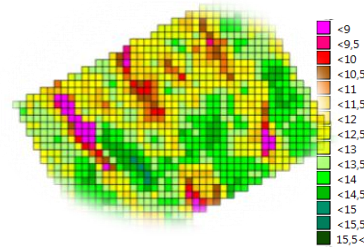
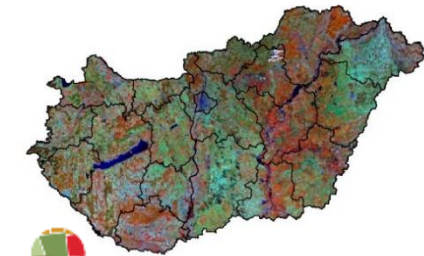


# Precíziós és tábla-hozammérés műholdfelvételekkel és ezek alkalmazásai szántóterületeken

2019.04.17. GISOPEN

Csornai Gábor, Suba Zsuzsanna, Bánhalminé Nemes Katalin  
COSIMA Kft.



# Tartalom

- A Cosima Kft és háttere
- Hozammérés és alkalmazásai a mezőgazdasági táblák és gazdaságok szintjén
- Precíziós alkalmazások, szolgáltatások: tápanyagtervezés az 1.évben is, optimális zóna, fejtrágya, termésbecslés
- Mérések, adatok pontatlanságainak egyszerű elemzése térinformatikával

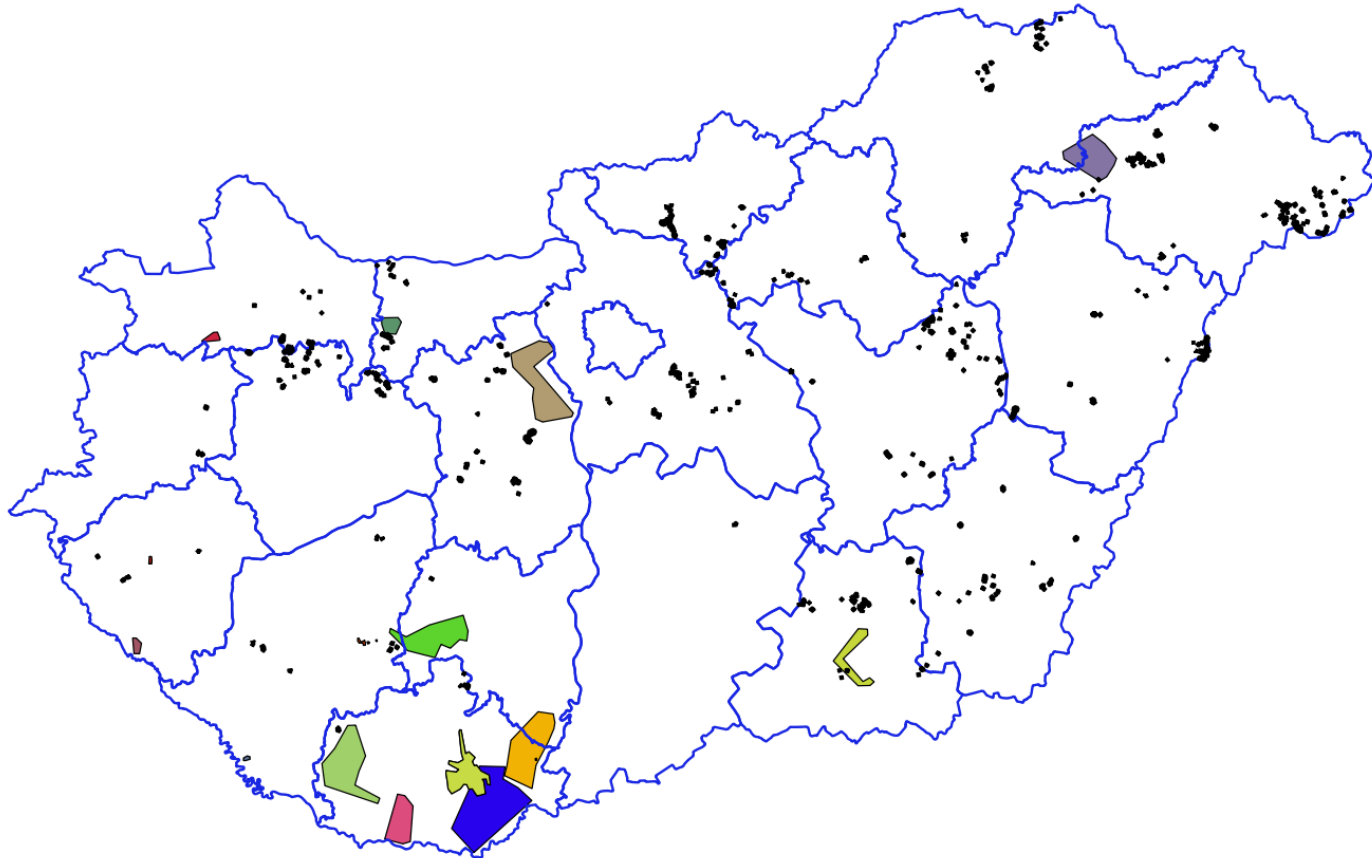


# **Cosima 2011-től: Szolgáltatások tábla szinten**

**Növényfejlődés vizsgálata és az aratási hozam  
előre jelzése gazdaságoknak, szervezeteknek**



# Gazdaság/tábla szintű felmérés, monitoring



2012: 2010. évi növényterület és terméshozam mérés **(200 tábla- 1650 ha)**

2013: 2013. évi területek mérése, a növényfejlődés követése, a fejlődés táblán belüli anomáliáinak dokumentálása és a megtermett termés mérése **(255 tábla- 5240 ha)**

2015: 2014. évi területek mérése, a növényfejlődés követése, a fejlődés táblán belüli anomáliáinak dokumentálása és a megtermett termés mérése **(213 tábla- 4555 ha)**

**+18 gazdaság tábláinak elemzése**

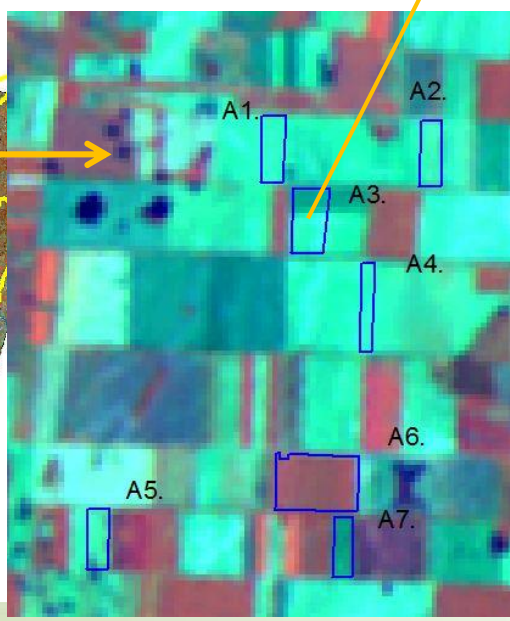
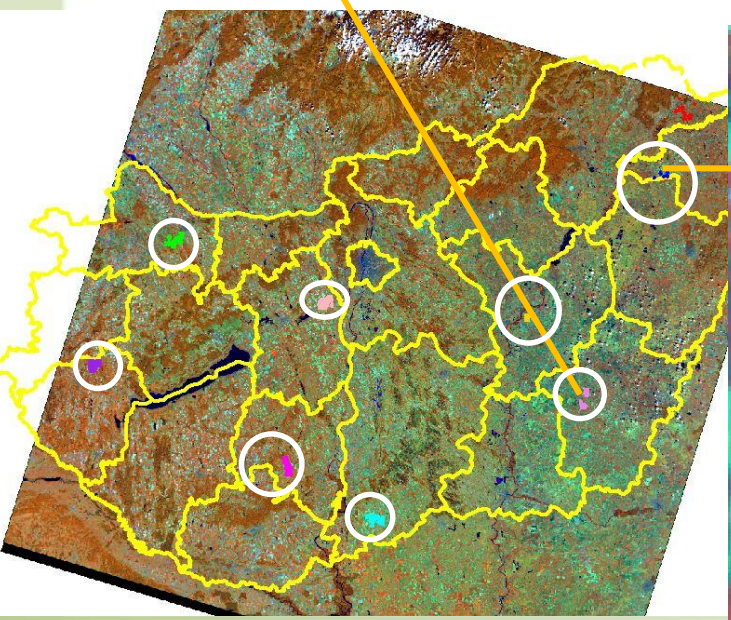
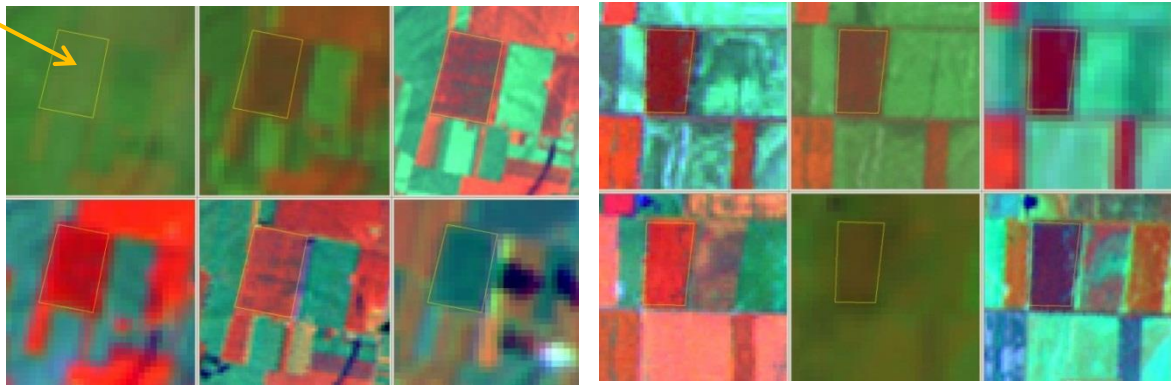
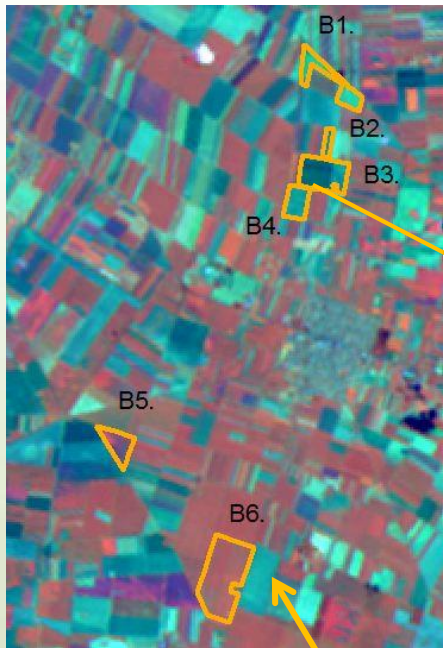




