hiszen sok olyan adatgyűjtési eljárás van (talajmintavételi helyszínek meghatározása, hozamtérképezés, megvalósulási térképek adatainak pontszerű rögzítése) ami ezt a formátumot használja.

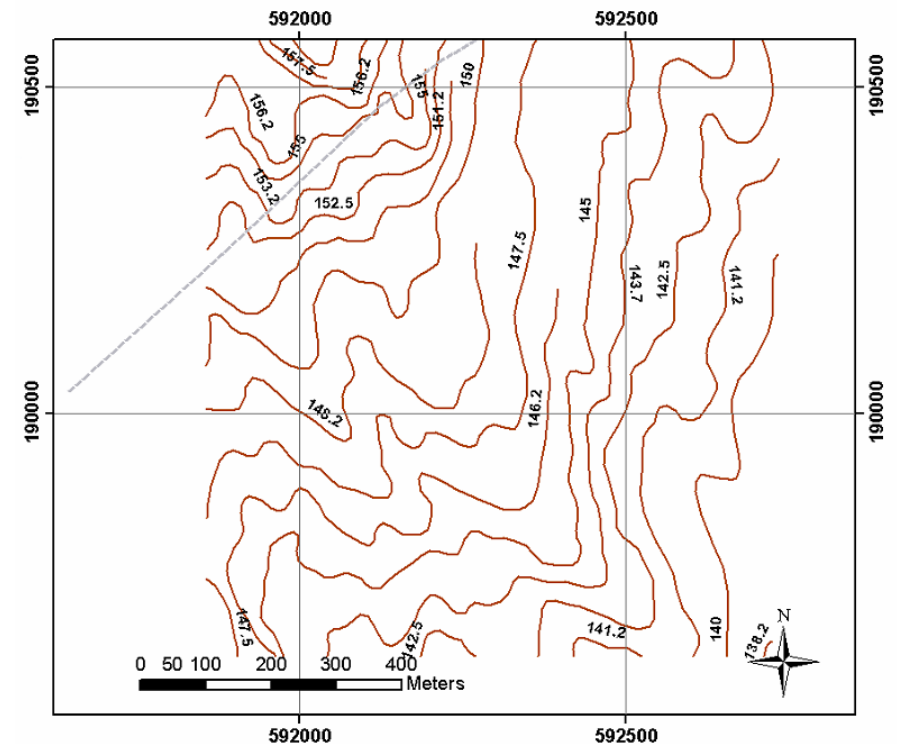
FID	Shape	Id	POINT X	POINT Y
0	Point	1	592086.690643	190108.335911
1	Point	2	592275.663144	190259.111743
2	Point	3	592564.118367	189933.43673
3	Point	4	592229.425192	190014.854733
4	Point	5	592362.516937	190031.5434
5	Point	6	592388.055184	189850.811188



A vonal

A térinformatikai rendszerekben a vonalat a kezdő és a végkoordinátákkal adjuk meg. A legtöbb esetben a vonalak nem csak a végpontokból (node), hanem számos töréspontból (vertex) is állnak.

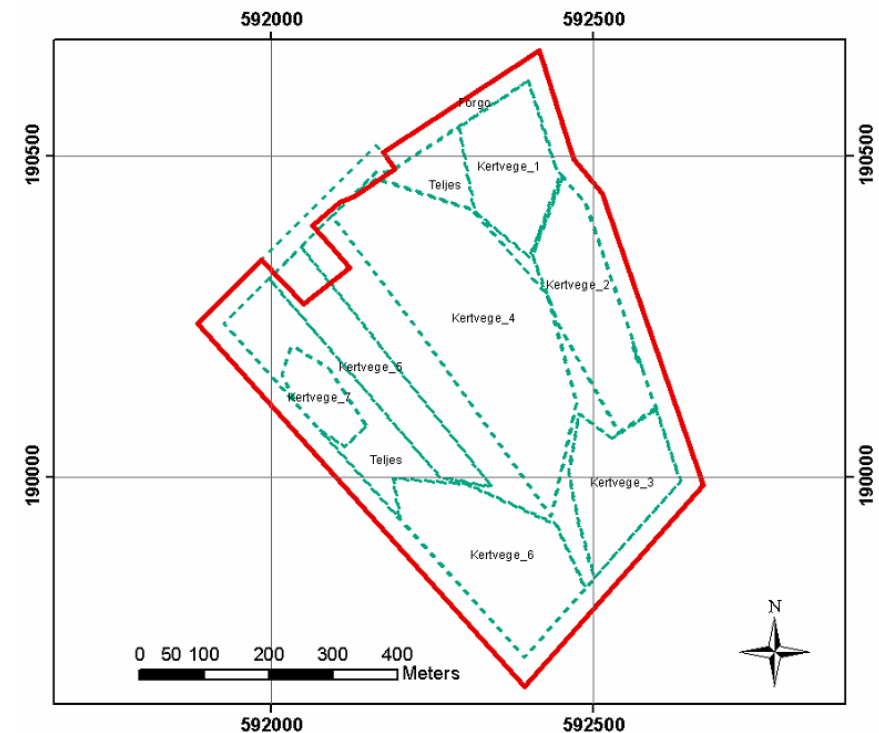
A vonalak – természetesen – a vonalas infrastruktúra elemei (út, vasút, villanyvezeték, patak, folyó stb.) jelölik a térképen. Az agráriumban ezen felül a vonalak a szintvonalak vizualizációjában lehetnek segítségül. A gépek vezérléséhez (párhuzamos nyomkövetés) szintén vonalakat használunk (A-B egyenes).



A poligon

A térinformatikai rendszerekben a poligon (zárt alakzat, sokszög) egy olyan vonalhalmaz, aminek a kezdő és végpontja megegyezik, azaz zárt alakzat jön létre.

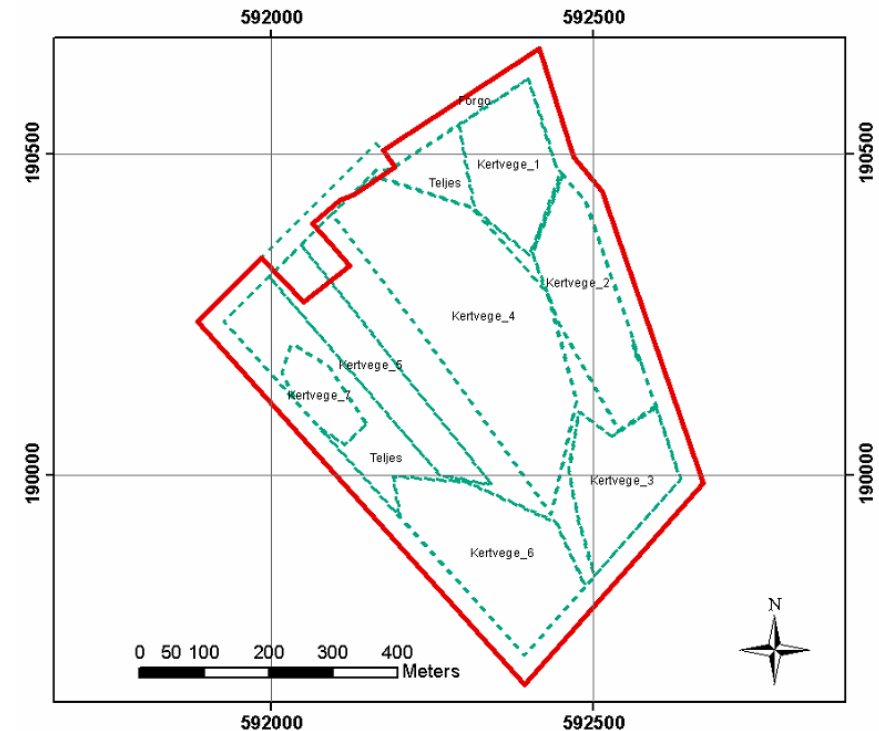
A mezőgazdasági felhasználás során a területek határvonalait poligonnal adják meg, így a zárt alakzat területe alakjától függetlenül egyszerűen kiszámítható. A mezőgazdaságban egyre inkább elterjedt precíziós – helyspecifikus – gazdálkodás a táblákat részterületekre, menedzsment zónákra osztja. A menedzsment zónák kijelölése szintén poligonokkal történik. A topológia felépítése a kijuttatások tervezésekor nem kíván a területre teljes takarást, ebben az esetben a gépek alapbeállítási értékeket fognak használni.



A poligon

A térinformatikai rendszerekben a poligon (zárt alakzat, sokszög) egy olyan vonalhalmaz, aminek a kezdő és végpontja megegyezik, azaz zárt alakzat jön létre.

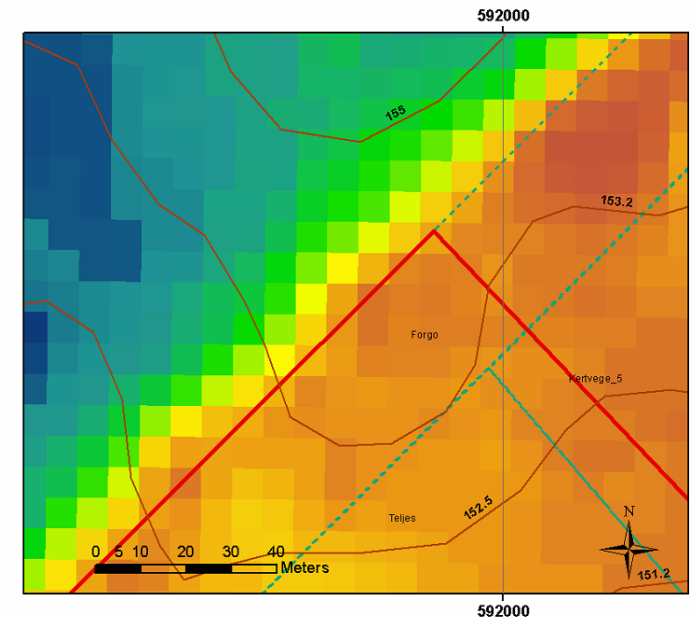
A mezőgazdasági felhasználás során a területek határvonalait poligonnal adják meg, így a zárt alakzat területe alakjától függetlenül egyszerűen kiszámítható. A mezőgazdaságban egyre inkább elterjedt precíziós – helyspecifikus – gazdálkodás a táblákat részterületekre, menedzsment zónákra osztja. A menedzsment zónák kijelölése szintén poligonokkal történik. A topológia felépítése a kijuttatások tervezésekor nem kíván a területre teljes takarást, ebben az esetben a gépek alapbeállítási értékeket fognak használni.



A vektoros formátumok előnyei és hátrányai

A vektoros formátum jobban hasonlít az eredeti térképhez, mint a raszteres formátum. Az adatok sokkal pontosabban jeleníthetők meg ebben a formátumban. A vektorok használata tetszőleges nagyítást tesz lehetővé, kisebb a tárhelyigény, valamint a vektoros formátum topológiával rendelkezik.

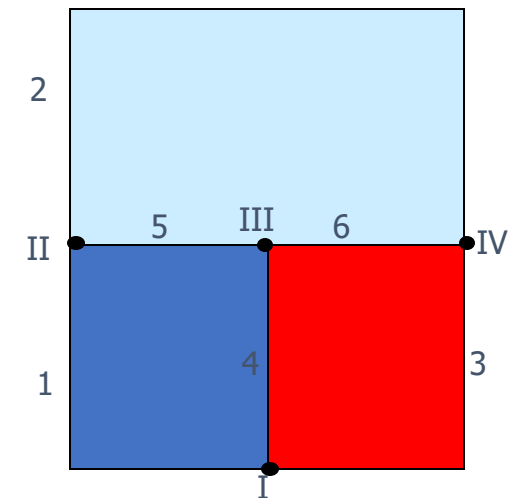
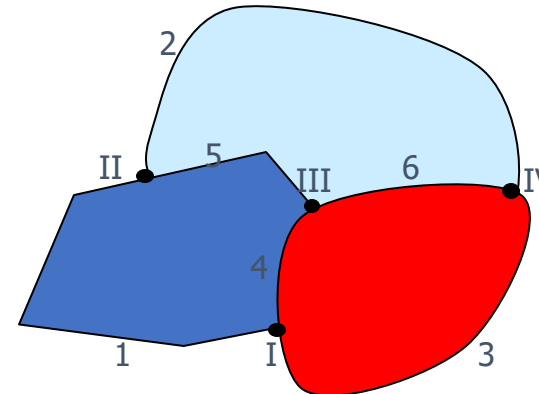
A vektoros rendszerek hátránya, hogy az adatstruktúra komplexebb, emiatt kezelésük nehezebb, a használat elsajátítása nehezebb, a modellszámítások elvégzése nehezebb. A vektoros rendszerek adatpontosságát a felmérés pontosságának függvénye. Példaként: Egy GPS segítségével meghatározott pont valódi helyzete a GPS pontosságán múlik.



