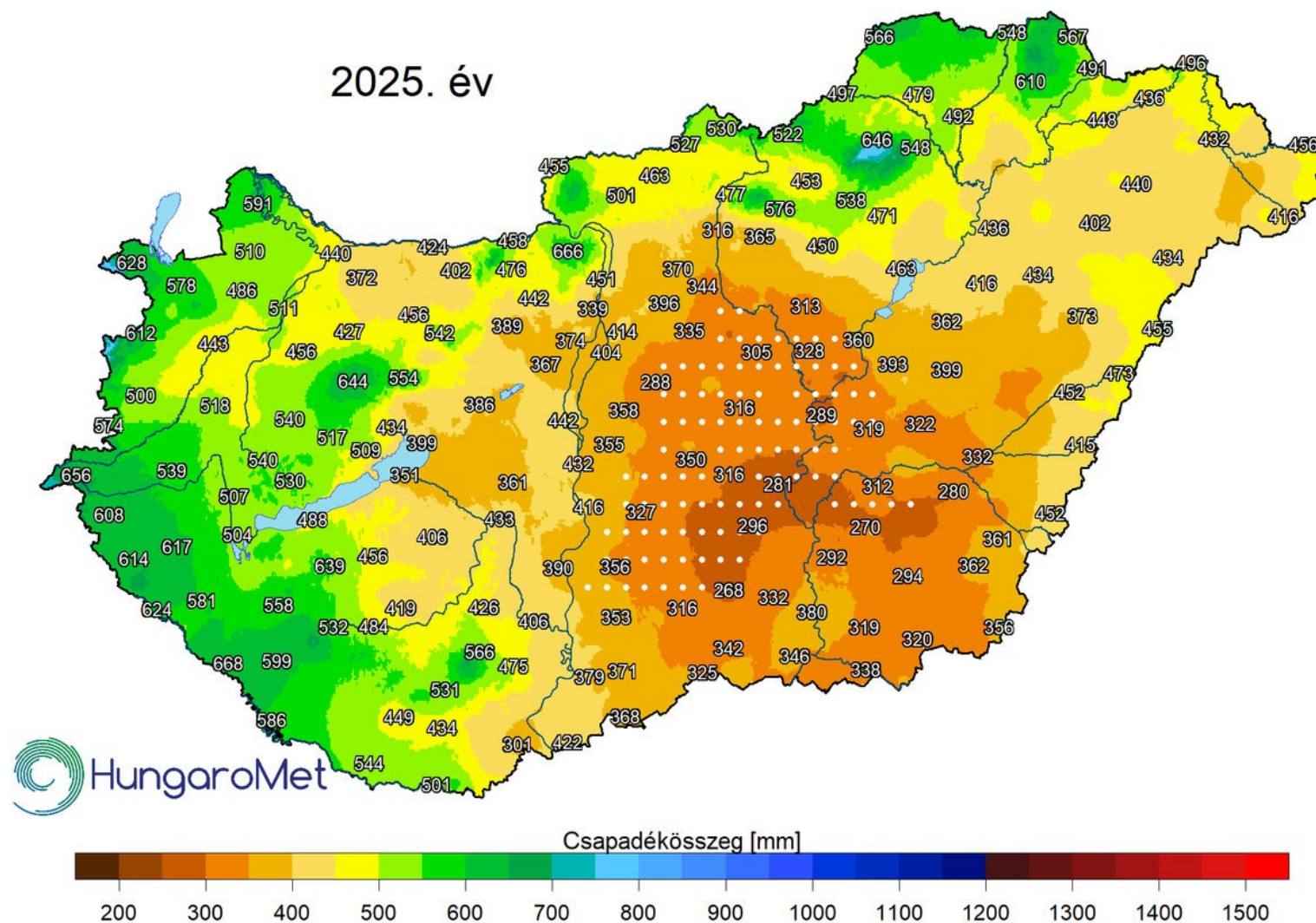


# Az öntözés és a tápoldatos tápanyag-visszapótlás a precíziós gyümölcsstermesztésben – mennyire tudunk precízek lenni a gyakorlatban?