# Gazdaságok monitoringja: Pontosabb növényfejlődés követés táblarészlet szinten és korai előrejelzés

- Ltm7\_20091115\_189\_27\_eov.img
- 20100318\_awfs\_035\_035\_eov.img
- Ltm7\_20100417\_188\_27\_usgs\_eov.img
- Ltm7\_20100424\_189\_27\_usgs\_eov.img
- 20100425\_tm5\_188\_eszak\_eov.img
- 20100426\_awfs\_038\_038\_404\_eov.img
- Ltm7\_20100526\_189\_27\_usgs\_eov.img
- 20100527\_tm5\_188\_eszak\_eov.img
- 20100608\_awfs\_037\_034\_ac\_ry\_eov.img
- Ltm7\_20100611\_189\_27\_usgs\_eov.img
- 20100612\_iss\_iss\_033\_035\_00\_eov.img
- 20100612\_tm5\_188\_27\_eov.img
- Ltm7\_20100627\_189\_27\_usgs\_eov.img
- 20100628\_tm5\_188\_27\_eov.img
- 20100702\_awfs\_037\_035\_aa\_eov.img
- 20100705\_tm5\_189\_27\_eov.img
- ✓ 20100714\_tm5\_188\_27\_eov.img
- 2010721\_tm5\_189\_27\_eov.img
- 20100814\_awfs\_036\_037\_aa\_eov.img
- 20100822\_tm5\_189\_27\_eov.img
- 20100823\_issp6\_03034\_90\_eov.img
- 20100921\_issp6\_034\_034\_80\_eov.img
- 20100923\_tm5\_189\_27\_eov.img
- 20101011\_awfs\_038037\_aa0014\_ry\_eov.img
- 20101030\_awfs\_037\_033\_ac\_404\_ry\_eov.img

Több időpontú  
gazdag úrfelvétel  
idősor



| "A" gazdaság<br>búza táblái                    | becsült<br>hozam<br>(t/ha) | táblaméret<br>(ha) |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| A3.                                            | 4,94                       | 21,60              |
| A4.                                            | 6,20                       | 13,15              |
| A7.                                            | 5,35                       | 10,73              |
| A10.                                           | 4,68                       | 19,70              |
| A12.                                           | 5,48                       | 10,27              |
| becsült átlagos<br>hozam az "A"<br>gazdaságban | 5,22                       |                    |
| megyei átlag                                   | 3,50                       |                    |
| országos átlag                                 | 3,50                       |                    |

# ***A táblaszintű hozammérés kalibrációja, validációja***



# Aratási hozamok-adatbázisa: (2007-2014) a referencia gazdaságok működő hálózatából



- strátumonként és tájegységként
- megbízhatóság alapján

**Ez a hálózat hatalmas érték és garancia a levezetett információ hitelességét, megbízhatóságát illetően!**

- A hálózathoz állandóan újak csatlakoznak
- Egyidejű vetésszerkezet+ növényfejlődési adatok + támogatási kérelem
- Állandó, ellenőrzött, egyeztetett adatszolgáltatás

| crop             | 2008   |           | 2010   |           |
|------------------|--------|-----------|--------|-----------|
|                  | parcel | area (ha) | parcel | area (ha) |
| maize            | 145    | 5 101     | 101    | 2 831     |
| wheat            | 154    | 4 893     | 125    | 3 666     |
| rapeseed         | 67     | 2 035     | 60     | 1 826     |
| sunflower        | 55     | 1 675     | 45     | 1 362     |
| barley           | 44     | 1 369     | 37     | 990       |
| maize for silage | 4      | 334       | 10     | 675       |
| alfalfa          | 5      | 156       | 10     | 304       |
| peas             | 2      | 108       | 4      | 118       |
| sugar beet       | 5      | 87        | 7      | 190       |
| other            | 17     | 233       | 28     | 684       |
| sum              | 498    | 15 990    | 427    | 12 645    |

*Hasonló adatrendszer 2007-2014-ig*

**Validáció: 2007-2014 között, mintegy 1900 referencia táblán (60.000ha).**

**Hozam-mérés (2010-2014) mintegy 1010 táblára (~24.500ha).**



# Tábla-termést mérő módszerünk jellemzői

- Kizárólag az adott táblának és részeinek méri a termését külön-külön
- Nem használ semmiféle átlagoló, interpoláló következtetést a környezetből!
- Felvételek sorozatát, az összekalibrált sugárzásokat használja a hozam méréshez
- Adott időpontból tudja előre - becsülni az aratási hozamot



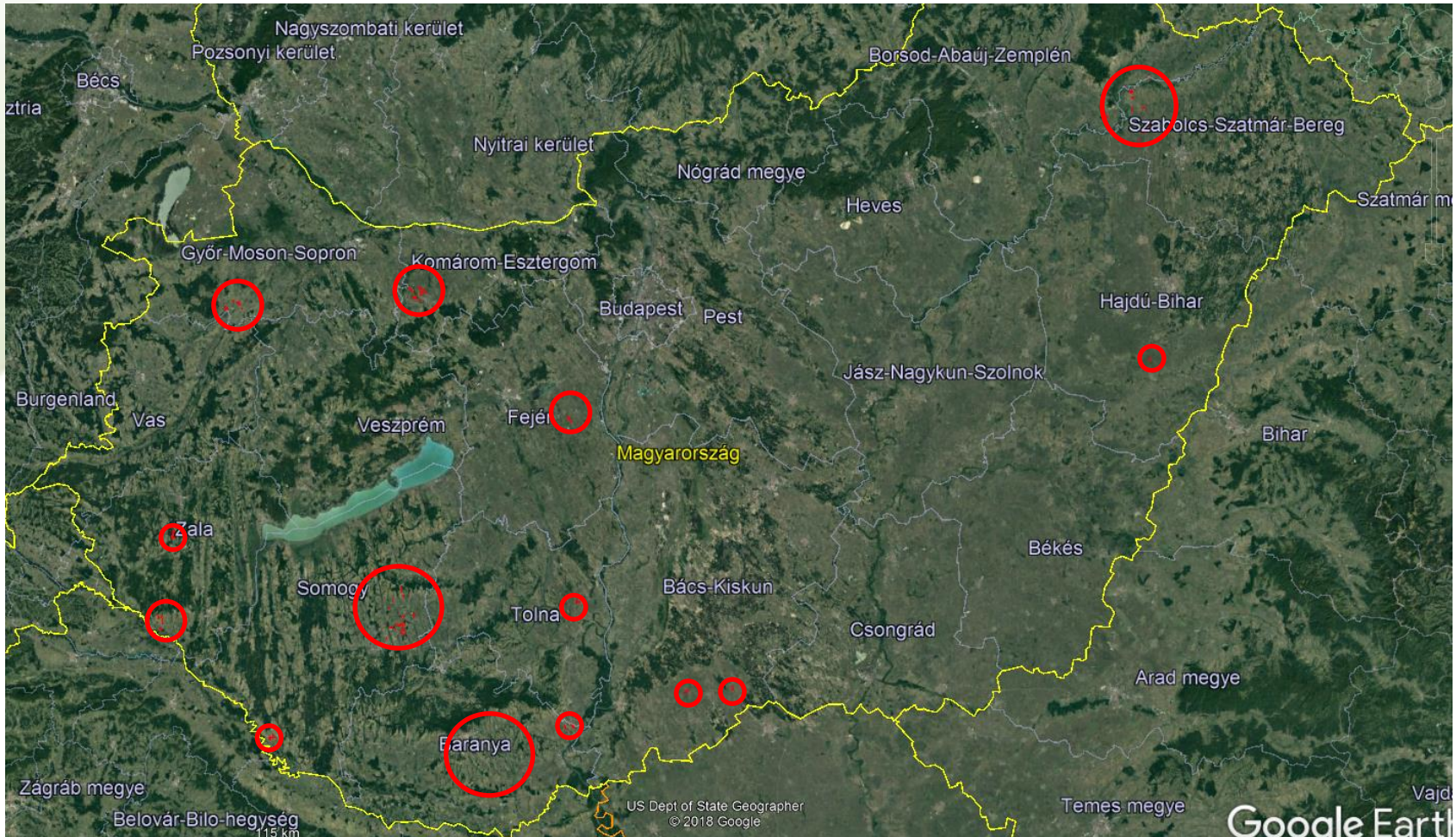


# **Cosima szolgáltatások precíziós szinten (2015-)**

- 1. Cellahozamokat tudunk mérni**
- 2. A táplálás alapjai, az optimális hozamzónák**
- 3. Alap és fejtrágyázás támogatása**
- 4. Művelés prec. elemzése, haszonnövelés**
- 5. Tábla aratási hozamátlag előre becslése**



# COSIMA hozammérés cellákra, heterogén táblákban



Kb. 80 tábla/3-5 év cella szintű visszamenőleges  
hozammérése 2015-től



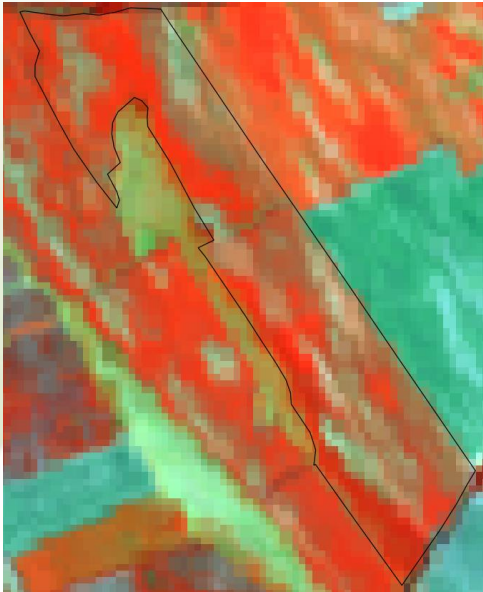
# **Validáltan tudunk cellahozamokat mérni t/ha-ban**