A topológia

A vektoradatoknak a valóságot legpontosabban visszaadó módja a topológiai modellel történő megadás. A topológia egy speciális adatstruktúra, amelynek segítségével összeköttetések és kapcsolatok állapíthatók meg a 'node' –ok és vonalak között. Ezen kapcsolatok ismerete elősegíti a különböző objektumok egymáshoz viszonyított térbeli elhelyezkedésének felismerését.

A topológia az alakzatok azon tulajdonságait vizsgálja, amelyek nem változnak az idomok szakadásmentes torzítása során. A topológia nem feltétlenül jelent geometriai hasonlóságot!



A topológia által nyújtott információk

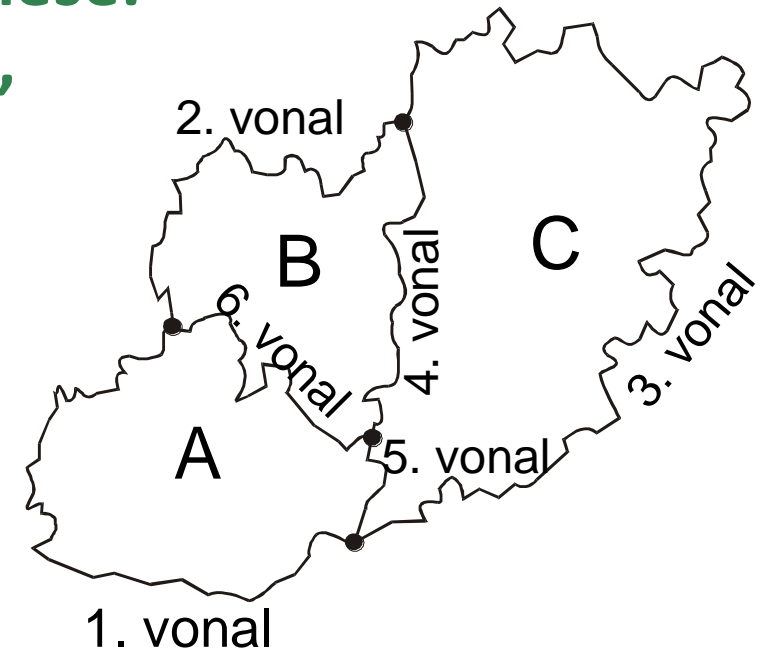
Térbeli információk: Hosszúság, távolság, kerület, terület meghatározása.

Térbeli kapcsolatok: Szomszédos területek kijelölése, objektumok közötti kapcsolatok vizsgálata.

Többszörös kapcsolatok, közös szomszédok kijelölése.

Hálózatanalízis. Pl. legrövidebb útvonal kijelölése, Útvonalválasztás egyéb szempontok alapján.

A topológia építése során gyakran elkövetett hiba, hogy a topológia egyes elemei nem pontosan fedik egymást. Ez hibás számítást eredményez, illetve ellehetetleníti az egyes műveletek elvégzését.



A vektoros műveletek

A vektoros térinformatikai rendszerekben számos lehetőség van arra, hogy a már meglévő pontokat, vonalakat, vagy sokszögeket felhasználva különböző műveleteket végezzünk el.

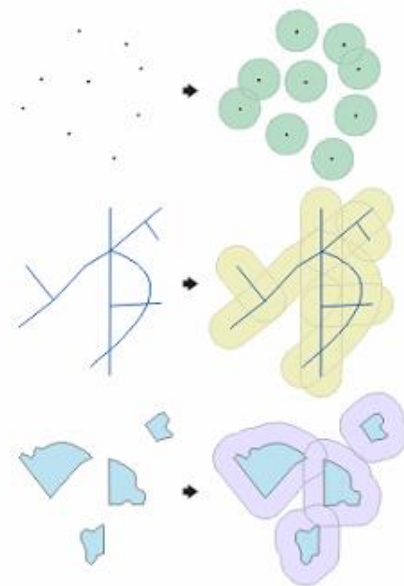
Az egyes műveletek különböző alapegységek esetén értelmezhetők csak.

	Buffer
	Clip
	Intersect
	Union
	Merge
	Dissolve

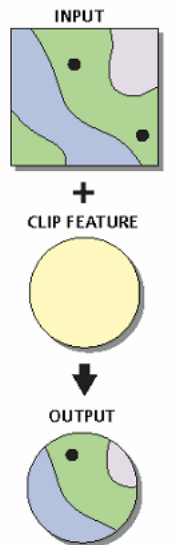
A puffer (buffer) és a kivágás (clip) funkció

Pufferzónák létrehozása mindhárom alapegység esetén értelmezhető. A pufferzónák az alapegységek körül poligonokat hoznak létre, amelyek adott távolságot jelölnek ki az eredeti objektum körül. A kivágás funkcióval a számunkra érdeklődésre tartó területeket (Area of Interest, AOI) lehet kiválasztani.

A pufferzóna alkalmazása a keresések, illetve a leválogatás során is hasznos lehet.

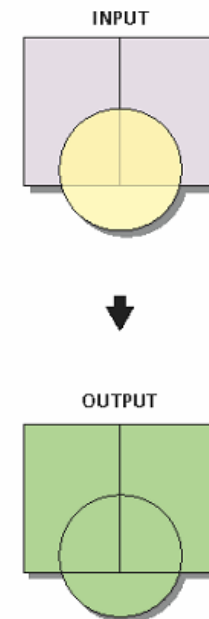
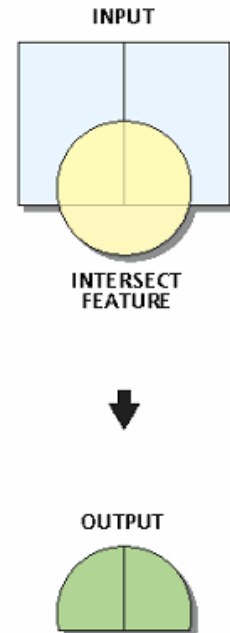


A mezőgazdasági alkalmazások esetén a funkciót az egyes táblák adatainak szétválasztásához lehet használni.



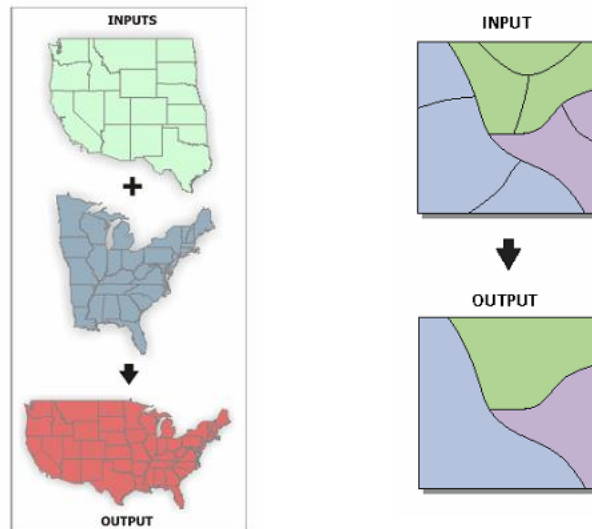
Az átfedés (intersect) és az egyesítés (unio) funkció

A átfedés a kiválasztott objektumok átfedő területeit mutatja meg, az összevonás pedig az unio szabályai szerint az egymásba illeszthető területeket teljességében választja ki.



Az összevonás (merge) és megszüntetés/egyszerűsítés (dissolve) a funkció

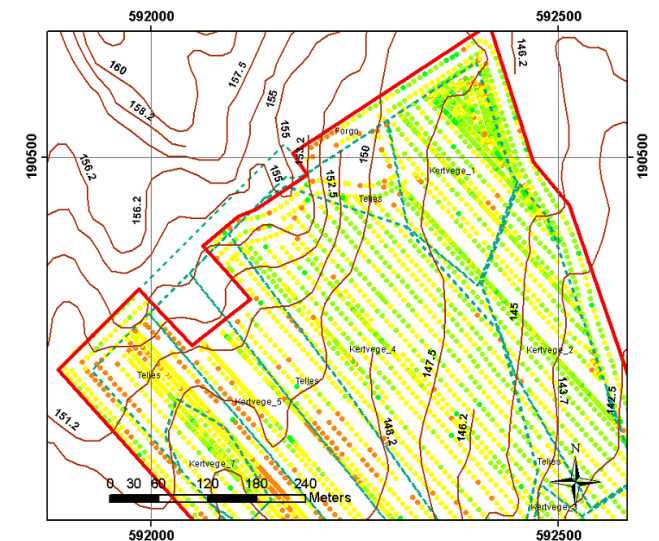
Az összevonás funkcióval két együtt tartozó egységet illeszthetünk össze. Az egyszerűsítés funkció akkor alkalmazható, ha egyes objektumok hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek. Az összevonás és az egyszerűsítés funkciók alkalmazása is csak hibamentes topológia építése után lehetséges.



A vektoros rendszerek összefoglalása

A vektoros térinformatikai rendszerek alapelemei a pont a vonal és a poligon. Ezekkel az alapelemekkel, illetve ezek kombinációjával a térben keletkezett agráradatok leírhatók. Az adattárolást és elemzést agrárinformatikai rendszerekben érdemes elvégezni, hiszen így az adatok, illetve az abból kinyert információk a későbbi munkafolyamatok során felhasználhatók a beavatkozások tervezéséhez

A mezőgazdasági adatok tárolása a legtöbb esetben térbeli adatok alapján történik. Az eltérő adattípusokat komplex agrárinformatikai rendszerek tárolják.

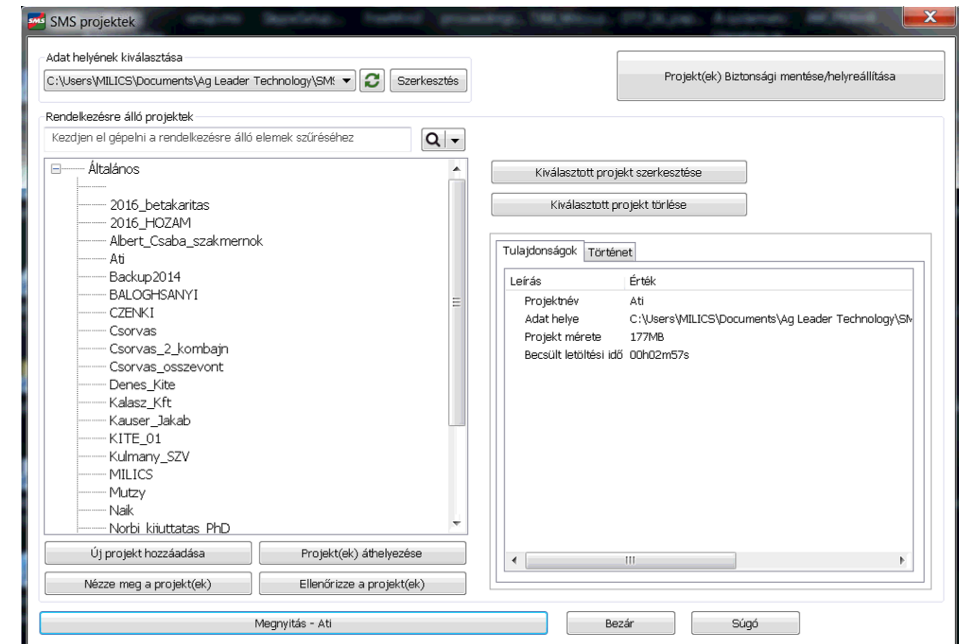


Az agrárinformatikai rendszerek adatstruktúrája

Az agrárinformatikai rendszerek az adatok felépítésekor a gazdálkodási nyilvántartás logikájából indulnak ki.

A Feladatokat projektek keretében lehet végrehajtani.