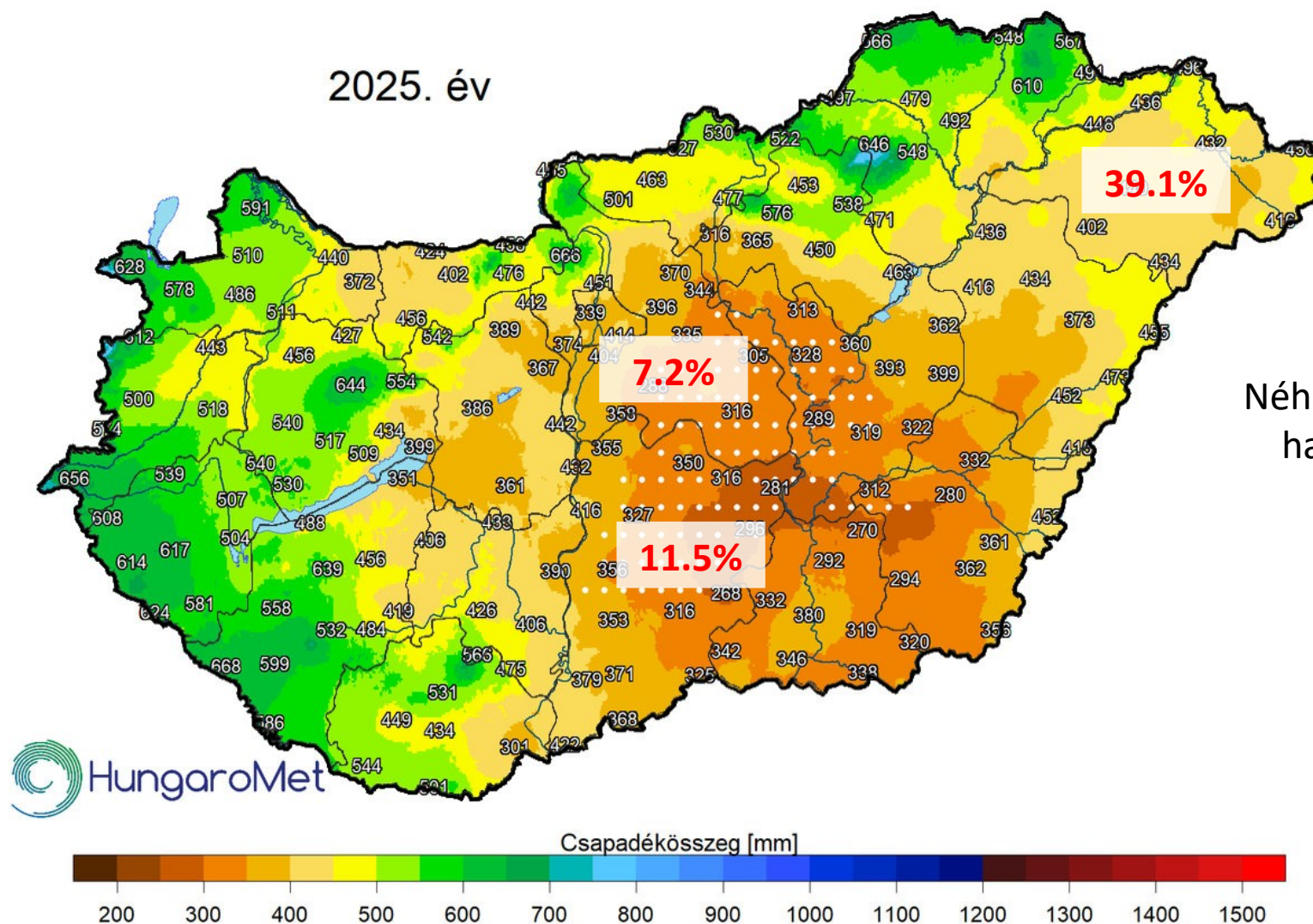
*Dr. Lakatos Tamás*  
*kutatói igazgatóhelyettes*

*MATE Kertészettudományi Intézet*  
*Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont*  
*Tudományhasznosítási és Ipari Együttműködési Központ*

# Az éves csapadékmennyiség Magyarországon a HungaroMet adatai szerint



# A hazai gyümölcsstermesztési ágazat kitettsége a klimatikus változásoknak



Néhány megye részesedése a  
hazai ültetvényfelületből  
(KSH, 2024)

A klimatikus változások lépéskényszerbe hozzák a gyümölcsstermesztési ágazatot – a lehetséges válaszok:

- A gyümölcsstermesztési **tevékenység felszámolása, vagy áttelepítése** a leginkább csapadékhiányos területekről az ország más részeibe
- A hagyományos, mérsékeltégövi fajok helyett melegebb és szárazabb körülmények között is eredményesen termeszthető fajok előtérbe kerülése
- **Adaptáció technológiai megoldások segítségével** – a precíziós gazdálkodás, beleértve a víz- és tápanyag-visszapótlást is – ennek az eszköze lehet

## Tisztázzuk a fogalmat: mi is az a precíziós gyümölcsstermesztés?

- A precíziós gazdálkodás adatalapú, így nem valósítható meg digitális megoldások nélkül – de a digitális eszközök használata nem feltétlenül eredményez precíziós gazdálkodást.
- A precíziós gyümölcsstermesztés célja, hogy a rendelkezésünkre álló természeti erőforrások **térbeli és időbeli heterogenitásához illeszkedő, a növények tényleges igényeinek** megfelelő művelési gyakorlatot alakítsunk ki annak érdekében, hogy kevesebb input anyag felhasználása és a környezet alacsonyabb terhelése mellett is magasabb minőségű termést állítsunk elő és így növeljük gazdaságunk jövedelmezőségét.

# Miben tér el a precíziós gyümölcsstermesztés a mezőgazdaság egyéb ágazataitól?

- A precíziós gazdálkodás igénye nagyon hasonló valamennyi ágazatban, azonban a megvalósítás lehetőségei jelentős eltéréseket mutatnak:
- 1. A **gyümölcsstermesztő gazdaságok átlagos mérete jelentősen kisebb**, mint pl. a szántóföldi gazdaságoké, ráadásul az egyes táblák is kisebbek és jellemzően egy fajon belül is több fajta található egy-egy parcellában. Ennek megfelelően nincsenek nagy területű, teljesen homogén növényállományok.
- 2. A precíziós technológiáknak elsősorban az intenzív gyümölcsösökben van szerepük. Ezek az ültetvények ugyan rövidebb élettartamúak, mint az extenzív gyümölcsösök, de még így is általában 10-15 évre tervezik őket a teljes technológiai felszerelésükkel együtt. A szántóföldi növényekhez képest hosszabb élettartam miatt **az adaptációs lehetőségek korlátozottabbak**, az ültetvények „átrendezésére” nincs lehetőség.
- 3. Az épített technológiai elemek (támrendszer, jéggháló, fagyvédelmi berendezések, öntözőrendszer) kialakításának **gazdaságossági-mérnöki szempontjai** gyakran felülírják a kertészeti szakmai szempontokat.



# Meddig jutottunk a precíziós gyümölcsstermesztéssel?

## Vízpótlás – a nedvességellátottság meghatározása



- A vízellátottság meghatározása, a térbeli és időbeli változások leírása ma már alapfeladat
- Meteorológiai mérőeszközök, talajnedvességmérő szenzorok széles választéka áll a rendelkezésünkre
- Automatizált mérő és adatértékelő rendszerek érhetők el