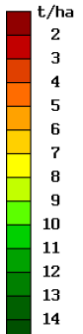
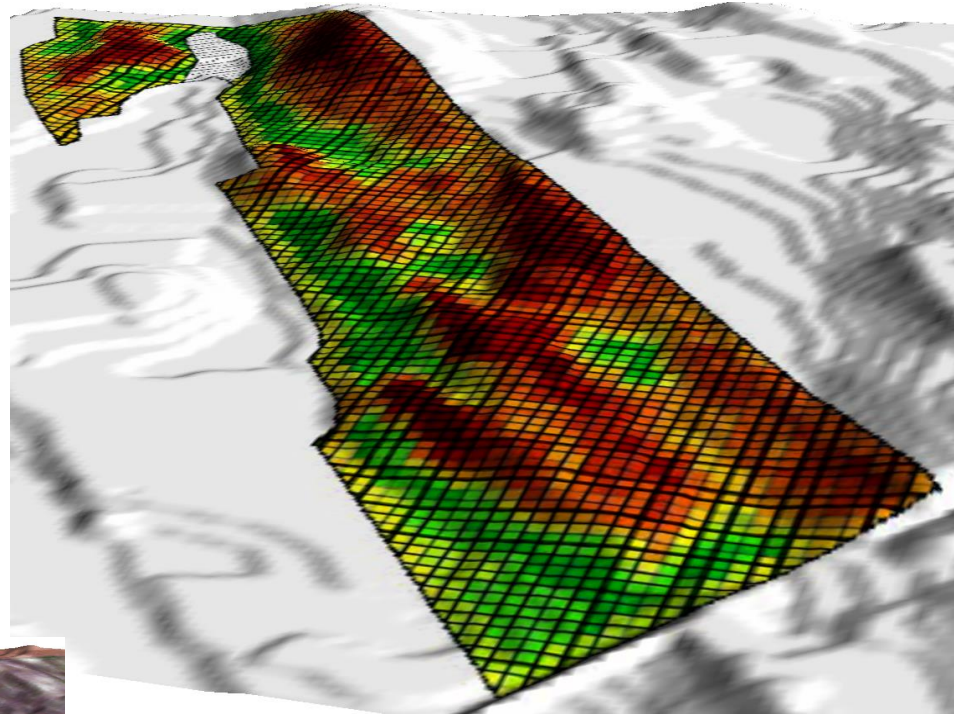


# Cellahozamok térképe

Fejér megyei tábla (102 ha)

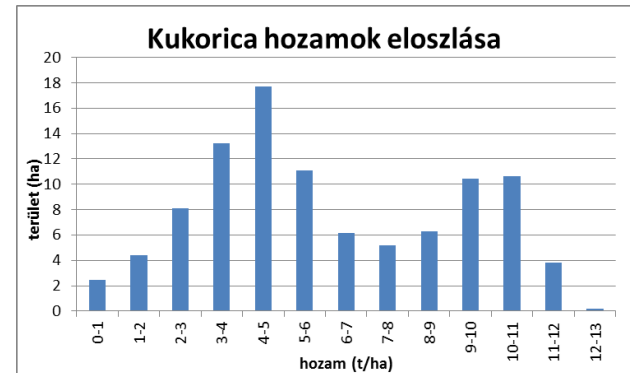
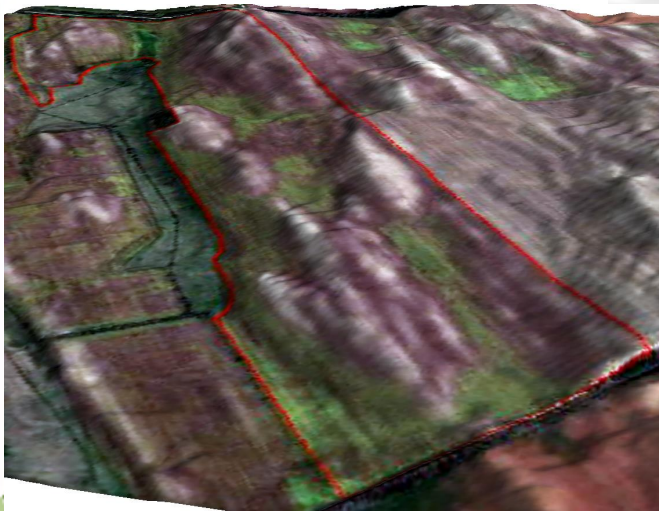


Sentinel 2 űrfelvétel

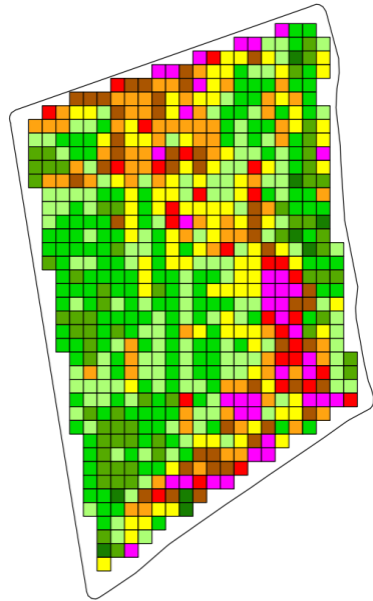


hosszra húzott terület hozammérésből kizárt terület

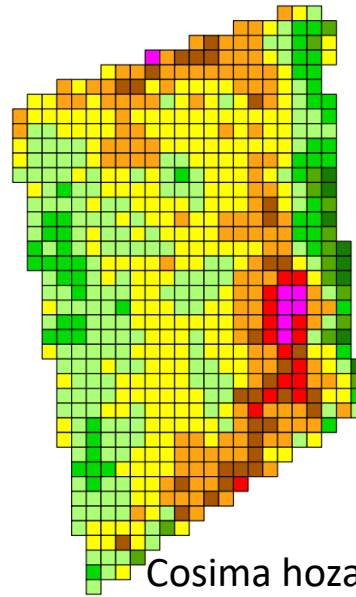
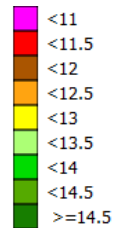
Cellahozam domborzattal. Kukorica átlaghozam: 6,1 t/ha



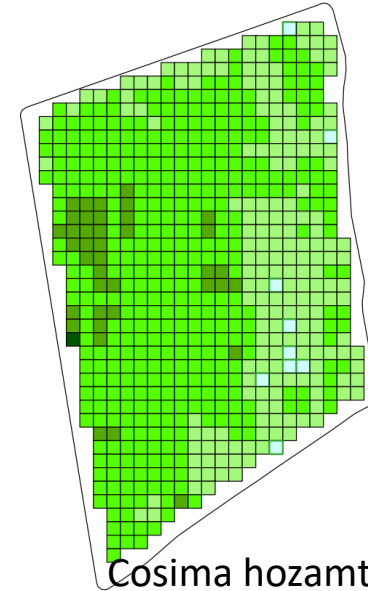
# A COSIMA cellahozam mérése több évre visszamenőleg



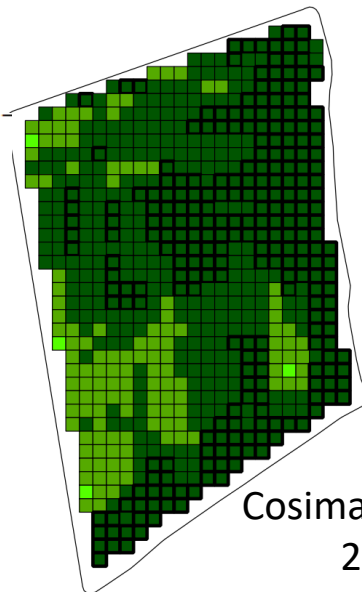
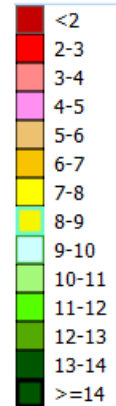
2016 precíziós aratási térkép