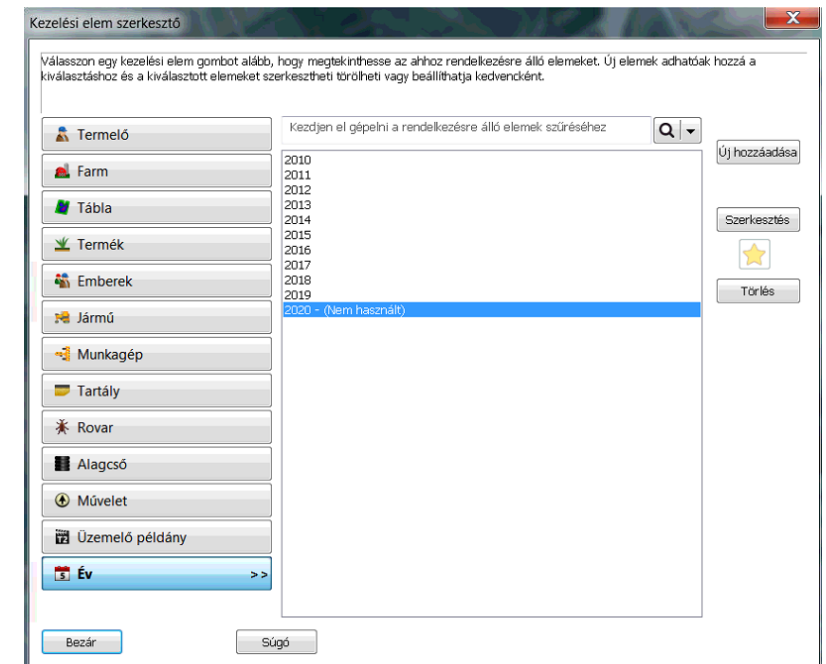
A mezőgazdasági adatok tárolása átgondolt könyvtárrendszer szerint kell megtörténnjen, hiszen akár egy közepes gazdaság esetén is bonyolulttá válik az adatok visszakeresése, ha azok nem rendszerezettek.



A kezelési elemek

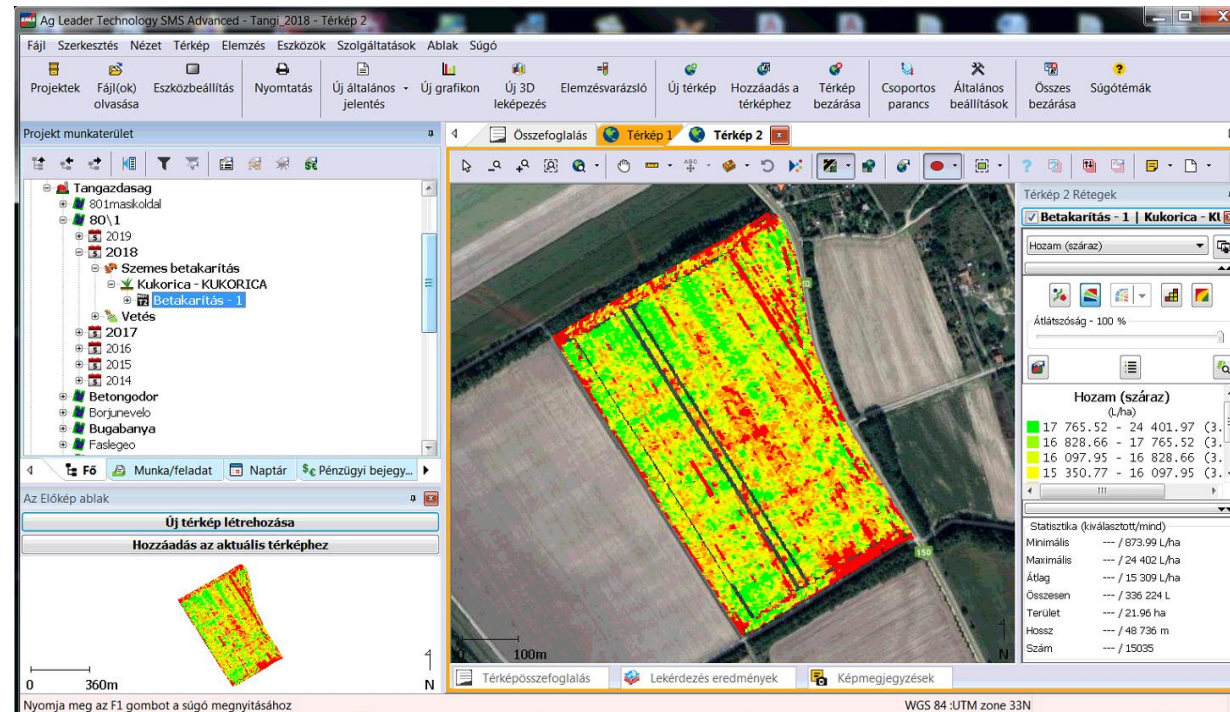
Egy projekthez különböző kezelési elemek tartoznak (termelő, farm, tábla, termék, emberek (gépkezelők), jármű, munkagép, stb.), amelyek tetszőleges számban növelhetők, illetve azok szükség szerint módosíthatók.

Különösen nagy figyelmet kell fordítani az egyes elemek esetén az azonos nevezéktan használatára, hiszen a rendszerek az eltérő nevekkal jegyzett táblákat eltérő adatbázisban fogják kezelni.



Az Ag Leader Technology SMS advanced szoftverének fa struktúrája

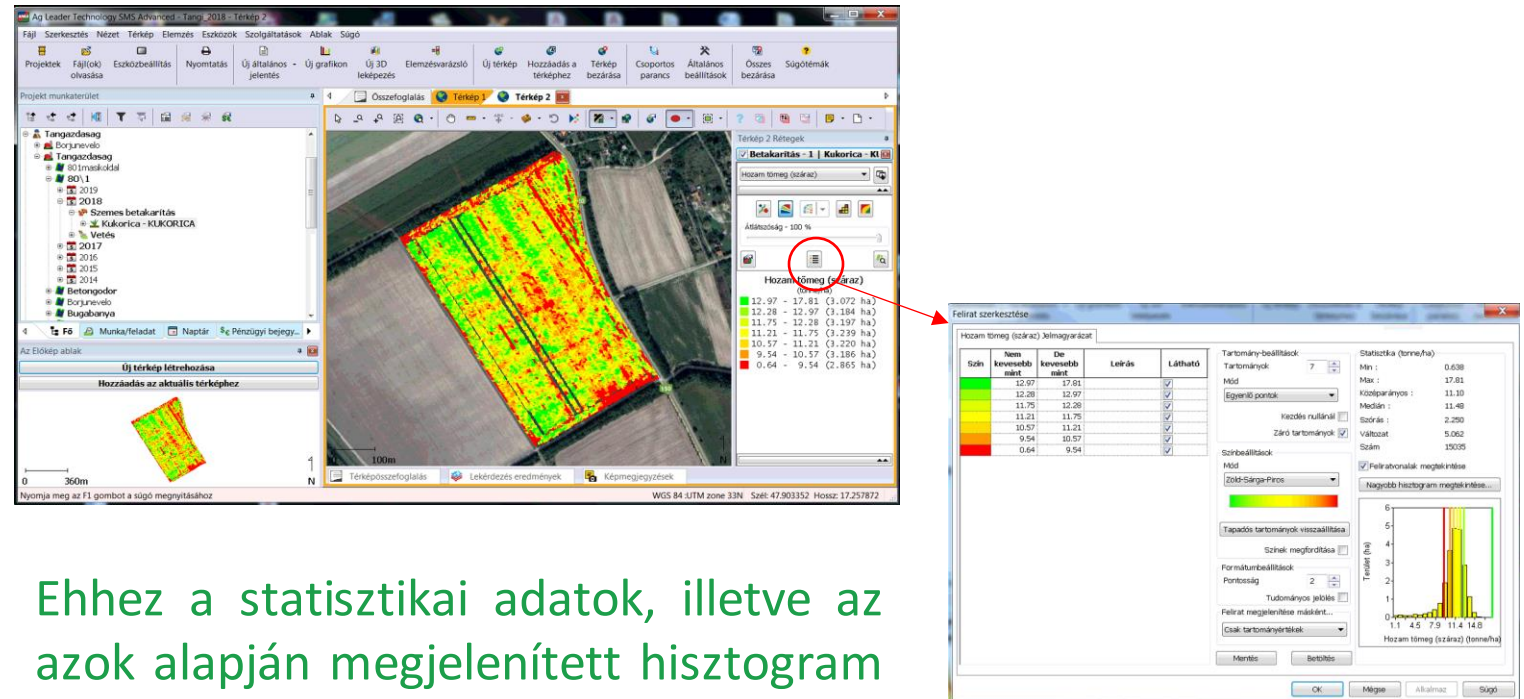
Az adattárolás struktúrájának felépítése: termelő, farm, tábla, év, munkaművelet, termék.



Az adatok megjelenítése

Az adatok megjelenítése automatikusan történik a szoftver tájékozásképpen a háttérbe betölti a műholdfelvételen alapuló háttérképet.

Az adatok megjelenítését a jelmagyarázat szerkesztésével lehet módosítani, ahol eltérő preferenciák alapján módosíthatók a megjelenítések.

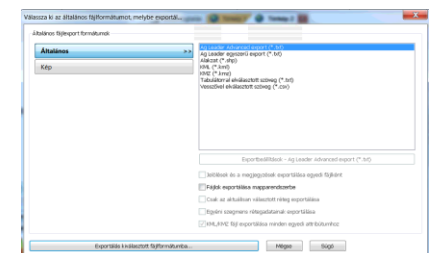
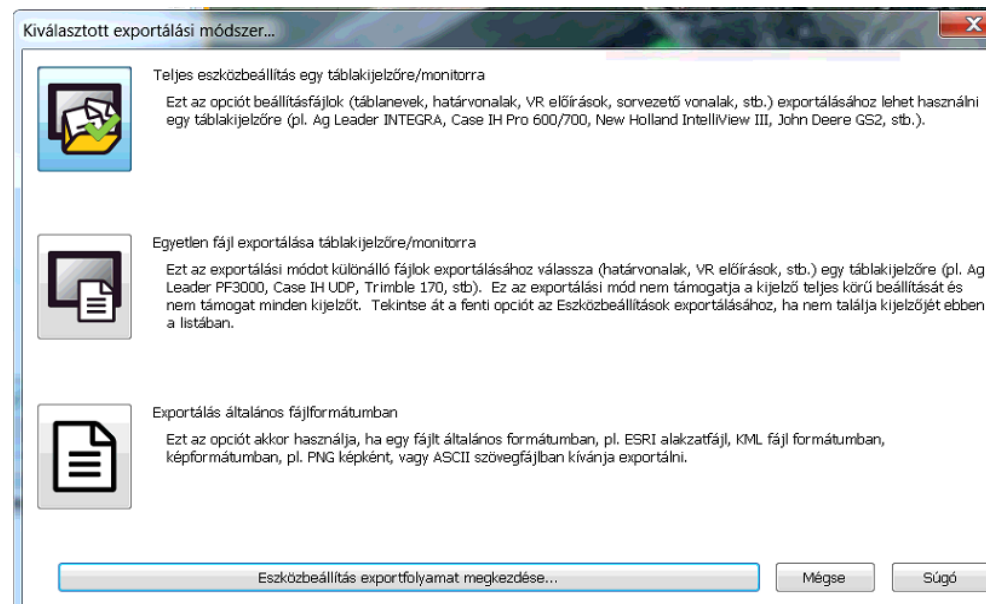


Ehhez a statisztikai adatok, illetve az azok alapján megjelenített hisztogram is hozzásegít.