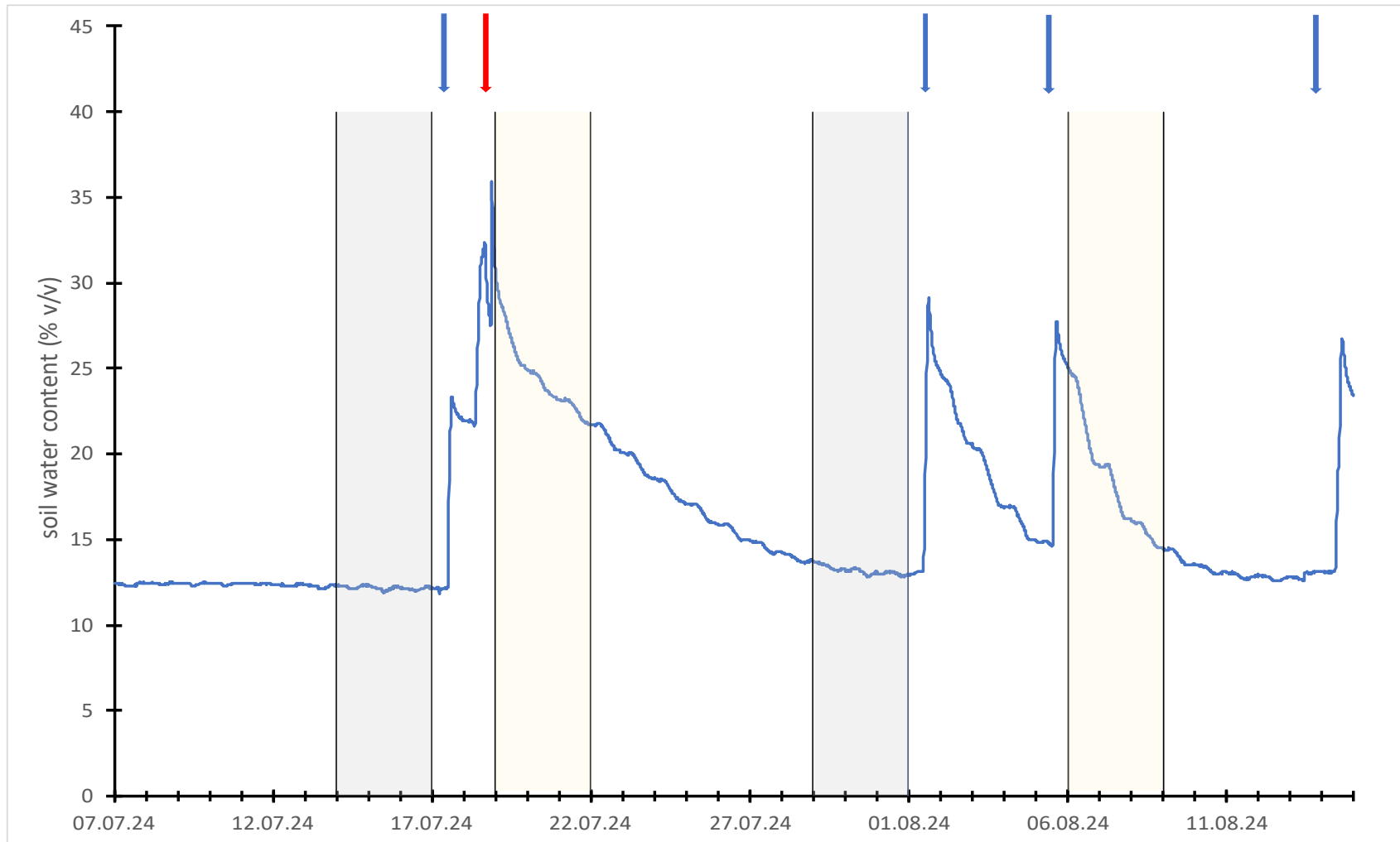
# Meddig jutottunk a precíziós gyümölcsstermesztéssel?