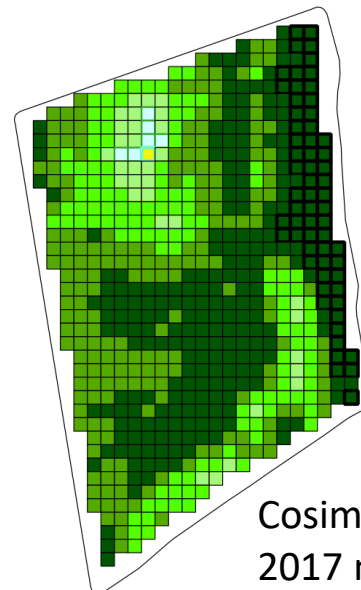
Cosima hozamtérkép  
2016 kukorica



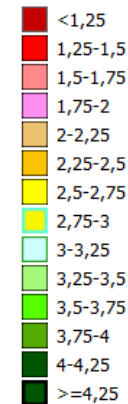
Cosima hozamtérkép  
2014 kukorica



Cosima hozamtérkép  
2015 búza



Cosima hozamtérkép  
2017 napraforgó



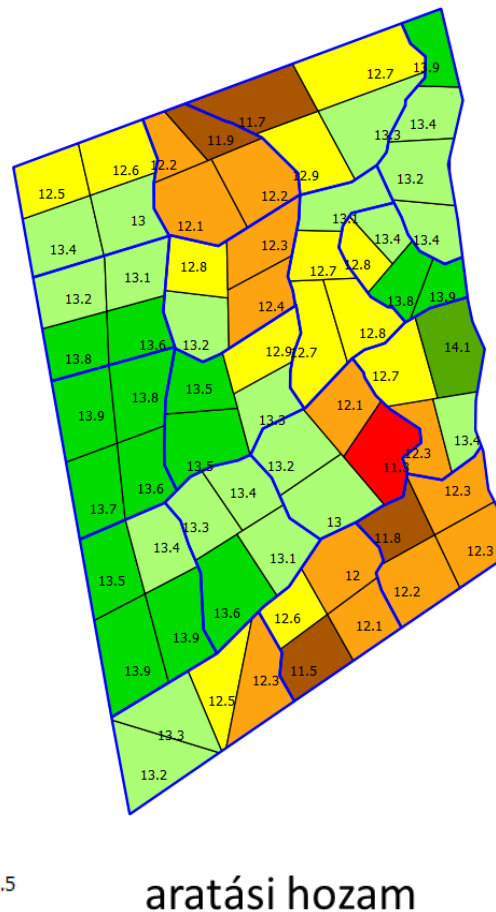
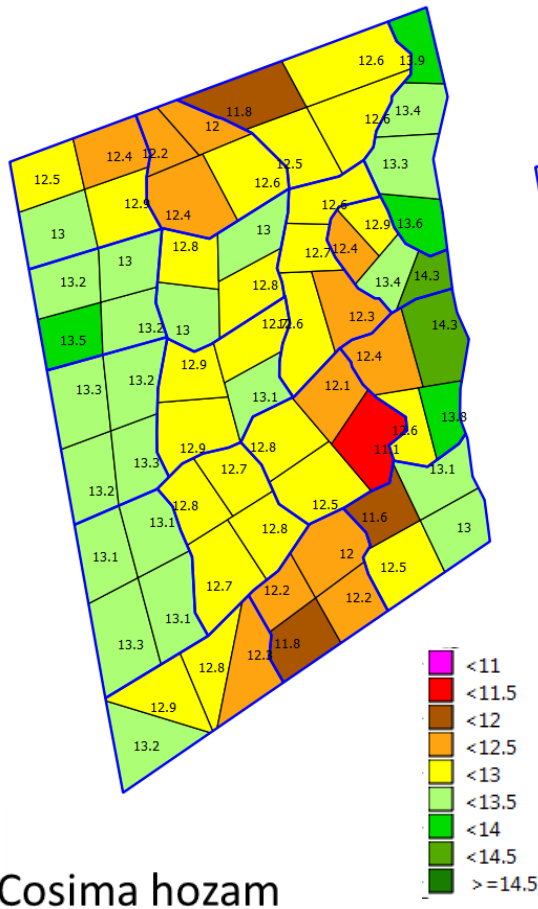


# Ha zónákat darabolunk akár 0,7ha átlagig:

A COSIMA hozam és a precíziós aratási térkép között átlagos eltérés  $\sim \pm 2,5\%$ .

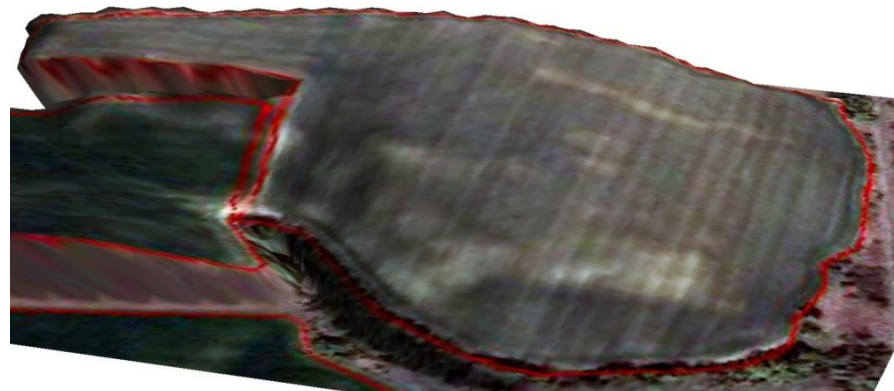
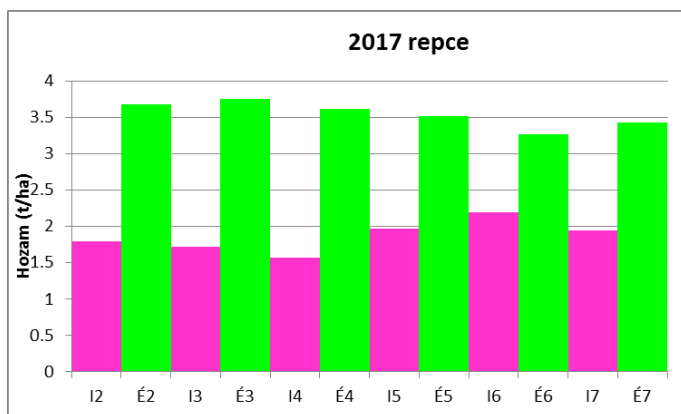
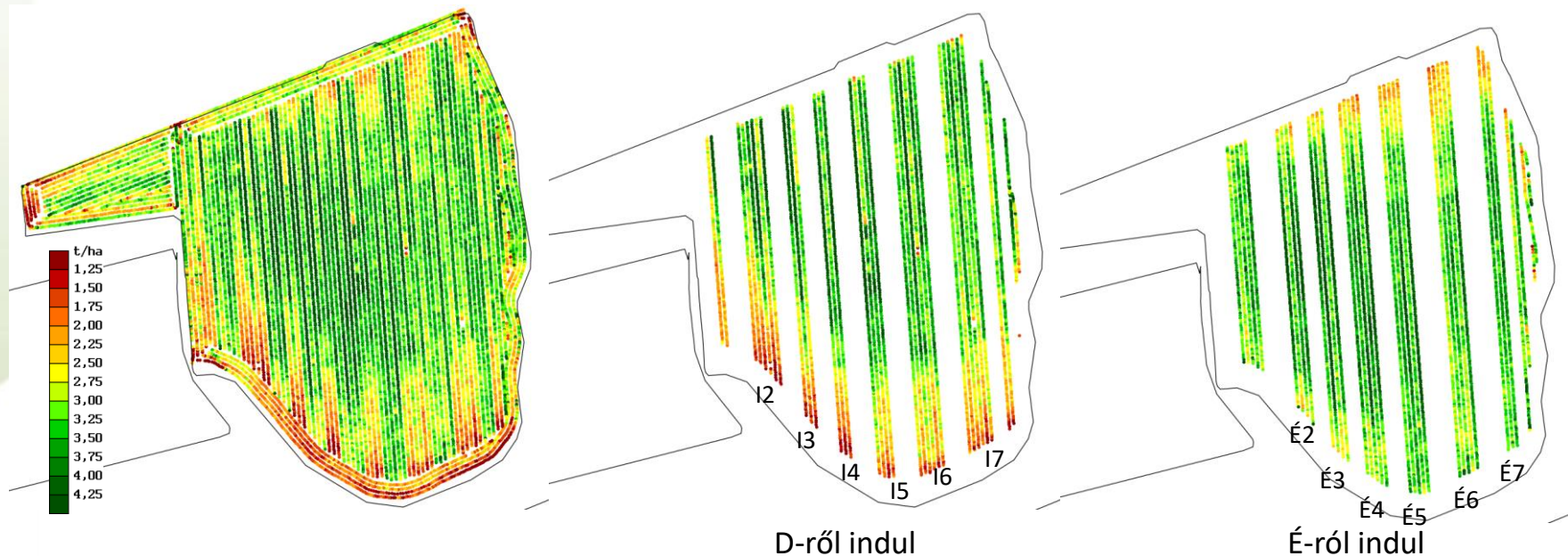
**TEHÁT: megbízhatóan lehet a zónák eredményét is mérni a módszerünkkel!**

**E módszer segít az előző években folyt művelés elemzésében is. Így a kísérletek is gyorsabban lezárulhatnak, a meglévő precíziós gépi kapacitásokon túl is elvégezhetőik.**



# Nehéz az összehasonlítás cellánként még a kitűnően kalibrált kombájnoknál is

(több ok, hibaforrás miatt egyszerűen, mechanikusan nem is lehet!)



# A precíziós hozammérés pontosságának biztosítása és mérése

honnán tudjuk a pontosságot?

1. Támaszkodunk saját *táblaszintű* beigazoló adatrendszerünkre (1900 tábla, 60Eha, 7 év 40 gazdaság, országos minta) ezen  $\pm 5\%$ -on belüli a mérési hibánk.
2. Adataink cellánként összehasonlíthatók az aratási hozamtérképekkel (ha azok jól kalibráltak!)
3. **A cella szintű (0,04-0,1ha) hozammérésünk hibája az 7-8%-os tartományba esik.** Ennél a gyakorlatban sokkal jobb eredményeket is látunk már 0,7ha-os részletekre is (Pl. az előző 2,2-2,5%)



**Az előző évek cellahozamai +  
morfológia = optimális zónák**



# Mi a zóna?

a precíziós gazdálkodás központi egysége, tényezője

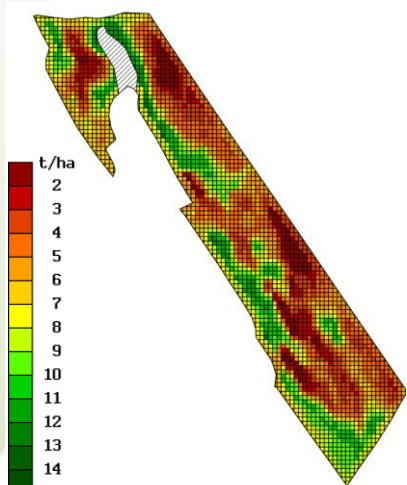
- **Output szempont:** a zóna az a táblarész amely darabjainak a terméspotenciálja **hasonló**, a különböző években egyformán viselkedik a termés szempontjából
- a zóna, a táblán belüli viszonylag homogén részterület, ahol azonos input rendszert lehet alkalmazni a művelésben
- **Input szempont:** a zónát úgy is meghatározzák, hogy az a terület a táblában, ahol a **termést befolyásoló tényezők nagyjából azonosak** - Figyelem! Éppen ezen meghatározó tényezők hatását, a hatás erősségét kell bizonyítani és a tényezők megfelelően pontos és sűrűs mérését nem tudjuk biztosítani!
- azok az információk hasznosak a zónák megállapításában, amelyek sűrűn, vagy folytonosan mintavételezhetők, időben stabilan, közvetlenül és erősen befolyásolják a termés-hozamot



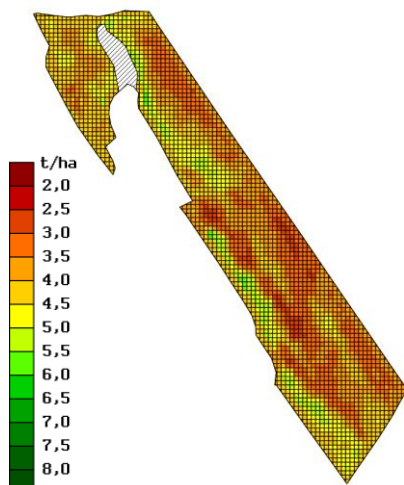


# Kezelési egységek, zónák meghatározása pontos méréssel

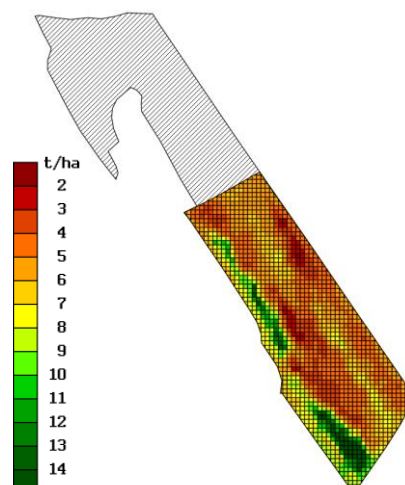
Fejér megyei tábla (102 ha)- a hozamokat mérjük, tehát nem relatív értékek (jobb/rosszabb)!