Az adatok exportálása

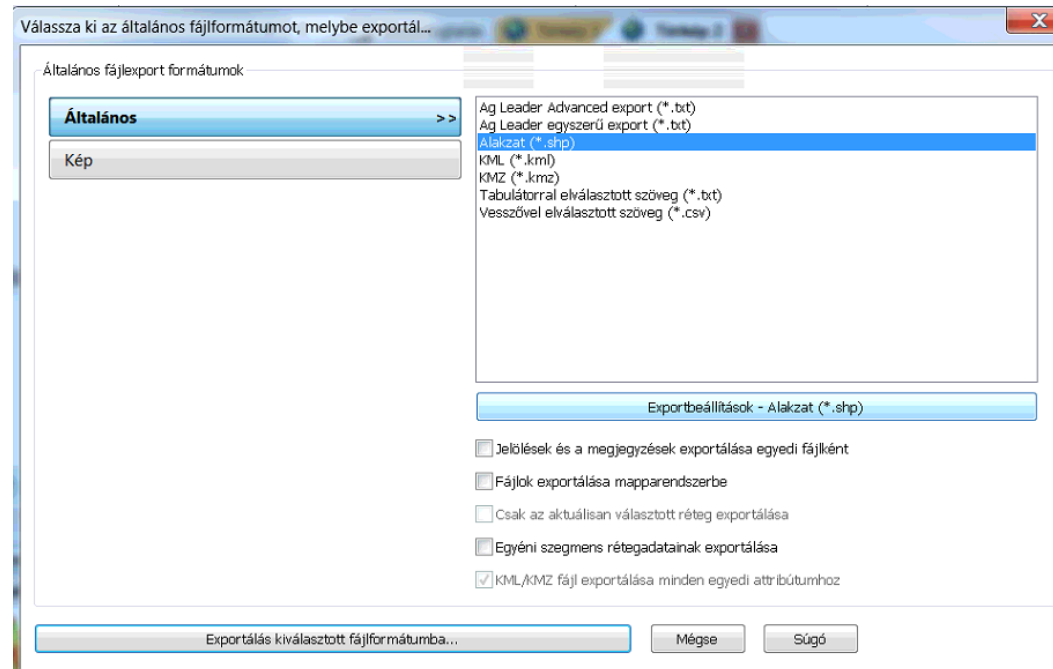
Az adatok az agrárinformatikai rendszerből eltérő céllal exportálhatók.

Az eltérő cél lehet például, hogy az adatok elemzéséhez speciális térinformatikai szoftverbe exportáljuk az alapadatokat, de előfordulhat az is, hogy az erőgépben felszerelt monitor vezérléséhez szükséges az adatexportálás.



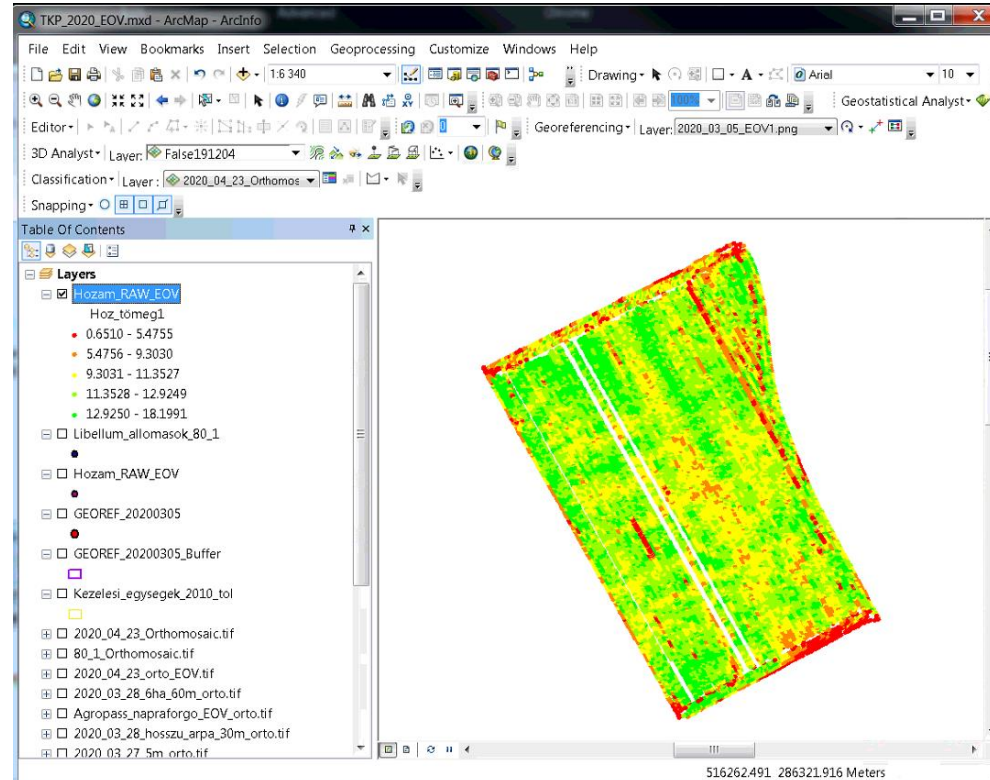
Az adatok exportálása térinformatikai rendszerbe

Az adatok az agrárinformatikai rendszerből szabványos térinformatikai rendszerekbe az iparági standard-nak elfogadott a *.shp kiterjesztéssel exportálhatók ki.



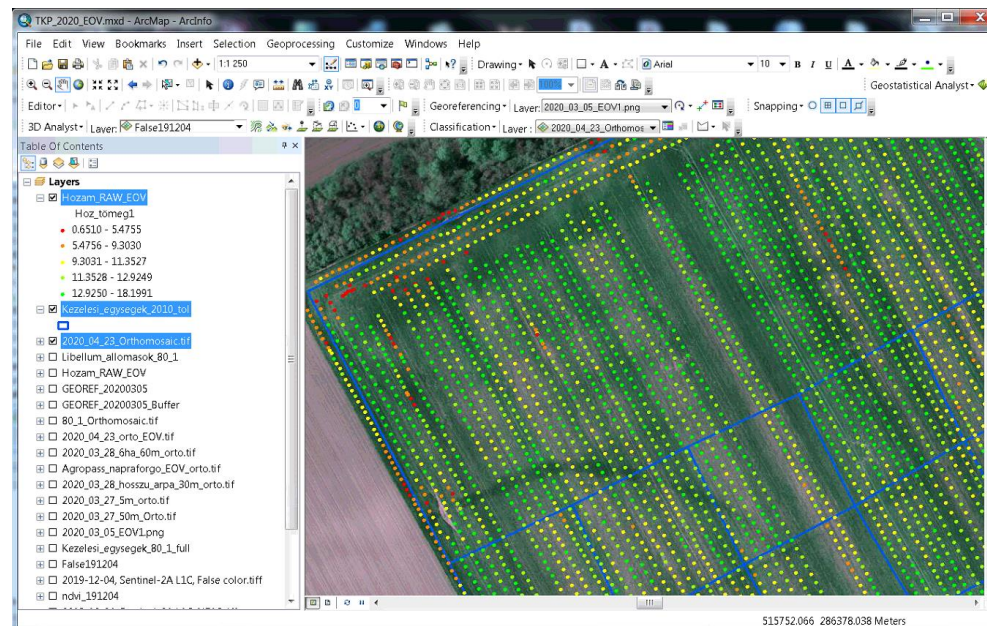
Az adatok megjelenítése térinformatikai rendszerben

Az adatok megjelenítése a térinformatikai rendszerben, öt osztályba sorolva.



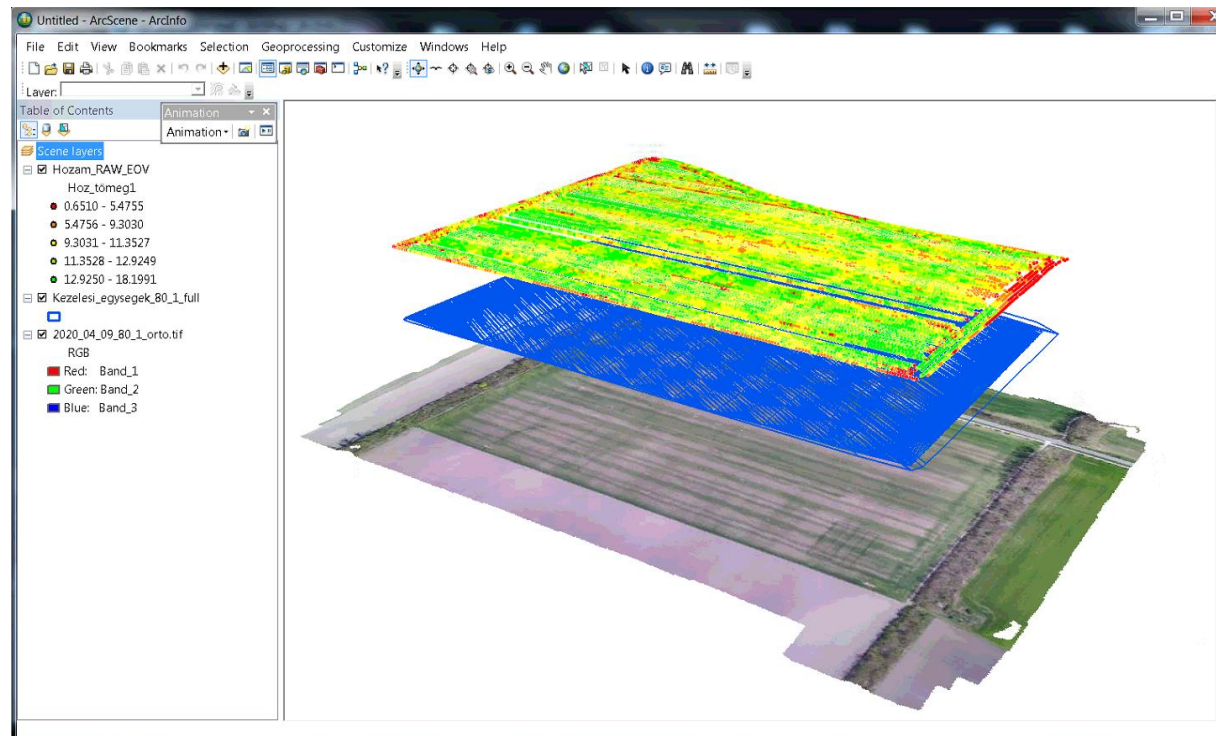
A térinformatikai adatok integrációja

A térinformatikai rendszerekben vektoros (pont, vonal, illetve poligon) és raszteres képek is megjeleníthetők, a rétegek egymás fölé helyezhetők, így a térbeli összefüggések elvégzésére is sor kerülhet.



A térinformatikai adatok több rétegő megjelenítése

A térinformatikai rendszerekben az egyes adatokat tároló rétegek (layer) akár együtt is megjeleníthetők, így az összetettebb összefüggésvizsgálatok is elvégezhetők.



Informatikai háttér – Agrárinformatika az erőgépekben I.

Az erőgépekben, önjáró eszközökben precíziós alkalmazásokra használt monitorok által rögzített adatok elemzésére, illetve ezekbe történő tervek elkészítésére számítógépes szoftverek állnak rendelkezésre melyeket kifejezetten mezőgazdasági célú alkalmazásra fejlesztettek.

Ezekben a szoftverekben gazdaságokba rendezve, tábla szinten van lehetőség az adatok tárolására, rendszerezésére, elemzések elvégzésére. Továbbá a különböző kijuttatási tervek elkészítésére szintén ezekben a programokban van lehetőség.



Informatikai háttér – Agrárinformatika az erőgépekben II.

Ezen szoftverek nagy előnye, hogy a bemeneti adatokat, és a kimeneti adatokat is számtalan formátumban képesek kezelni, mind az általános térinformatikai, mind a vezérlő monitorok speciális formátumait beleértve.