## Vízpótlás – a növények vízigényének meghatározása

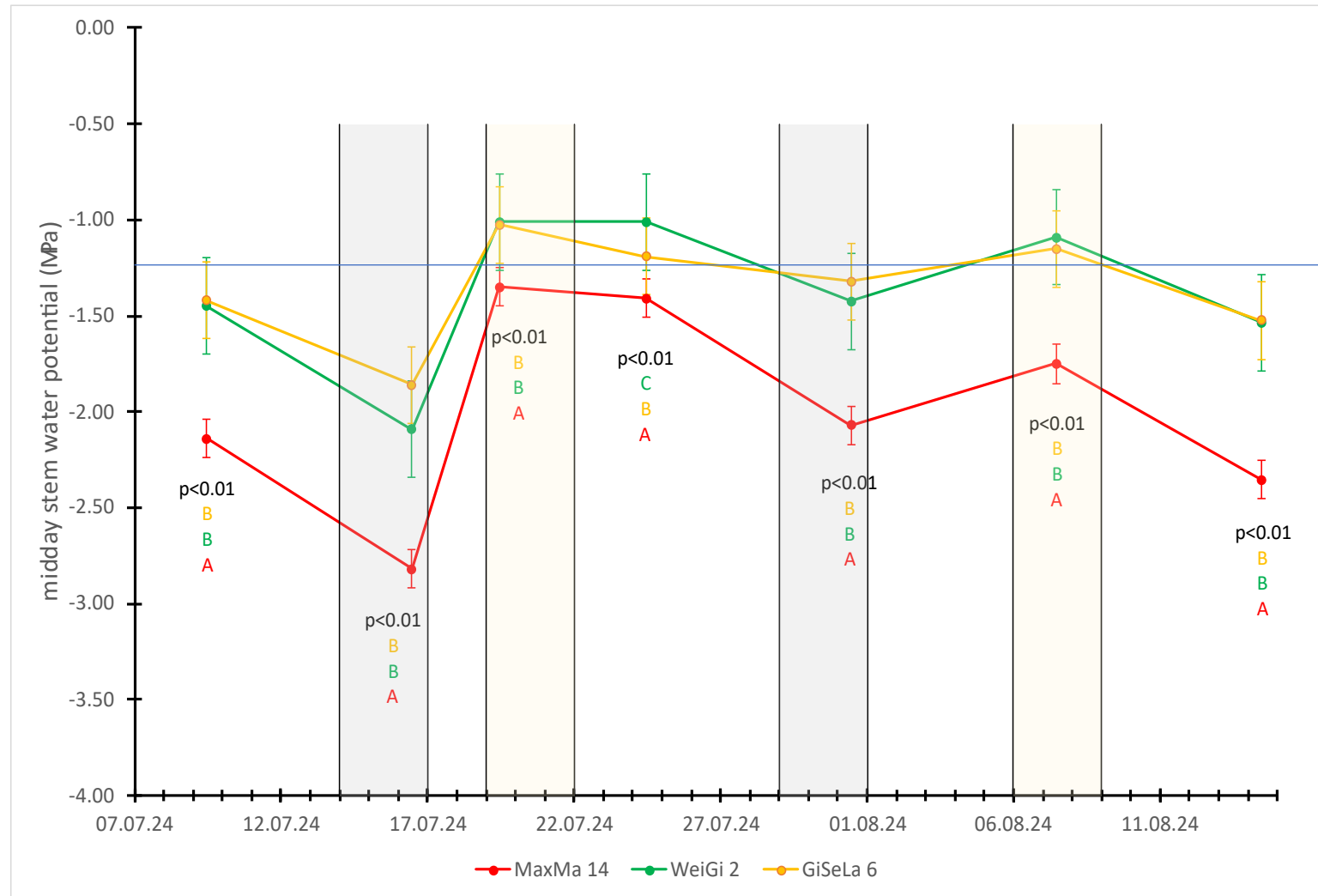
- Az alapösszefüggések a gyakorlat számára is alkalmas formában elérhetők (pl. a meteorológiai viszonyok és a növények vízleadásának összefüggését leíró evapotranspirációs modell)
- Növényélettani paramétereken alapuló stresszjelző mutatók kerültek kidolgozásra, elérhetők távérzékelési megoldások is (pl. infravörös hőterképen alapuló szárazságstressz jelzés)
- A gyümölcsstermesztés azonban több olyan speciális szempont figyelembevételét is megköveteli, amelyeket ma még nem tudunk pontosan leírni, ilyen pl. **az alany**, a gyümölcssterhelés, vagy éppen a koronaforma hatása



# A talaj nedvességtartalmának változása öntözési és/vagy csapadékesemények hatására



# Különböző alanyon álló cseresznyefák vízpotenciál értéke öntözés előtt és után



# A növényi vízpotenciál

- A vízpotenciál a növények vízforgalmának leírására szolgáló modellek központi fogalma
- Azzal a szívóerővel számszerűen megegyező nyomásérték, amely ahhoz szükséges, hogy a növények szállítószövetéből eltávolítsuk a vizet
- Meghatározása munkaigényes, nem automatizálható – rutinszerű gyakorlati alkalmazása igazán soha nem volt elterjedt
- Valamennyi, a szárazságstressz jelzésére szolgáló mutató validálásának alapja
- Az eltérő vízpotenciál érték a növények eltérő stressz-érzékelésére, azaz lényeges élettani különbségre utal!



Water potential and photosynthesis devices, Elvira major, Érd 2021. Photos: Ferenc Nagy

## Szabályozott vízhiányos öntözés (Regulated Deficit Irrigation – RDI) – precíziós öntözés, maximális víztakarékosság

- Az eddigi modelleket az optimális nedvesség-ellátottság biztosítására, azaz a növények optimális körülmények közötti biológiai potenciáljának a kihasználására dolgozták ki
- A víztakarékosság kényszere azonban felveti a kérdést, hogy a növények mely fenológiai stádiumában lehetséges – és ha igen, akkor milyen mértékű – szárazságstressz fenntartása a termés mennyiségének és minőségének érdemi csökkenése nélkül. Azaz, az RDI során az optimális helyett a minimálisan elegendő vízellátottság biztosítására törekszünk
- A stresszállapot számszerűsítése, a gyakorlatban is alkalmazható határértékek megadása áll a vizsgálatok fókuszában – eltérő határértékek a különböző alanyokhoz?!