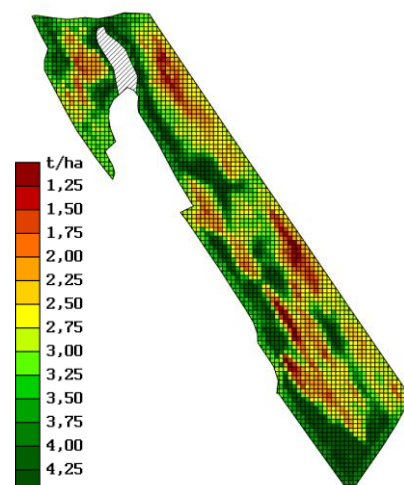
2013 kukorica  
mért átlaghozam: 6,1 t/ha



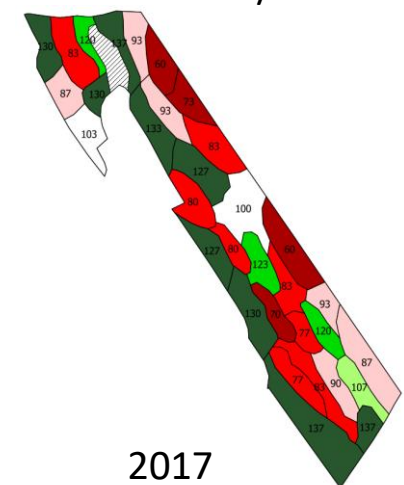
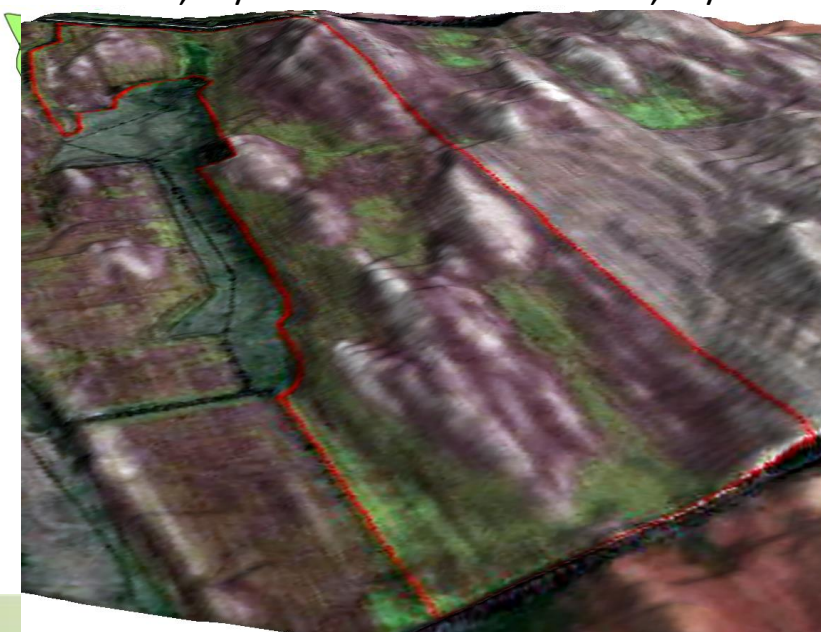
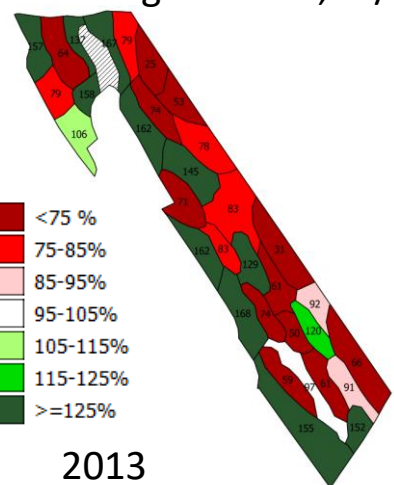
2014 tavaszi árpa  
3,9 t/ha



2015 kukorica  
5,9 t/ha

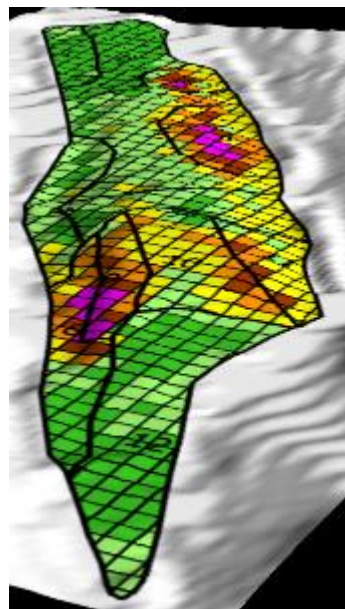


2017 napraforgó  
3 t/ha

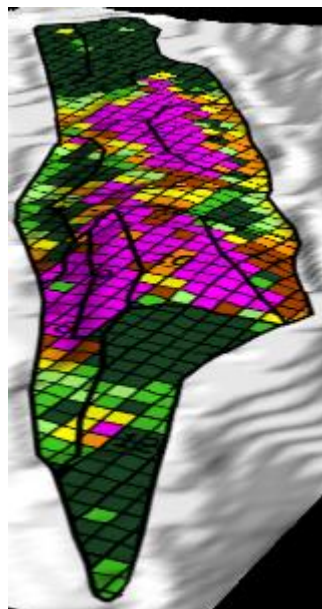


# Dunántúli tábla hozamainak alakulása 3 éven át

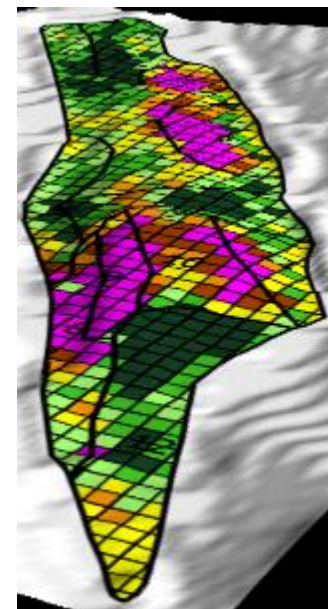
(mérni lehet a zónázás hatékonyságát)



2014 búza, 6,9t/ha

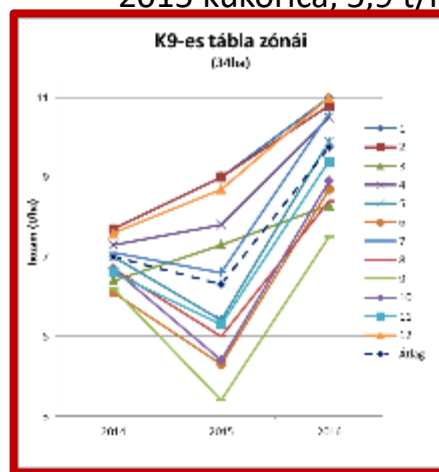


2015 kukorica, 5,9 t/ha



2016 kukorica, 9,1 t/ha

A hozamok relatív szórása méri a zónázás jószágát



A zónák **határait és termőképességét** mérjük fel előbb több év alapján, majd utána a rendelkezésre álló tápanyagot (elemeket stb.) a talajmintavétellel bővített laborral.

Ebből a zónák hozzájárulása a tervezett táblaátlaghoz, valamint az ahhoz szükséges tápanyagellátás egyszerűen, mechanikusan meghatározható.



# Megfigyelések a növény táplálásnál, a kezelési egységek (zónák) kialakításánál

Sok nem megfelelő zóna-meghatározást, tanácsot láttunk, látunk (elemzés).

Ezek a gazdának nem látható módon veszteséget termelnek!

Ide tartozik a „csináljunk kísérletet” időhúzása is!

Ezek ára: 10-30 Eft/ha/év elmaradt haszon!

Módszerünkkel már az 1. differenciált művelési évben ráállhatunk a leghatékonyabb tápanyagellátásra! Ez jelentős előny!



# Amiket el kell kerülni!

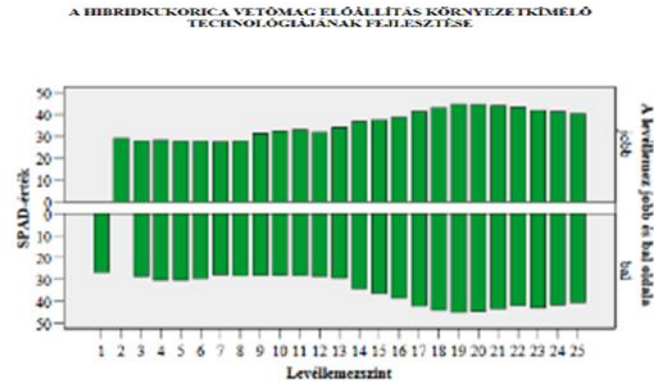
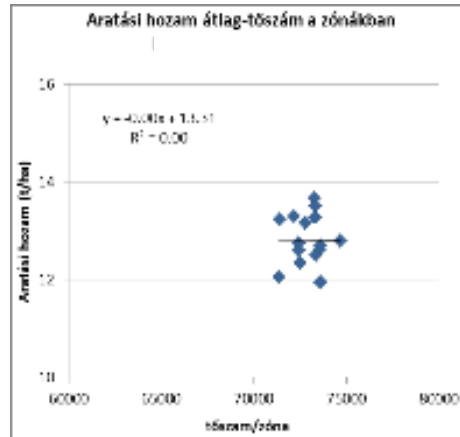
mert beprogramozott anyagi veszteséget jelentenek a gazdának

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

## Jelmagyarázat

NDVI átlag

|   |                 |
|---|-----------------|
| ■ | 0.4890 - 0.4962 |
| ■ | 0.4962 - 0.5034 |
| ■ | 0.5034 - 0.5106 |
| ■ | 0.5106 - 0.5178 |
| ■ | 0.5178 - 0.5250 |
| ■ | 0.5250 - 0.5322 |
| ■ | 0.5322 - 0.5394 |
| ■ | 0.5394 - 0.5466 |
| ■ | 0.5466 - 0.5538 |
| ■ | 0.5538 - 0.5610 |



6. ábra. A SPAD-értékek változása a levélmez hosszában

**bal/**  $0,56-0,49 = 0,07$ -ot nem 10, de még 3 kategóriára sem lehetne osztani h (még ha nincs légköri hiba sem). A műszer és a mérés hibája  $\pm 3(4)\%$ . Itt 1,5% ndvi érték egy kategória! Jelenthetnek-e valamit ezek a kategóriák? Csupán a pillanatnyi borítást (LAI-t), ha a mintavétel elégséges lenne. De ez az év során változik: a fejletlenebb jobb lesz és fordítva. Ez az adott az adott év hozamképességét nem/gyengén mutathatják. Ezen a több év sem segít! *Ez a legrosszabb lépés a zónák kialakításában. A termőképességet mutatná, ami a megfelelő művelés alapja lenne.*

**közép/** Itt egy zónázás alapján kijánlott tőszám differenciálás + illeszkedő tápanyag-kijuttatási kísérlet „eredménye” látható! Nincs semmi összefüggés a termesztési intenzitás és a hozam között! Ennek a „kísérletnek” költségét, az elmaradt hasznot, a gazda fizeti!