A hazai felhasználók körében elterjedt szoftverek:

- SMS - Spatial Management System,
- JD office, (+ PGR rendszer)
- NextFarming,
- TopCon SGISpro



NEXT Farming



Az adatgyűjtés

A precíziós mezőgazdaság adatgyűjtési lehetőségei



PGR
Precíziós Gazdálkodás Rendszer

PRECÍZIÓS TÁPANYAG-GAZDÁLKODÁSI SZAKTANÁCS

BABAT
MATE

PROJECT_21

HESZ: -
Blók: -
Terület: 20,6 ha

Nitrátrézkénység: AKG:

KET Szorzám: -
KET Terület: -

GAZDÁLKODÁSI ADATOK

Gazdasági év: 2023
Növény: Kukorica
Tervezett termés: 8,9 t/ha

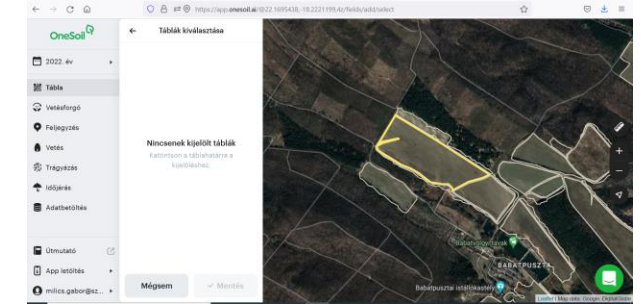
Meszesítés éve: - Meszesítés dózisa: 0 kg/ha

ELŐVETEMÉNY:

SZERVES TRÁGYA:	
Év: -	Év: -
Növény: -	Állatfaj: -
Termés: 0,00 t/ha	Típus: -
Számaradvány a táblán maradt: <input type="checkbox"/>	Dózis: 0,00 t/ha

Évelő pillangós elővetemény
2 évvel ezelőt:

ZÓNATERKÉP



CLIMATE FIELDVIEW | Táblák | Tervek | Jelentések | Importálás | Értesítések | Gabor Milics vállalkozása | **Vissza**

Babalpuszta_01

Időjárás

Vetés

vetés: All. szazam

Tervek megtekintése

Betakarítás

All. hozam: Neovesség: Betakaritva

Tábla egészségi állapot

Nincsen emre a gazdasági évrre vonatkozó Tábla egészségi állapot képanyag.

PrecMet

KÖ_Országos_1000N

Átlagos adatok	
1 °C	3 °C
Táplálómélység 0 cm	Táplálómélység 10 cm
3 °C	4 °C
Táplálómélység 20 cm	Táplálómélység 30 cm
3 °C	4 °C
Táplálómélység 40 cm	Táplálómélység 50 cm
10 VV%	10 VV%
Táplálómélység 0 cm	Táplálómélység 10 cm

FAR | eFöld Portál

Műholdkép keresés

Keresés: Táblák | Megajánlás | Felhívás

Kiválasztott termék: SZB_MSIL2A_20220213T094029_N04

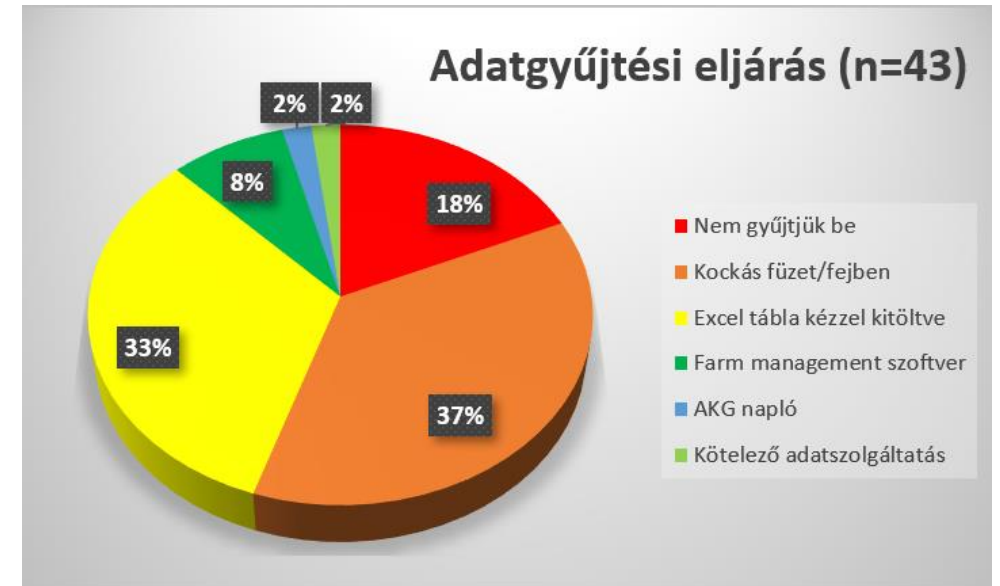
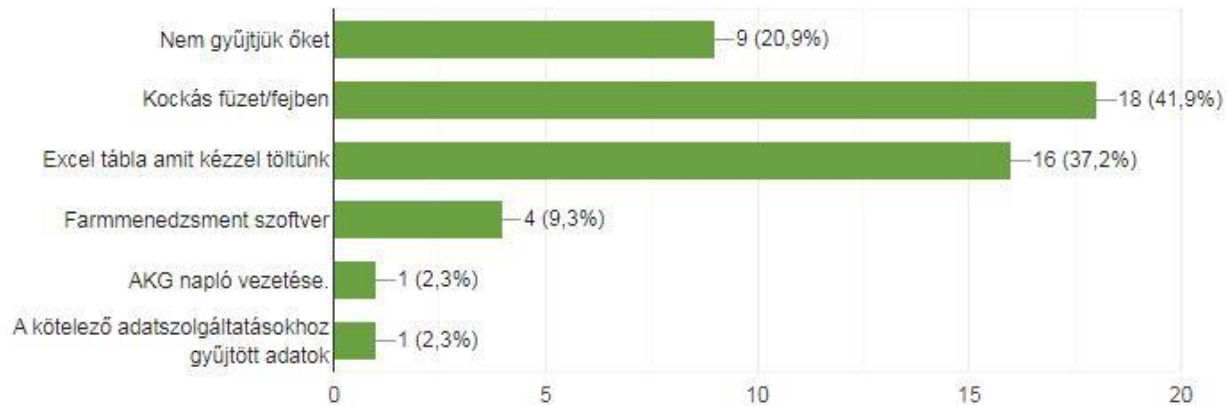
Szükségletek

- Természetes felszínborítás
- Mezőgazdasági területek
- Légköri áthatolás
- Vegetáció aktivitás

Az adatgyűjtés

Hogyan és milyen formában rögzíti gazdaságában/táblán keletkezett adatait?

43 válasz





[Kezdőlap - Precíziós Gazdálkodás Interaktív Magazin \(preciziosgazdalkodas.com\)](http://preciziosgazdalkodas.com)

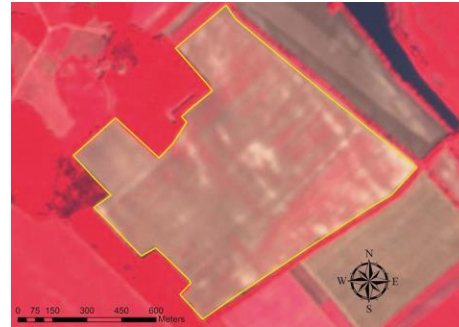
Az agrármodernizációs („precíziós”) pályázat szolgáltatásai

- a) precíziós, **georeferált talajmintavétel** és az ahhoz kapcsolódó tanácsadási szolgáltatások igénybevétele,
- b) agrometeorológiai és egyéb, növényállományban elhelyezett szenzorok alapján **növényvédelmi előrejelzések** készítése és az ahhoz kapcsolódó tanácsadási szolgáltatások igénybevétele,
- c) abiotikus környezeti tényezők monitoringja (**zárt termesztő berendezések** esetében)
- d) műholdas és földközeli **távérzékelési adatok** beszerzése és elemzése és az ahhoz kapcsolódó tanácsadási szolgáltatások igénybevétele
- e) **menedzsment-zónák lehatárolása** különféle eljárásokra alapozva és az ahhoz kapcsolódó tanácsadási szolgáltatások igénybevétele
- f) **differenciált anyagkijuttatási tervek** és térképek készítése és az ahhoz kapcsolódó tanácsadási szolgáltatások igénybevétele
- g) farm-menedzsment, mezőgazdasági **döntéstámogató szoftverek** üzemeltetése és az ahhoz kapcsolódó tanácsadási szolgáltatások igénybevétele

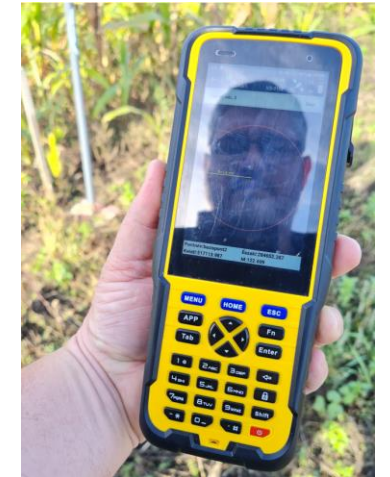
A georeferált talajmintavétel

Georeferált: ismerjük a koordinátákat. (Milyen pontosan?)

Mi a mintavételi stratégia?



Mit szeretnénk megtudni a talajról?



Mi a célja a mintavételnek?



A georeferált talajmintavétel – mit vizsgálunk?

Talajmintavétel talajkémiai és –fizikai vizsgálatokhoz

TELJES KÖRŰ TALAJVIZSGÁLAT

BŐVÍTETT TALAJVIZSGÁLAT

SZÜKÍTETT TALAJVIZSGÁLAT

- pH
- humusztartalom
- Arany-féle kötöttség
- vízdoldható összes só
- szénsavas mésztartalom
- nitrit-nitrát nitrogéntartalom
- foszfortartalom
- káliumtartalom

- Na
- Mg
- (SO₄)-S
- Mn
- Zn

- 8 toxikus elem: As, Cd, Cu, Cr, Ni, Hg, Pb, Zn
- plusz választható: Mo, Co



[IKR Agrár Kft. - Precíziós talajmintavétel \(ikragrar.hu\)](http://ikragrar.hu)

Szekszárd, 2023. 04. 21.

Dr. habil. MILICS Gábor

Talaj ellátottsági adat - térkép

pH (KI)	Kötöttség	CaCO ₃ %	Humusz %	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	SO ₄
7.77	41	9.90	2.72	4.9	187	357	55	39	0.5	0.9	43	5.1
7.76	40	10.80	2.81	4.0	239	369	38	34	0.5	0.9	41	5.2
8.01	38	13.70	2.50	3.9	181	376	119	60	0.6	0.9	24	21.9
7.93	34	8.90	2.02	3.2	355	366	76	35	0.8	1.2	37	7.0
7.98	37	10.60	2.23	2.4	491	540	185	47	0.9	1.4	39	2.2
6.70	33	0.40	1.43	3.3	222	200	166	14	2.0	2.5	153	2.6
7.77	35	8.00	2.21	3.9	172	182	150	29	2.1	1.0	40	1.6
7.73	45	8.50	2.91	7.0	144	287	124	30	1.8	1.3	45	5.9
7.79	41	10.70	2.46	8.3	200	300	77	34	1.7	1.4	38	3.3
7.70	42	10.20	2.29	5.9	195	285	36	35	0.6	1.0	41	4.5
7.72	42	8.10	2.61	8.9	191	270	39	30	0.5	1.0	43	4.8
7.75	37	8.80	2.47	7.0	193	279	34	31	0.8	1.2	44	4.8
7.81	31	6.80	1.46	4.3	372	317	30	20	2.3	1.6	53	5.0
7.86	35	8.90	2.15	10.0	201	297	34	35	0.9	1.2	36	5.1



Növényvédelmi előrejelzés



METOS[®] BY Pessi

SECTORS ▾ PRODUCTS ▾ SUPPORT ▾ CONTACT ▾ ABOUT US ▾ BLOG

Work Planning Tool = Current Conditions + Forecasted Plant Protection

No matter which crop, soil, or part of the world is in question, digital IoT agriculture solutions will reduce guess work and enable **data driven decisions** for:

- improved quality of your yield
- enhanced productivity of your team and
- increased profit of your farm.