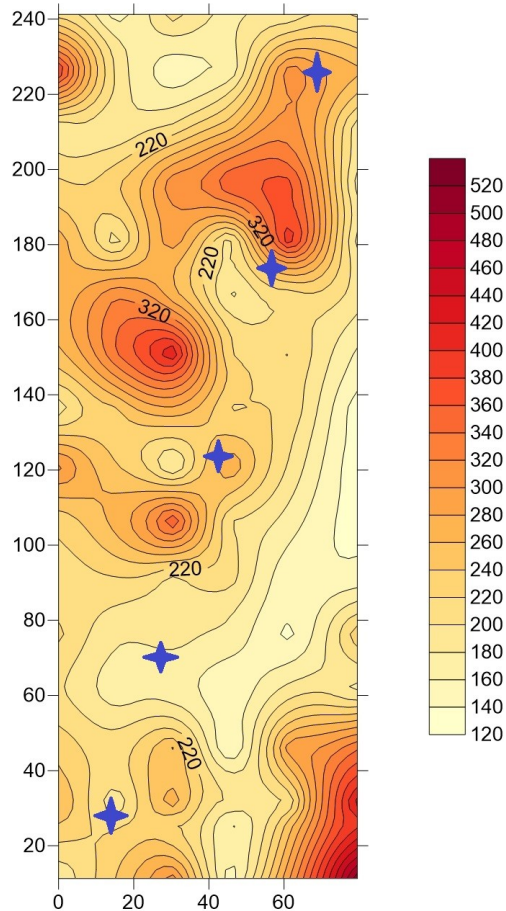
# Tápanyag-visszapótlás a precíziós gyümölcsstermesztésben

- A gyümölcsstermesztésben a tápanyagpótlást soha nem egy szezonra tervezzük. A fák jelentős tápanyagraktározó képességgel rendelkeznek, ezért sok esetben csak a következő szezonban válnak nyilvánvalóvá a kezelések hatásai. Az almafák pl. az éves nitrogénszükségletük mintegy 40-45%-át a fás szövetekben raktározott tápanyagból fedezik, így a tavaszi növekedés – amely az asszimiláló felület kialakítása szempontjából kritikus – sokkal inkább a megelőző év tápanyagellátottságától függ, mintsem az aktuális évi tápanyag-kijuttatástól.

# Meddig jutottunk a precíziós gyümölcsstermesztéssel?

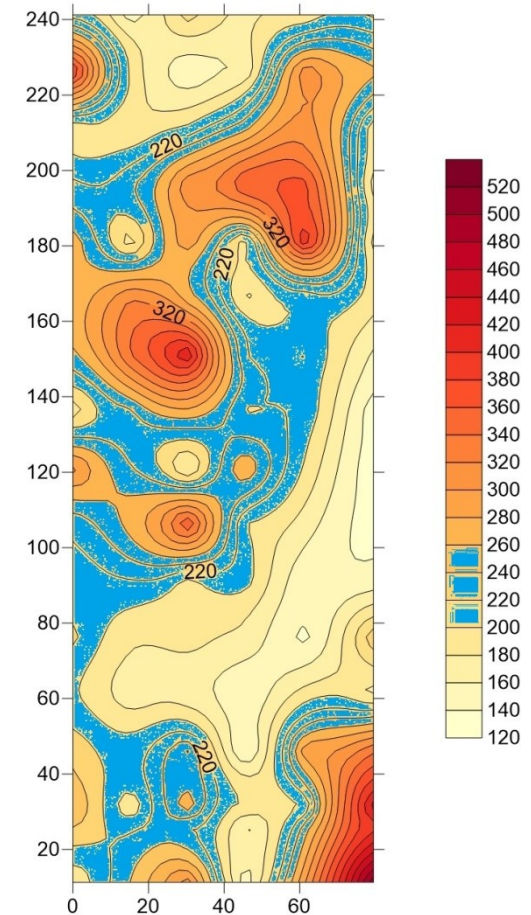
## Tápanyag-visszapótlás – a tápanyag-ellátottság meghatározása

K2O tartalom (mg/kg)