**jobb/** A SPAD-dal történt mérésnek a levélen belüli helyzettől való függése nagy. Itt  $\sim 30\%$ . Ehhez jön még a por, nedvesség hatása, valamint a mintavételi hiba a levél és a 2-3 ha-nyi terüldarabok termőképessége között!

**A termőképesség, az állapotok mérésére csak megalapozott és a gyakorlatban is használható módszerek, releváns mennyiségek, paraméterek használhatók. Minden egyéb ront az eredményességen!**



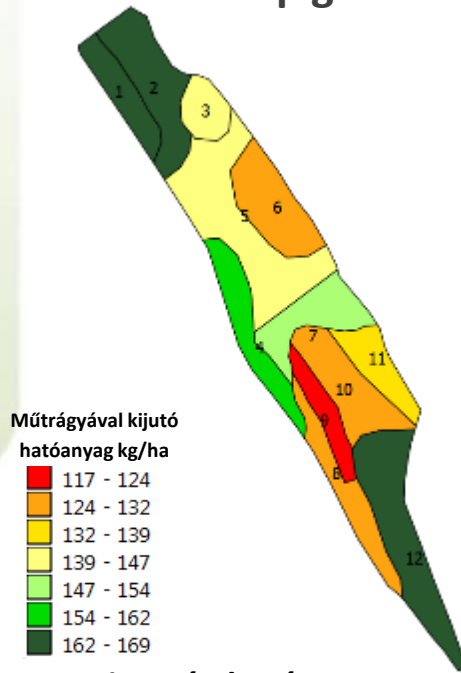
# **Tápanyag tervezés több éves hozamvizsgálat + talajmintavétel alapján zónákra**



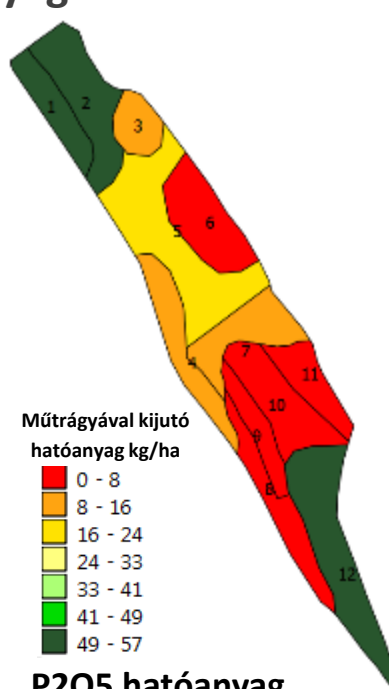


# ALAPTRÁGYÁZÁS

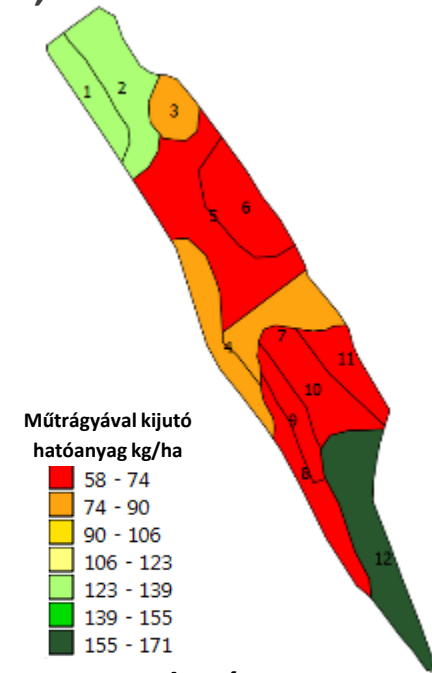
Egy tervezett 8 t/ha kukorica táblaátlaghoz szükséges hatóanyagok (NPK) a zónákban.  
Szóráskép generálás tápanyag-ellátási szaktanácsadóval, automatikusan!



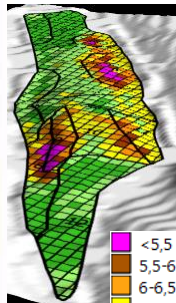
**Nitrogén hatóanyag**



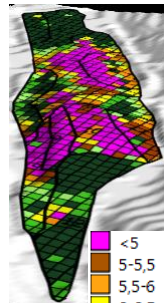
**P2O5 hatóanyag**



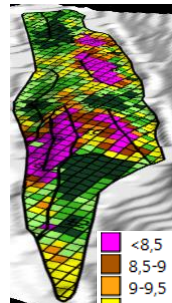
**K2O hatóanyag**



2014 búza  
6,9t/ha



2015 kukorica  
5,9 t/ha

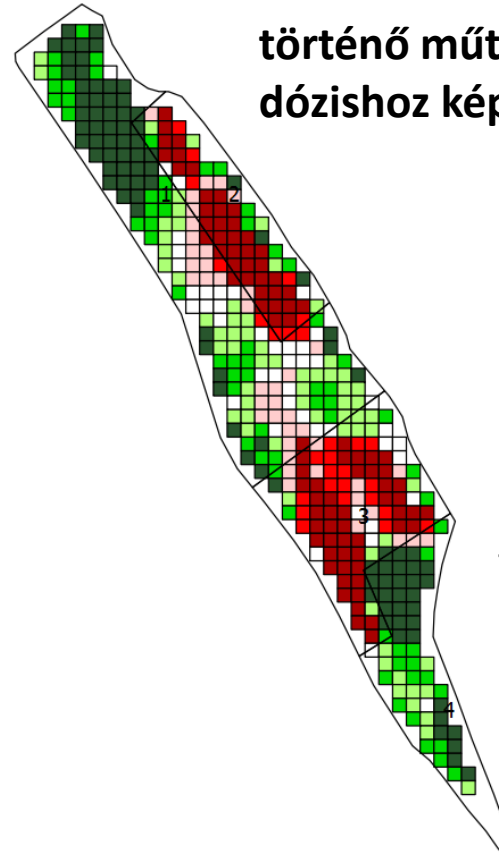
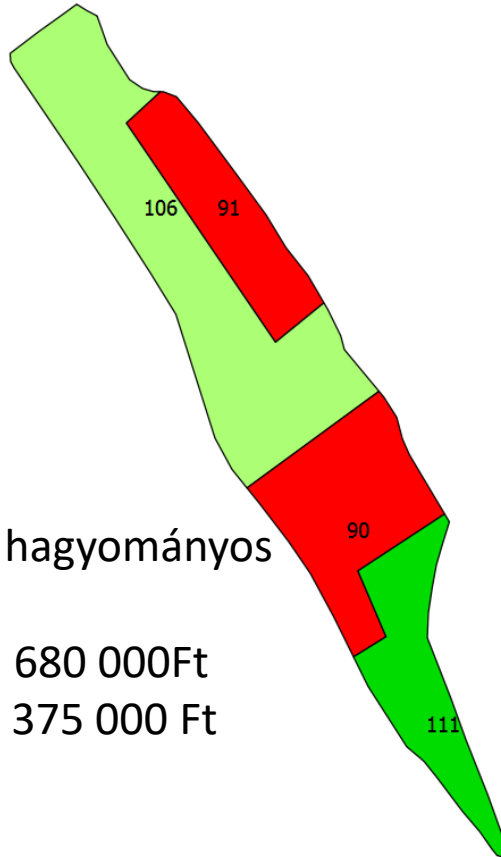


2016 kukorica  
9,1 t/ha

| Táblajel   | Terület ha | Növény   | Termés t/ha | Műtrágyával kijutó hatóanyag kg/ha |      |     |
|------------|------------|----------|-------------|------------------------------------|------|-----|
|            |            |          |             | N                                  | P2O5 | K2O |
| K9-1 ZÓNA  | 1.80       | Kukorica | 9.7         | 169                                | 57   | 132 |
| K9-2 ZÓNA  | 3.60       | Kukorica | 9.7         | 169                                | 57   | 132 |
| K9-3 ZÓNA  | 1.30       | Kukorica | 7.8         | 146                                | 10   | 76  |
| K9-4 ZÓNA  | 2.40       | Kukorica | 8.9         | 160                                | 11   | 84  |
| K9-5 ZÓNA  | 6.10       | Kukorica | 7.7         | 146                                | 21   | 66  |
| K9-6 ZÓNA  | 3.10       | Kukorica | 6.5         | 128                                | 0    | 63  |
| K9-7 ZÓNA  | 2.60       | Kukorica | 8.4         | 154                                | 11   | 81  |
| K9-8 ZÓNA  | 2.30       | Kukorica | 7           | 130                                | 0    | 67  |
| K9-9 ZÓNA  | 1.40       | Kukorica | 5.8         | 117                                | 0    | 58  |
| K9-10 ZÓNA | 3.10       | Kukorica | 6.8         | 130                                | 0    | 64  |
| K9-11 ZÓNA | 1.80       | Kukorica | 7.3         | 139                                | 0    | 69  |
| K9-12 ZÓNA | 4.70       | Kukorica | 9.6         | 169                                | 50   | 171 |

# A többlet haszon számítható: (34,1 ha)

- a differenciális és
- hagyományos eszközökkel



történő műtrágyázásnál az állandó dózishoz képest

Többlethaszon hagyományos gépparkra:

- 10 t/ha-nál: 680 000Ft
- 6 t/ha-nál: 375 000 Ft

Többlethaszon teljesen differenciáló kijuttatásnál:

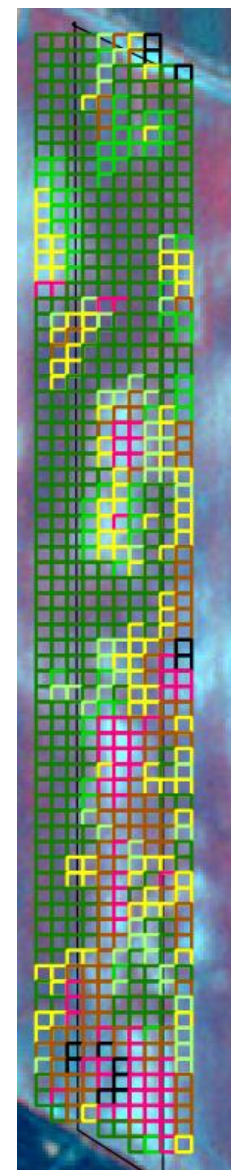
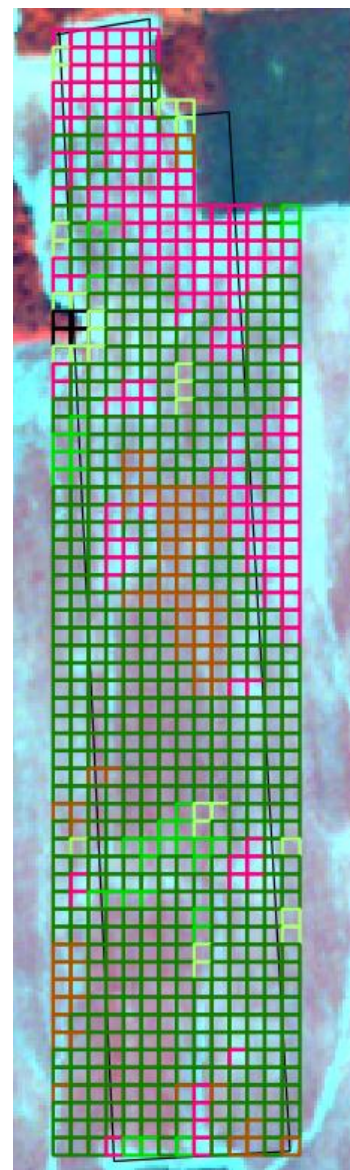
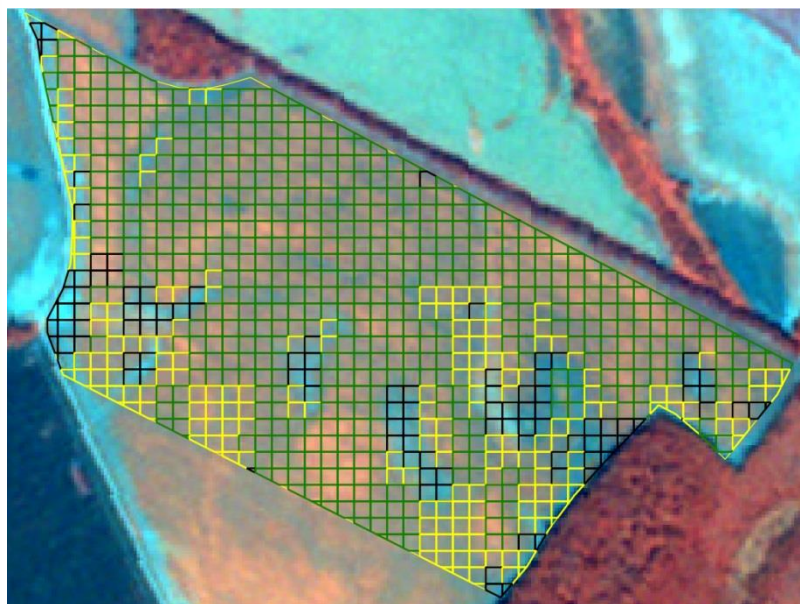
- 10 t/ha-nál: 955 000Ft
- 6 t/ha-nál: 510 000 Ft

|            | <u>többlethaszon</u><br>Cosima + nem differenciális<br>(Ft/ha) | <u>többlethaszon</u><br>Cosima + differenciális<br>(Ft/ha) |
|------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 10t/ha-nál | 20.000                                                         | 28.000                                                     |
| 6 t/ha-nál | 11.000                                                         | 15.000                                                     |

60Eft/ha műtrágya-árral számolva(alap + fejtrágya)



# Fejlettség/fejlődés felmérése jobban: szükséglet = szokásos+4 dim fejtrágyázás kijuttatási javaslat minta-területen

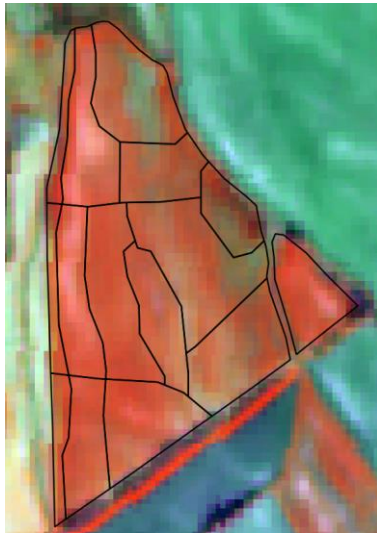


Egyedi hozammérés módszerén alapuló N- kijuttatási javaslat. A javasolt mennyiség területi megoszlását mutatják az ábrák. *Nem a pillanat határozza meg a szükségletet!* +4 dimenzió kell:- nagyobb haszon!

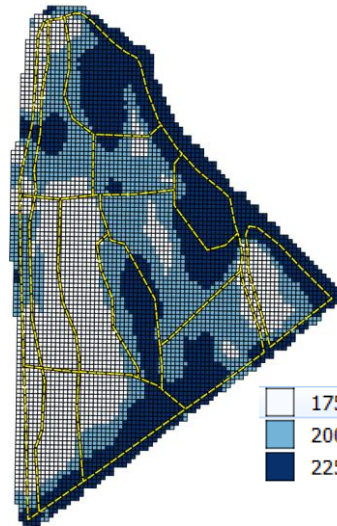




# Helytelen –de gyakori- fejtrágyázási gyakorlat: itt 17Eft/ha az elmaradt haszon!

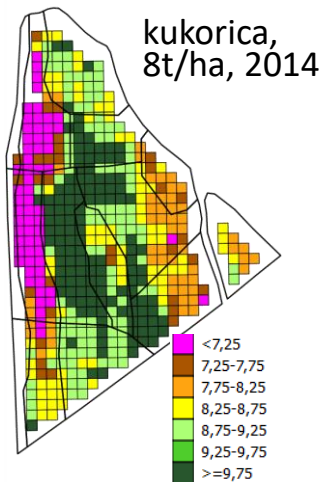


2017.03.29

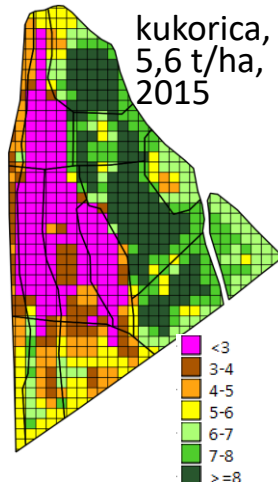


Javasolt/megvalósított fejtrágya adagolás

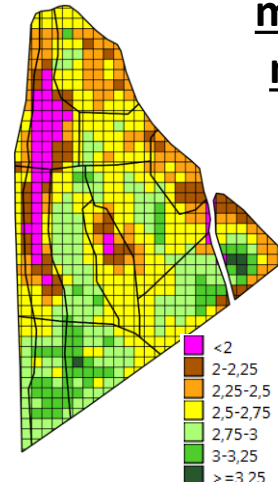
Cosima hozamtérképek



kukorica,  
8t/ha, 2014



kukorica,  
5,6 t/ha,  
2015



napraforgó,  
2016, 2,3 t/ha

Elhibázott, hatástalan és veszteséges a gyenge részek ellenőrzés nélküli táplálása mind a tábla belsejében, mind a déli táblaszélén.

Ezek a hibák azért léptek fel, mert nyilvánvalóan nem vette figyelembe a tanácsadó az előző évek hozamait (nem tudta meghatározni), másrészt meghatározóan egy napon mutatott növény borítási állapotra összpontosított, ami önmagában *elégtelen*.