At the same time **they will help**:

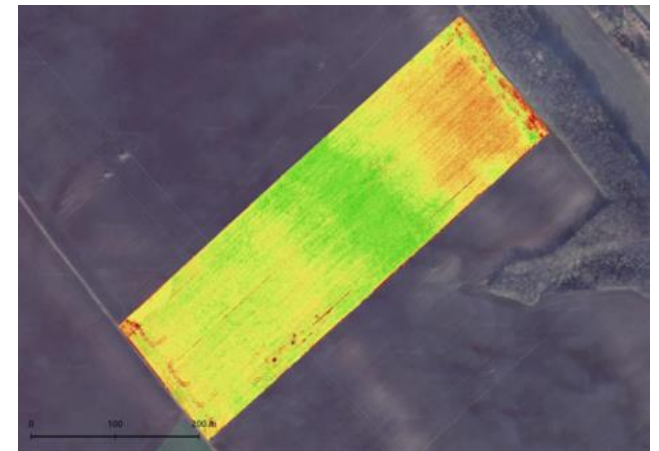
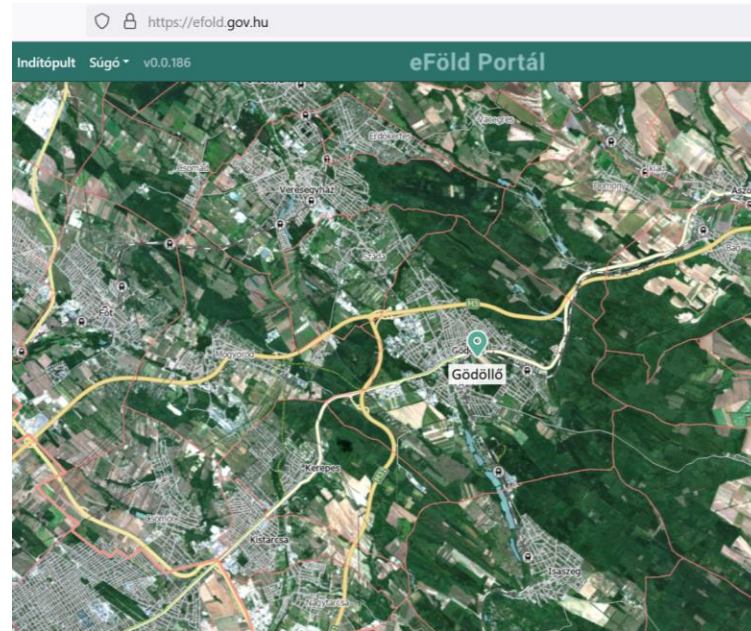
- optimize input use (water, energy, fertilizers, chemicals, and workforce) and
- enhanced productivity of your team and
- reduce the overall impact on the environment.



VISIT METOS WEBSHOP

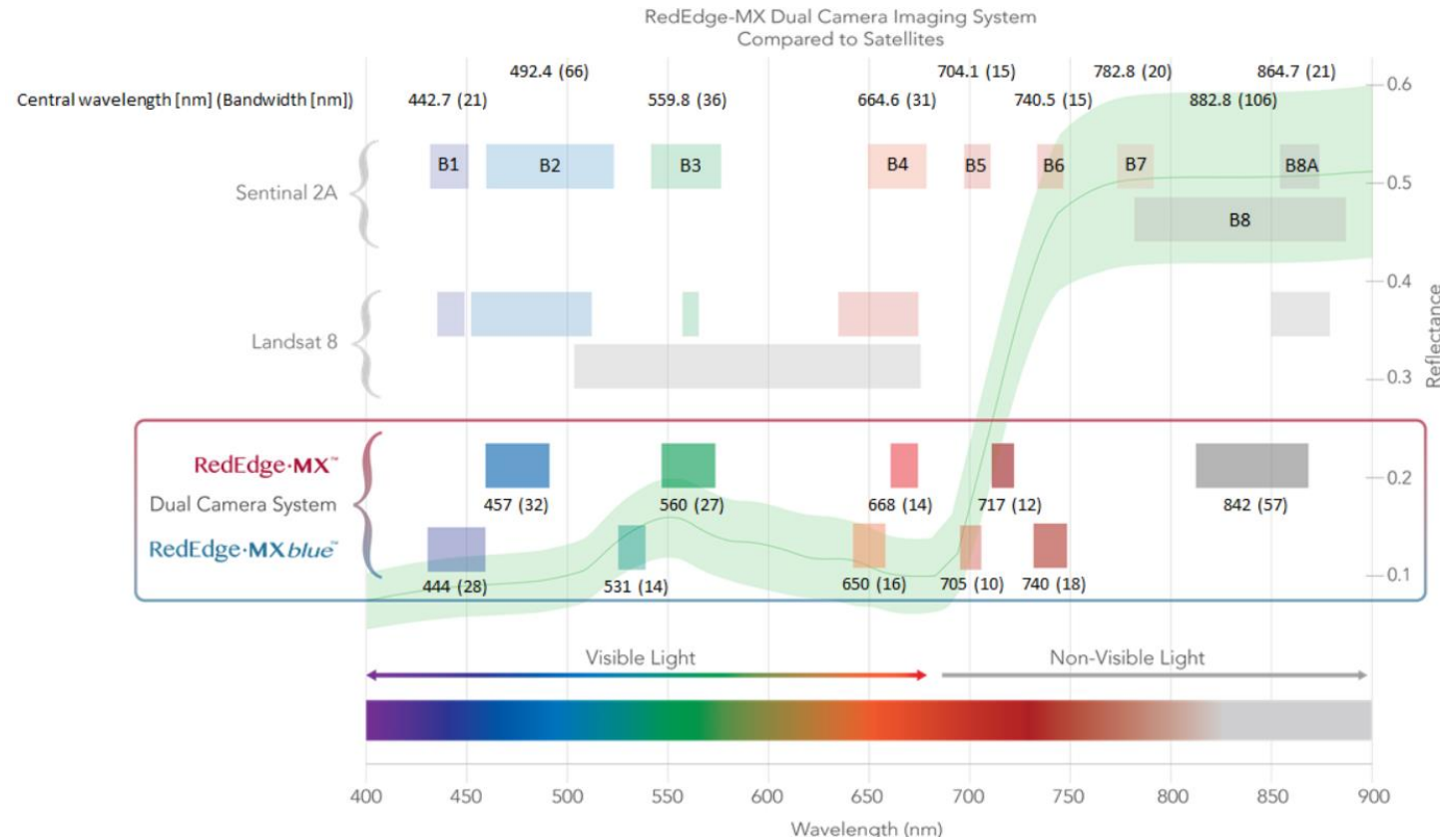
Távérzékelési adatok

Műholdas, vagy UAV



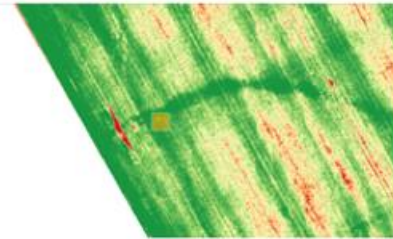
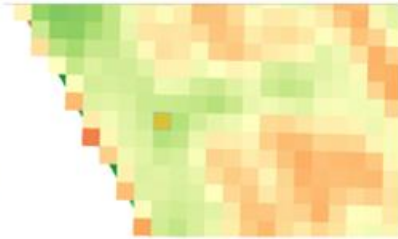
Távérzékelési adatok

Drónfelvétel, vagy műholdkép?



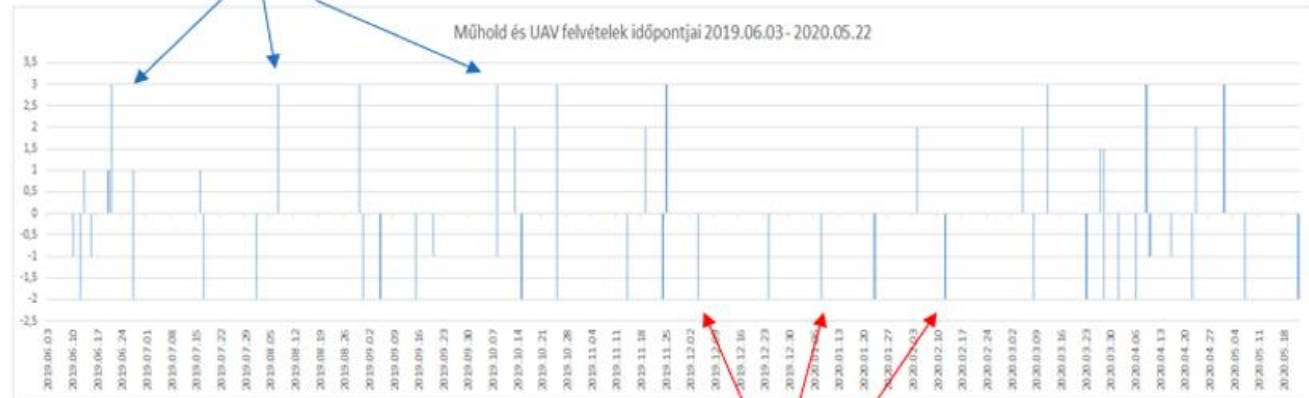
Távérzékelési adatok – Műhold vagy UAV?

Sentinel-2 műholdfelvétel adataiból készített NDVI kép



Drónnal felvétel rögzített adataiból készített NDVI kép

Elérhető műholdképek



UAV felvételek

Távérzékelési adatok – UAV . Látható fény tartomány

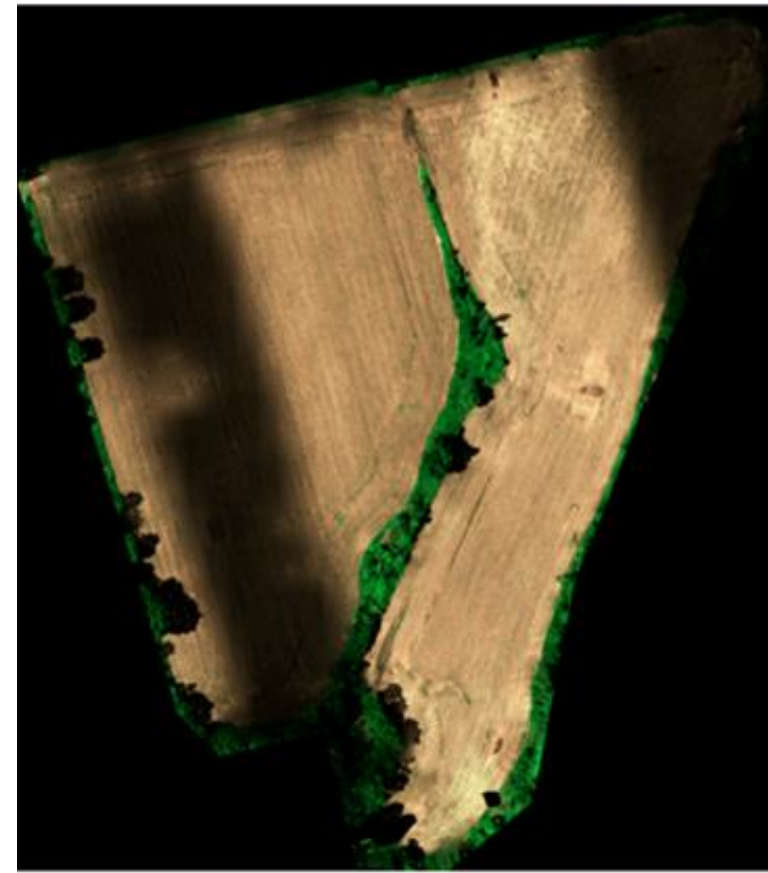
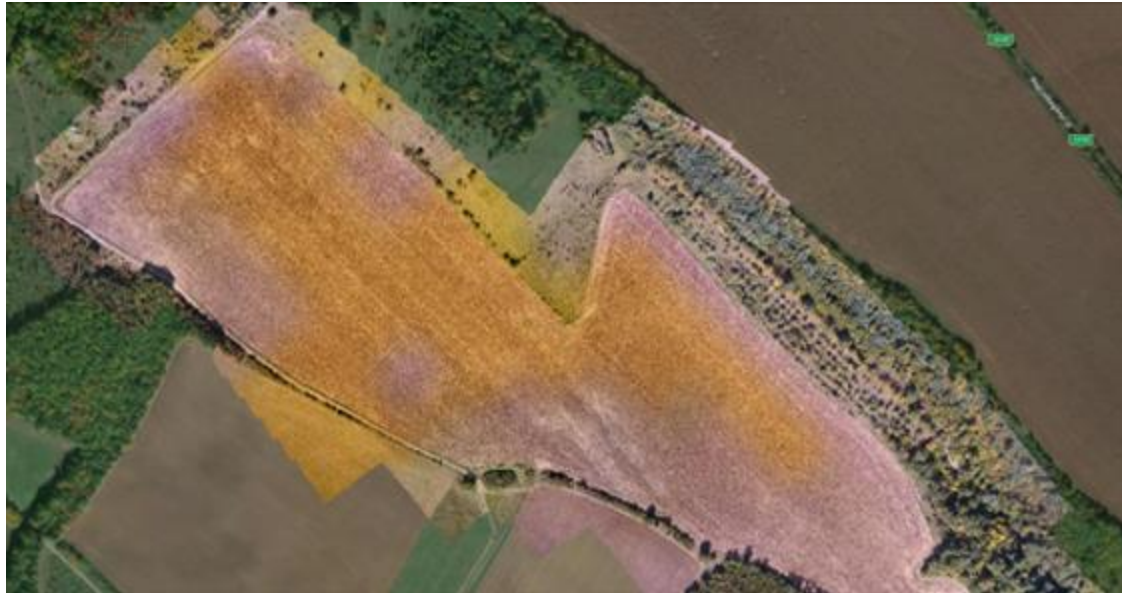
Digitális határszemle