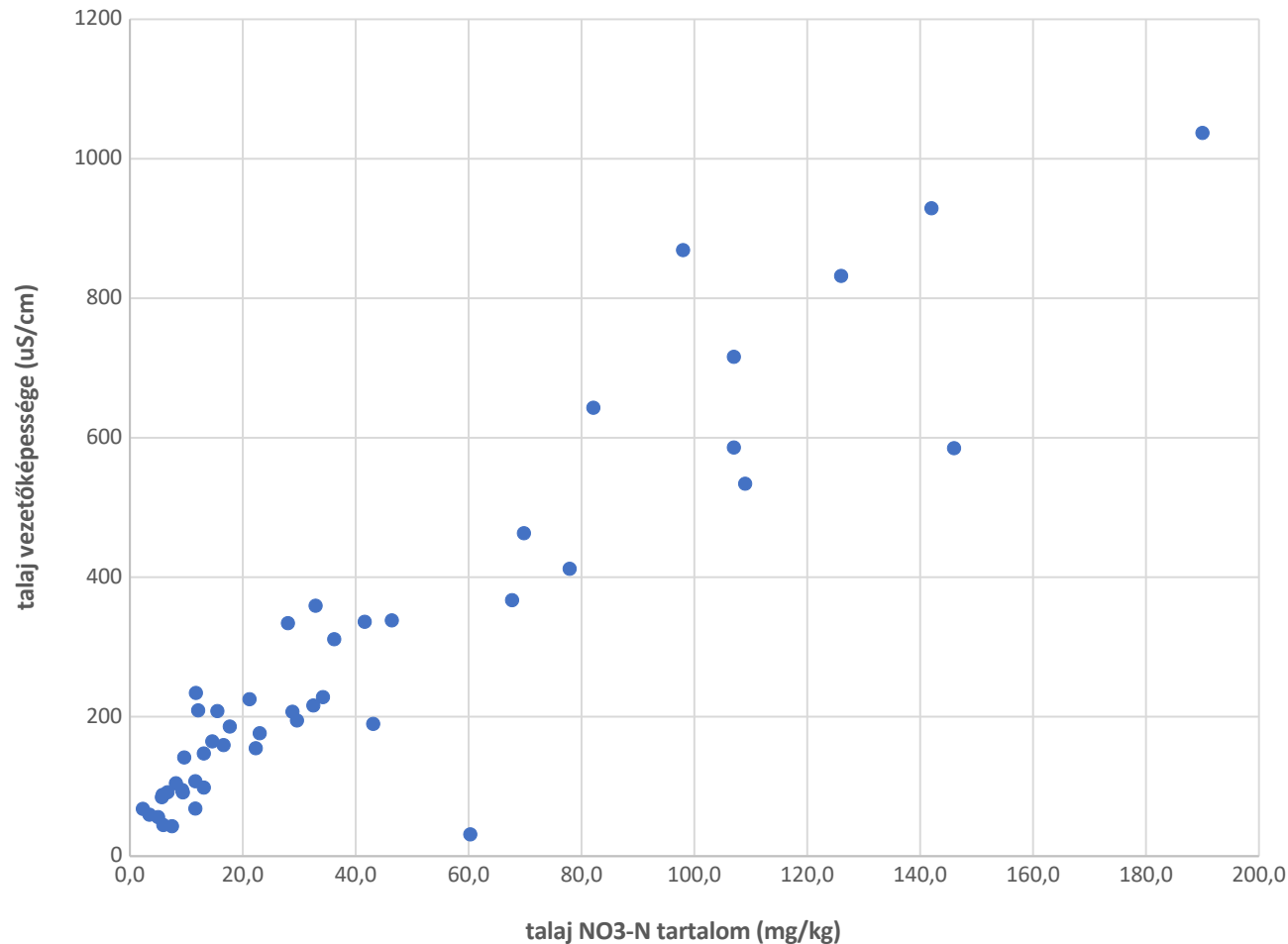


- Egy viszonylag kis területű, 1.5 ha-os tábla talajának káliumtartalmát a kék csillaggal jelölt pontokon mintázva 220 mg/kg átlagértéket kapunk (bal oldali ábra)
- Ha a tápanyag-visszapótlást ennek megfelelően tervezzük meg és egyenletesen végezzük el, akkor a teljes területnek csak alig a felén kapnak a fáink a számukra optimális mennyiségű tápanyagot (késsel jelölve a jobb oldali ábrán)
- A terület nagyobbik felén a növények túl kevés, vagy éppen túl sok káliumot kapnak. Az optimális tápanyag-visszapótlás nem igényelne több hatóanyagot – csak más eloszlású kijuttatást...