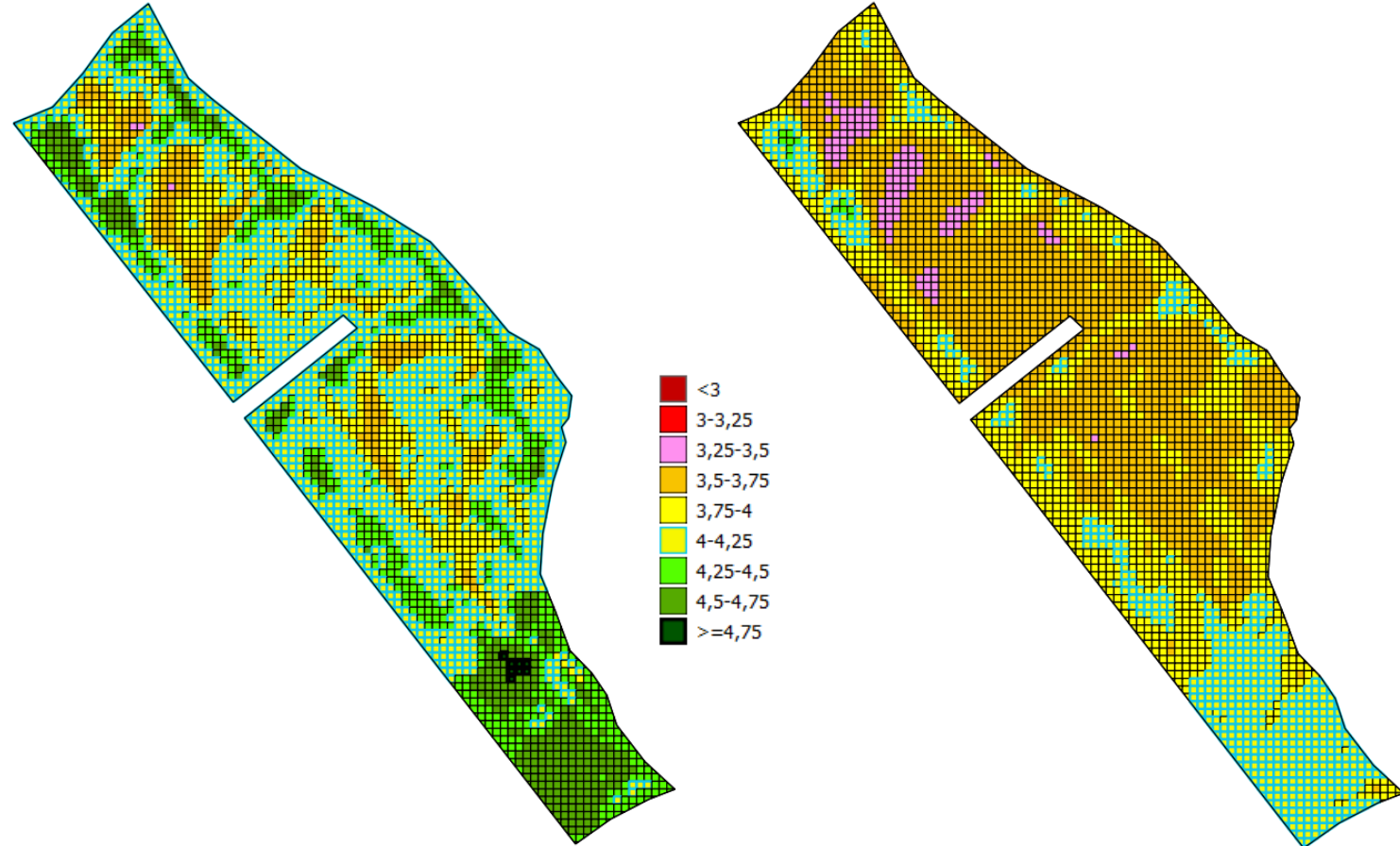


# Aratási tábla hozamátlag előre becslése





# Aratási hozamátlag előre becslése a táblában

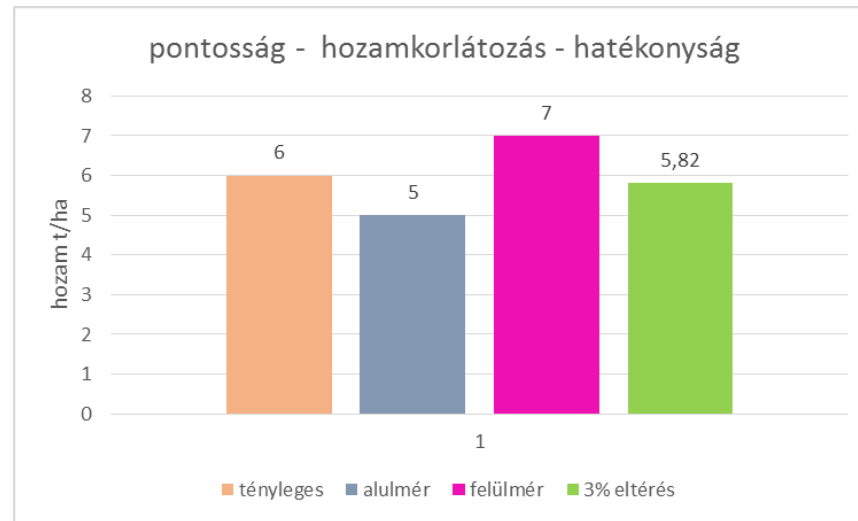


Példa a táblákban (cellákban) termesztett növények várható, aratáskori átlagos terméshozamának becslésére a virágzást követően 2 alkalommal (2. esetben 3-4 héttel az aratás előtt)



# Mire jó és mi a haszna a pontos hozammérésnek?

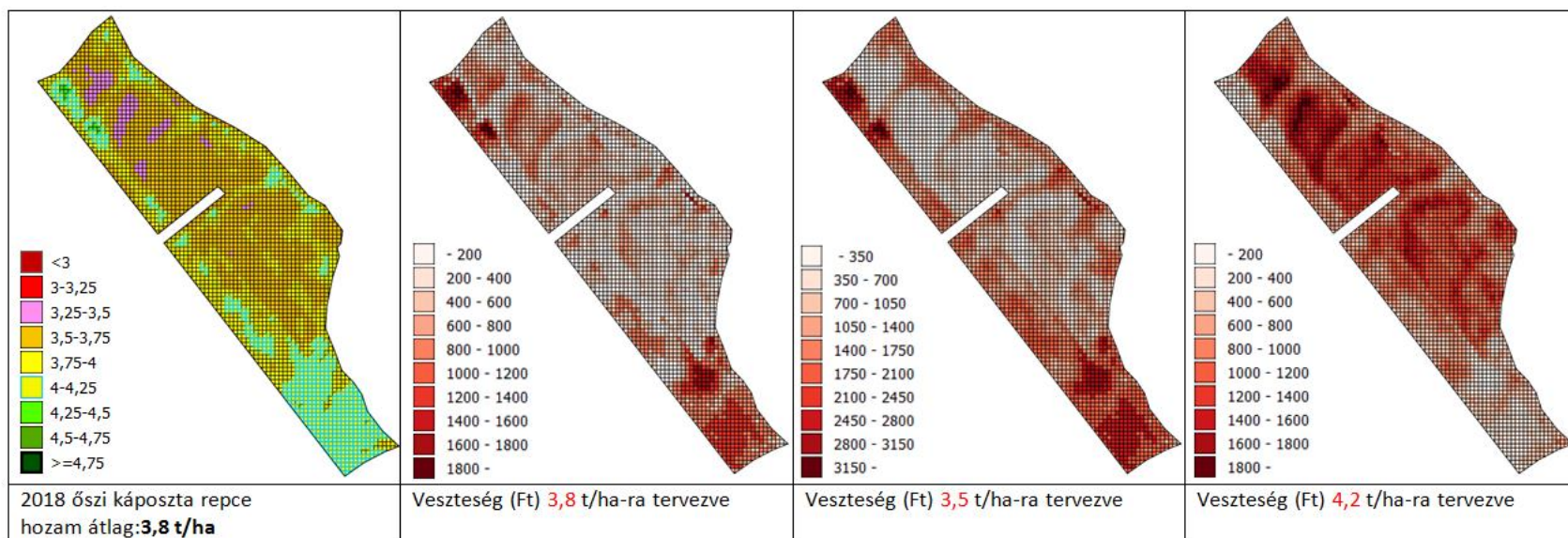
## Többször haszon a tápanyag visszapótlásnál!



| mért érték (t/ha) | valódi érték (t/ha) | hozam korlátozás (t/ha) | többször műtrágya (Ft/ha) | bevétel csökkenés (Ft/ha) | veszteség (Ft/ha) |
|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| 5                 | 6                   | 1                       | -                         | 40 000                    | 40 000            |
| 7                 | 6                   | 0                       | 13 333                    |                           | 13 333            |



# Példa heterogén tábla egyenletes táplálása vagy hibás mérése/nyilvántartás okozta veszteségre 120 ha-on



| Veszteség                 | 3,8 t/ha-ra tervezve |               | 3,5 t/ha-ra tervezve |               | 4,2 t/ha-ra tervezve |               |
|---------------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
|                           | Ft/tábla             | Ft/ha         | Ft/tábla             | Ft/ha         | Ft/tábla             | Ft/ha         |
| többlet műtrágya kiszórás | 600 000              | 5 000         | 33 000               | 300           | 2 792 000            | 23 300        |
| valószínű hozam kiesés    | 880 000              | 7 300         | 3 607 000            | 30 000        | 4 000                | ~0            |
| <b>Σ veszteség</b>        | <b>1 480 000</b>     | <b>12 300</b> | <b>3 640 000</b>     | <b>30 300</b> | <b>2 796 000</b>     | <b>23 300</b> |

|                       |                                          | kg/t          | mono műtrágya Ft/kg | hatóanyag % | hatóanyag ára (Ft/kg) | 1 t terméshez szükséges műtrágya ára (Ft/ha) |
|-----------------------|------------------------------------------|---------------|---------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| repce tápanyag-igénye | nitrogén (N)                             | 55            | 120                 | 0.27        | 444                   | 24 444                                       |
|                       | foszfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 35            | 106                 | 0.205       | 517                   | 18 098                                       |
|                       | kálium (K <sub>2</sub> O)                | 43            | 168                 | 0.6         | 280                   | 12 040                                       |
|                       | <b>szum műtrágya (Ft/t)</b>              |               |                     |             |                       | <b>54 582</b>                                |
|                       | <b>repce eladási ár (Ft/t)</b>           | <b>105000</b> |                     |             |                       |                                              |



# Összegzés

1. VAN fizikai háttere a sugárzás és növényfejlődés összefüggésének
2. A COSIMA-kifejlesztett **egy tábla és egy precíziós/cella hozammérési eljárást és szolgáltatást.** A mérés validált:  $\pm 5\%$ /tábla és  $7-8\%$ /cella. Van előrebecslés is, (virágzástól) kb  $\pm 10\%$ .
3. A nehézséget gyakran a vevők, a gazdaságok adatainak, nyilvántartásainak pontatlanságai, hibái jelentik. Nyilván nem igaz, hogy: az eltérés = a Cosima hibája.
4. A szolgáltatások mindenütt és minden évben nyereséget hoznak:
  - a. Cellahozam mérésével akár 5-10 évre visszamenőleg (térbeli elemzés: okok, ráfordítások, hatások)
  - b. Opt. művelési/kezelési zónák meghatározásával 3-5(10) év cellahozamai alapján
  - c. A prec. alaptrágyázás és fejtrágyázás szórásképpel mechanikusan meghatározhatók,
  - d. Nem teljes differenciált kijuttatásnál is elérhető a max. haszon 2/3-a!
  - e. Komplex elemzések a gépek adataiból –főleg a hozamméréssel kapcsolatban- javító, optimalizáló céllal
5. Láttunk helyes és hibás zóna kijelöléseket. Ezek objektíven elbírálhatók. A rosszak veszteséget, a jók nyereséget jelentenek a gazdaságnak
6. Egyszerű példákat lehet adni a pontatlanságból adódó veszteségek számítására, ami széles körben alkalmazható

[gabor.csornai@cosima.hu](mailto:gabor.csornai@cosima.hu)

mob: 30-475-8018