Nem olyan boldog gazda

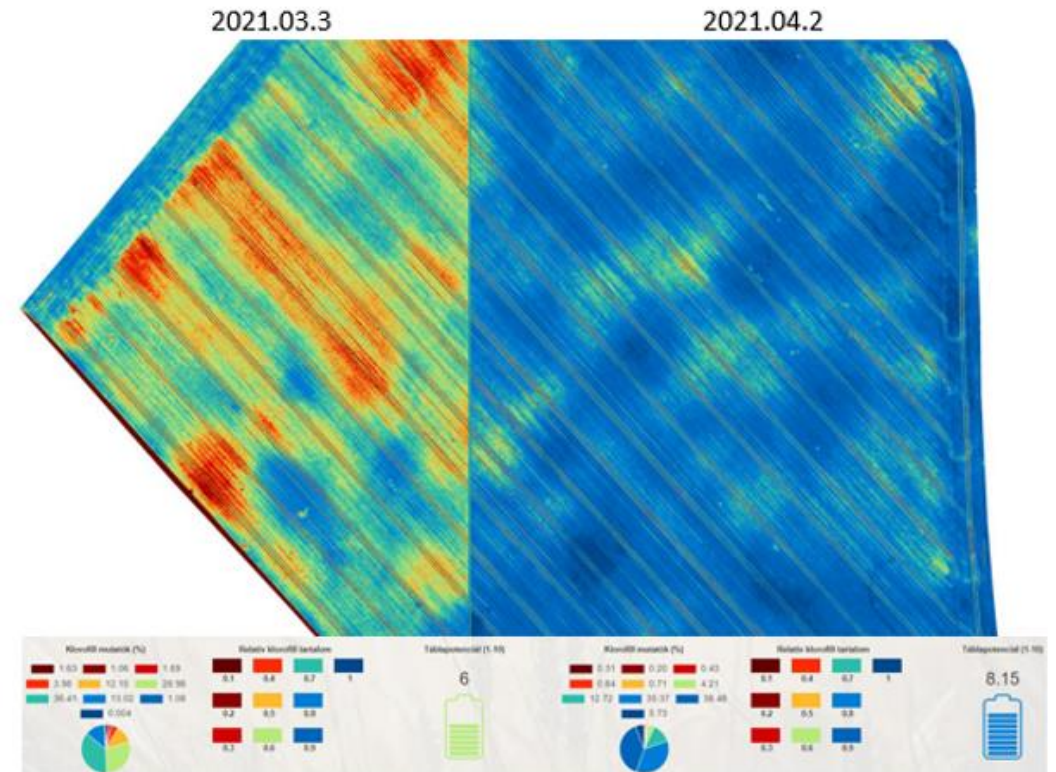
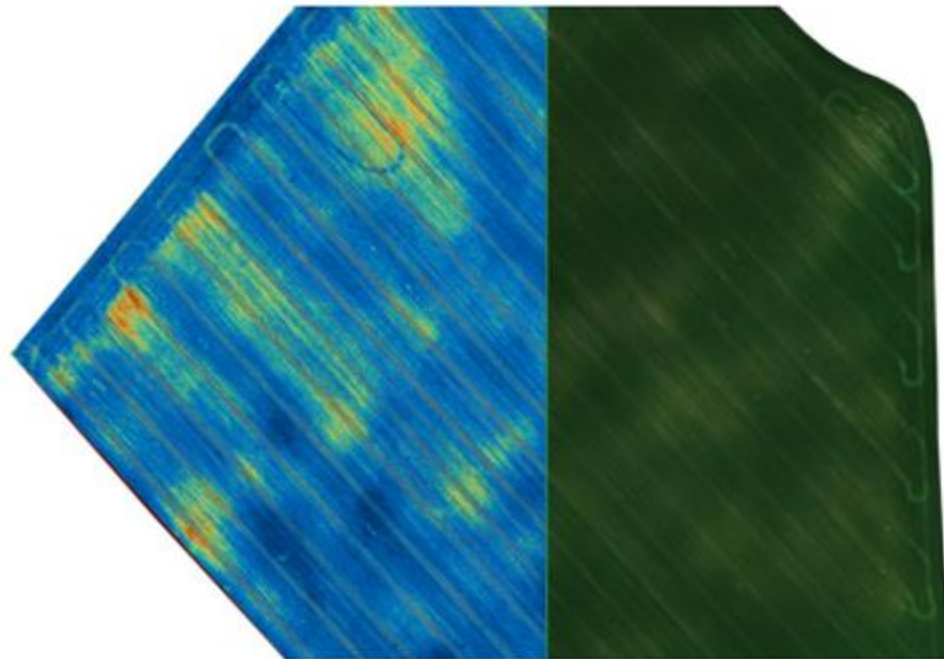
Távérzékelési adatok

A hibáinkból tanulunk (de ez mennyibe kerül?)



Távérzékelési adatok

A tapasztalatok sokat segítenek

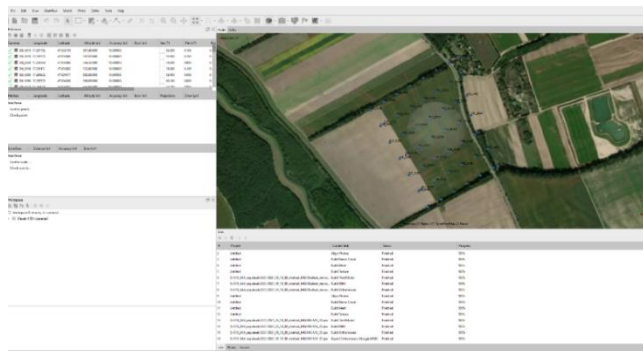
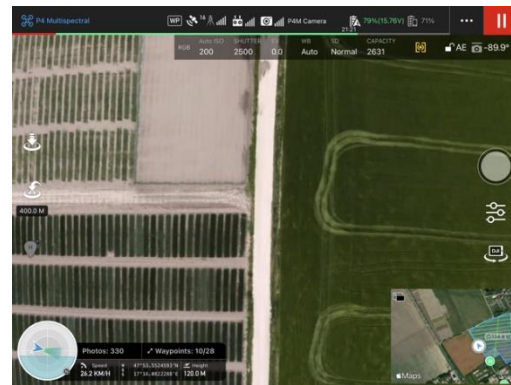
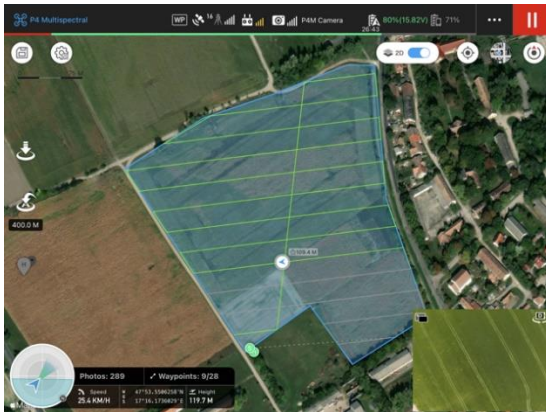


Távérzékelési adatok

Új szakma van kialakulóban!

drónpilóta,
drón üzemeltető,
képfeldolgozó,
adatelemző,
mezőgazdasági drónpilóta
drónos növényvédelmi szakember

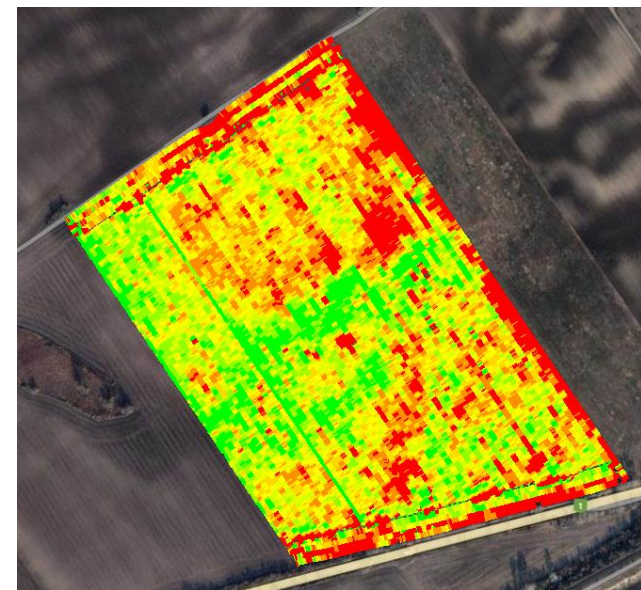
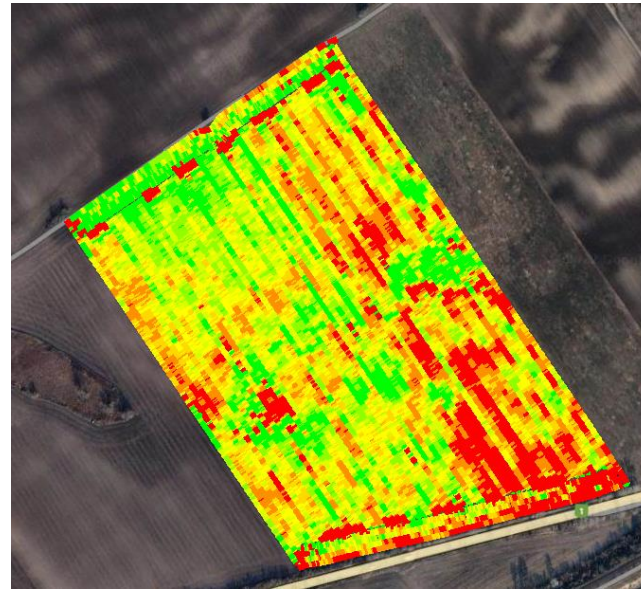
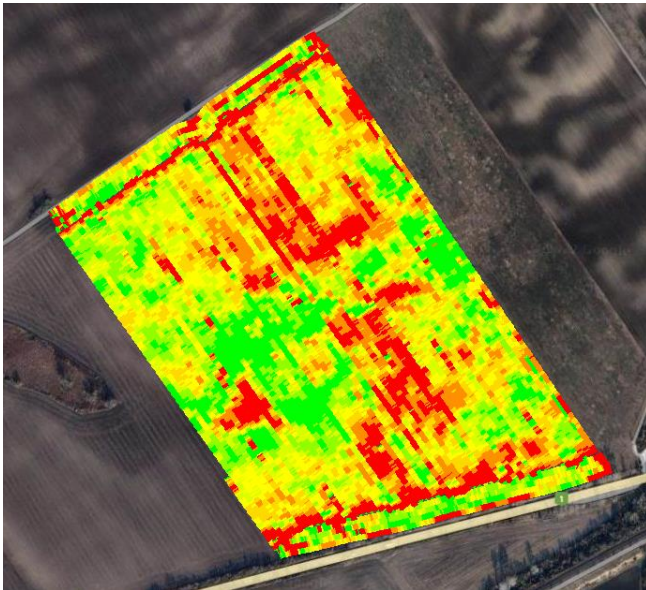
.....



Menedzsment-zóna lehatárolása

Sok a vitás kérdés, a fontos, hogy ami elérhető bemeneti adat van, azt mind próbáljuk figyelembe venni.

A zónázás a gazdálkodónak készül, hogy a beavatkozást el tudja végezni. (Túl kicsi, vagy túl sok zóna....)



Tápanyagkijuttatás – visszapótlás, ellátás; tőszám szabályzás; növényvédelem



Tábla	Obj_azon	Hatv_név	Terület:da	ZONA	basok	Ter_HA	foszam_koc	TOSZAM	nov_2022		
1	KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	1,812	Tak...	79	Tak...	1,81	2	70000	kukorica
2	KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	4,488	Tak...	80	Tak...	4,49	1	75000	kukorica
3	KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	1,750	Tak...	81	Tak...	1,75	3	66000	kukorica
4	KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	1,931	Tak...	82	Tak...	1,93	1	75000	kukorica
5	KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	2,233	Tak...	83	Tak...	2,23	3	66000	kukorica

Tápanyagkijuttatás – visszapótlás, ellátás; tőszám szabályzás; növényvédelem



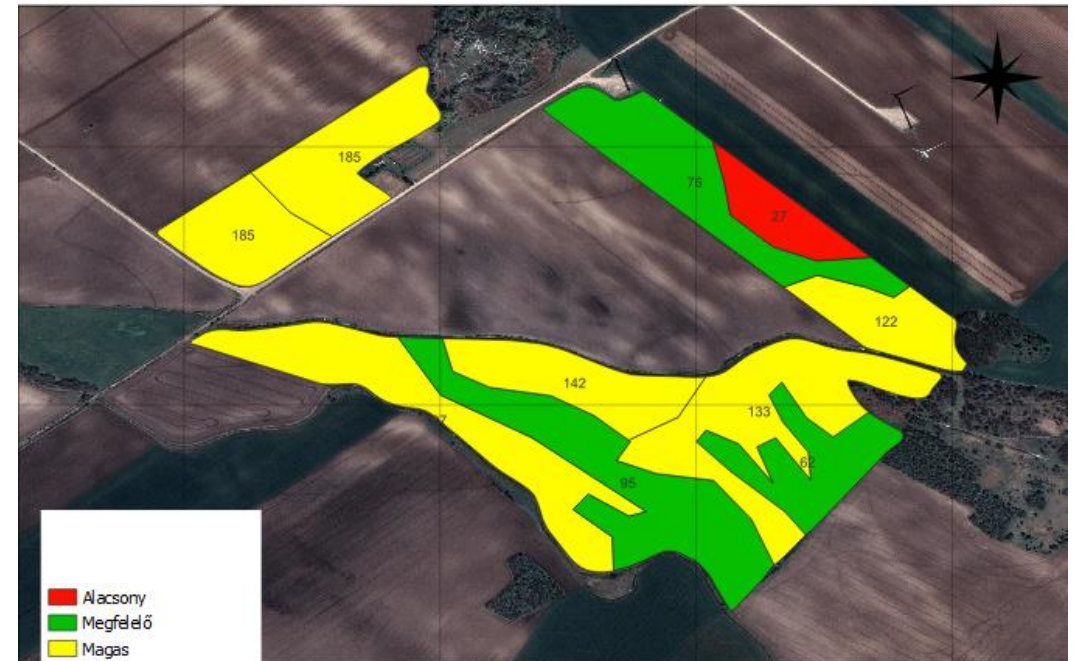
Tábla	Obj_azon	Hatv_név	Terület:da	ZONA	basok	ter_HA	foszam_koc	TOSZAM	nov_2022
1 KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	1,812 Tak...	79 Tak...	1,81	2	70000	kukorica	
2 KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	4,488 Tak...	80 Tak...	4,49	1	75000	kukorica	
3 KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	1,750 Tak...	81 Tak...	1,75	3	66000	kukorica	
4 KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	1,931 Tak...	82 Tak...	1,93	1	75000	kukorica	
5 KURCSI 12	1,0000	KURCSI 12	2,233 Tak...	83 Tak...	2,23	3	66000	kukorica	

Döntéstámogató szoftverek

Széles a tárház, a kérdés, hogy ki mennyire szeret az adatokkal foglalkozni, és mire használja az adatokat:

Lesz-e az adatból döntéstámogató információ, vagy az adatgyűjtésnél és tárolásnál megreked a folyamat?

pH (KI)	Kötöttség	CaCO ₃ %	Humusz %	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	SO ₄
7.77	41	9.90	2.72	4.9	187	357	55	39	0.5	0.9	43	5.1
7.76	40	10.80	2.81	4.0	239	369	38	34	0.5	0.9	41	5.2
8.01	38	13.70	2.50	3.9	181	376	119	60	0.6	0.9	24	21.9
7.93	34	8.90	2.02	3.2	355	366	76	35	0.8	1.2	37	7.0
7.98	37	10.60	2.23	2.4	491	540	185	47	0.9	1.4	39	2.2
6.70	33	0.40	1.43	3.3	222	200	166	14	2.0	2.5	153	2.6
7.77	35	8.00	2.21	3.9	172	182	150	29	2.1	1.0	40	1.6
7.73	45	8.50	2.91	7.0	144	287	124	30	1.8	1.3	45	5.9
7.79	41	10.70	2.46	8.3	200	300	77	34	1.7	1.4	38	3.3
7.70	42	10.20	2.29	5.9	195	285	36	35	0.6	1.0	41	4.5
7.72	42	8.10	2.61	8.9	191	270	39	30	0.5	1.0	43	4.8
7.75	37	8.80	2.47	7.0	193	279	34	31	0.8	1.2	44	4.8
7.81	31	6.80	1.46	4.3	372	317	30	20	2.3	1.6	53	5.0
7.86	35	8.90	2.15	10.0	201	297	34	35	0.9	1.2	36	5.1



Döntéstámogató szoftverek

Vállalatirányítás – döntéshozatal – adatelemzés....

A kezdetektől fogva folyamatos növekedési pályán vagyunk Közép- és Kelet-Európában, regionális terjeszkedésünket dél-amerikai és közel-keleti projektek követték. Büszkeséggel tölt el bennünket, hogy a mai kompetitív környezetben is, ahol számos farmmenedzsment szoftver elérhető, egyre több mezőgazdasági vállalat dönt az AgroVIR integrált megoldásainak bevezetése mellett.

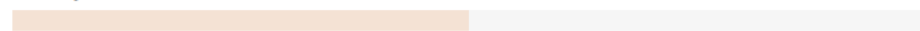
Magyarország - 500 000+ ha



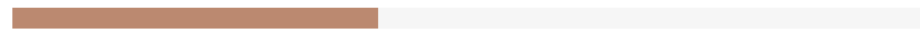
Románia - 120 000+ ha



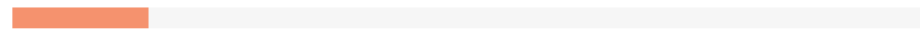
Azerbajdzsán - 50 000+ ha



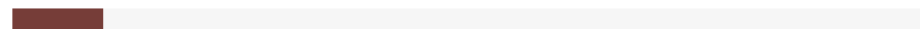
Szlovákia - 40 000+ ha



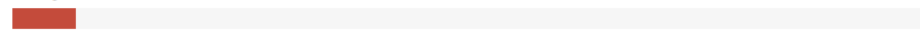
Bulgária - 15 000+ ha



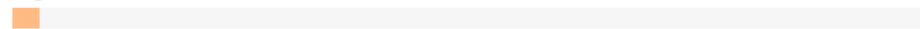
Szerbia - 10 000+ ha



Ukrajna - 7 000+ ha



Argentína - 3 000+ ha

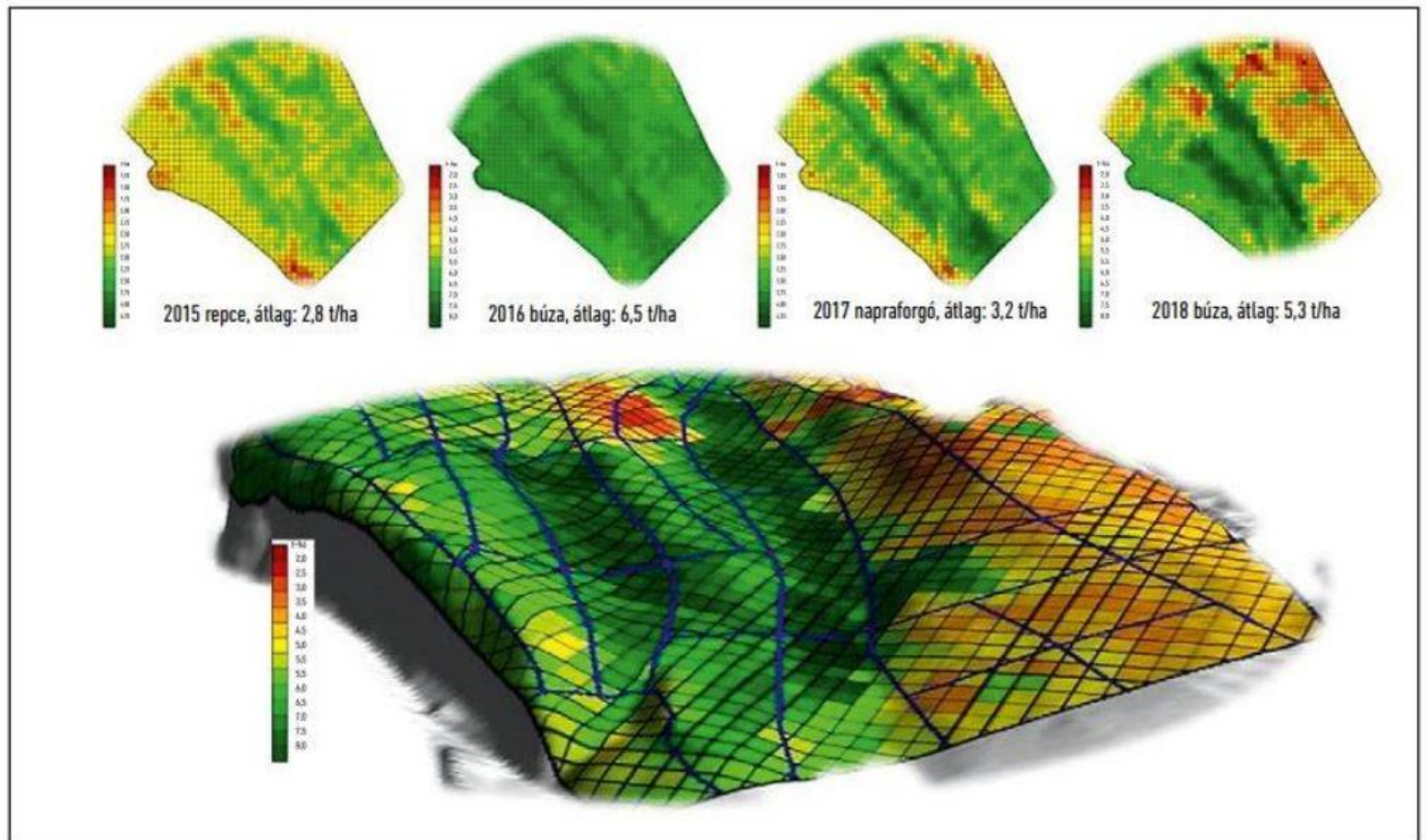


Döntéstámogató szoftverek

Vállalatirányítás – döntéshozatal – adatelemzés....

[Hozammérés az űrből, szemléletes hozamtérkép, azonnal használható adatok a precíziós gazdálkodásban! - Agro Napló - A mezőgazdasági hírportál \(agronaplo.hu\)](#)

Forrás: Agronapló 2020.08.05,
Dr. Pecze Zs.



„A digitális agrártudás origója”

<https://www.digitalisagrarakademia.hu/>



[Kezdőoldal](#) [Hírek](#) [Tudásbázis](#) [E-tananyagok](#) [Digitális bemutató gazdaságok](#) [Digitális közszolgáltatások](#)

Agrár digitális megoldásokat bemutató e-tananyagok

A Digitális Agrarakadémia keretében folyamatosan bővülő ismeretterjesztő anyagokat készítettünk az érdeklődőknek. A tananyagok a Nexius keretrendszerben érhetők el.

Jelenleg az alábbi 9 modulban 31 témakör érhető el. Az egyes témakörökhöz kiegészítések készültek a környező Kárpát-medencei országok termelői részére. A tananyagokat folyamatosan fejlesztjük a technológia változása és a felhasználók visszajelzése, véleménye és igénye alapján.

Kérjük kövesse a Nexius rendszer útmutatásait.

E-TANANYAGOK



Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

Dr. habil. **MILICS Gábor**
tanszékvezető, egyetemi docens

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Precíziós Gazdálkodási és Agrárdigitalizációs tanszék

H-2100, Gödöllő, Páter Károly u. 1.
e-mail: milics.gabor@uni-mate.hu