K2O tartalom (mg/kg)



# A „talajszkennelés” egy jó kiegészítő eszköz – de nem helyettesíti a laboratóriumi vizsgálatokat



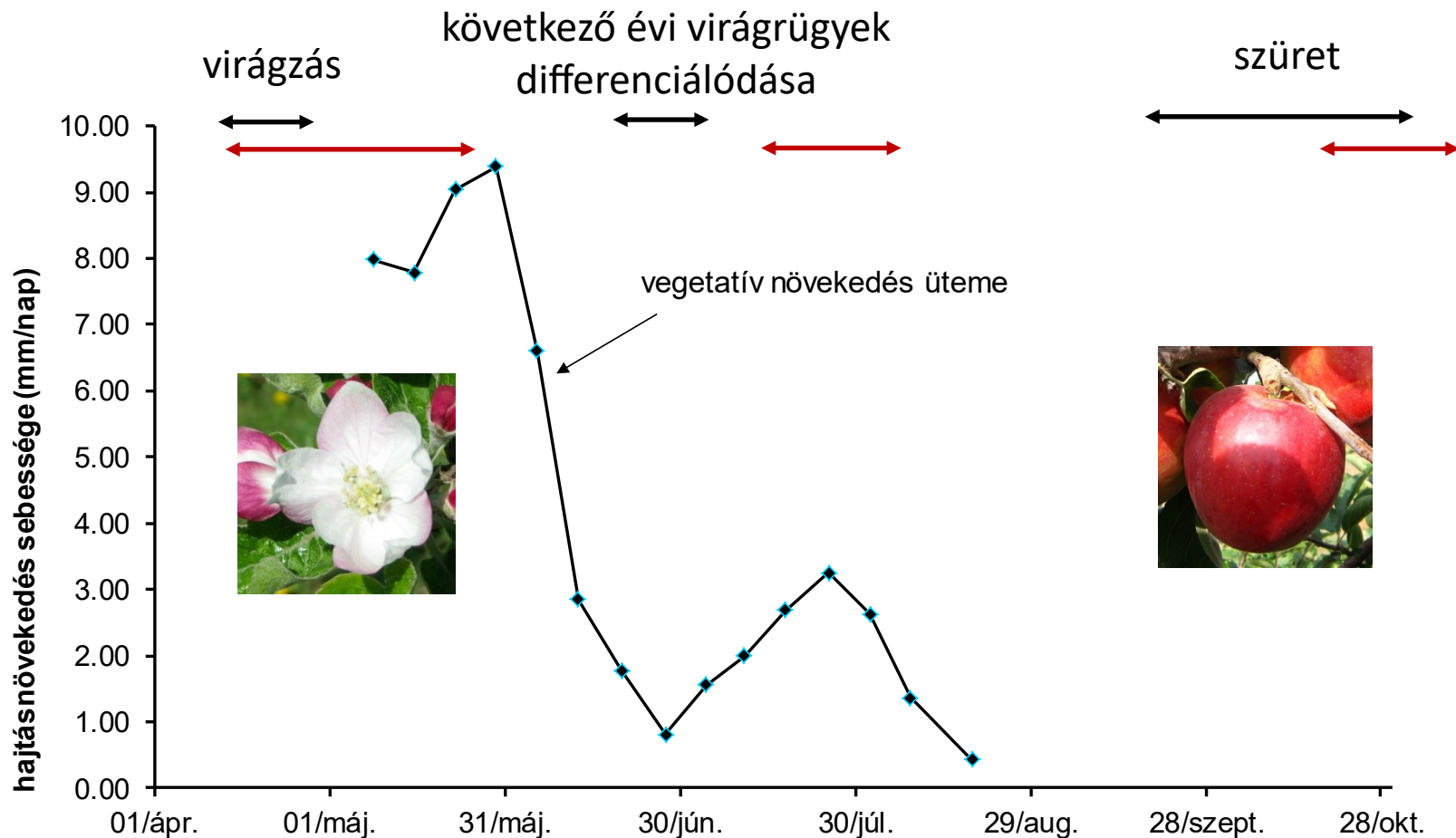
Alacsony szervesanyagtartalmú talajoknál a legkritikusabb paraméter a humusztartalom. Máshol például a talaj mésztartalma okoz olyan eltérést, amit figyelembe kell vennünk. A kritikus tényező meghatározásában segítenek a talajtani szakértők.

# A tápanyagigényes időszakok nem feltétlenül esnek egybe a tápanyagpótlás optimális időpontjával

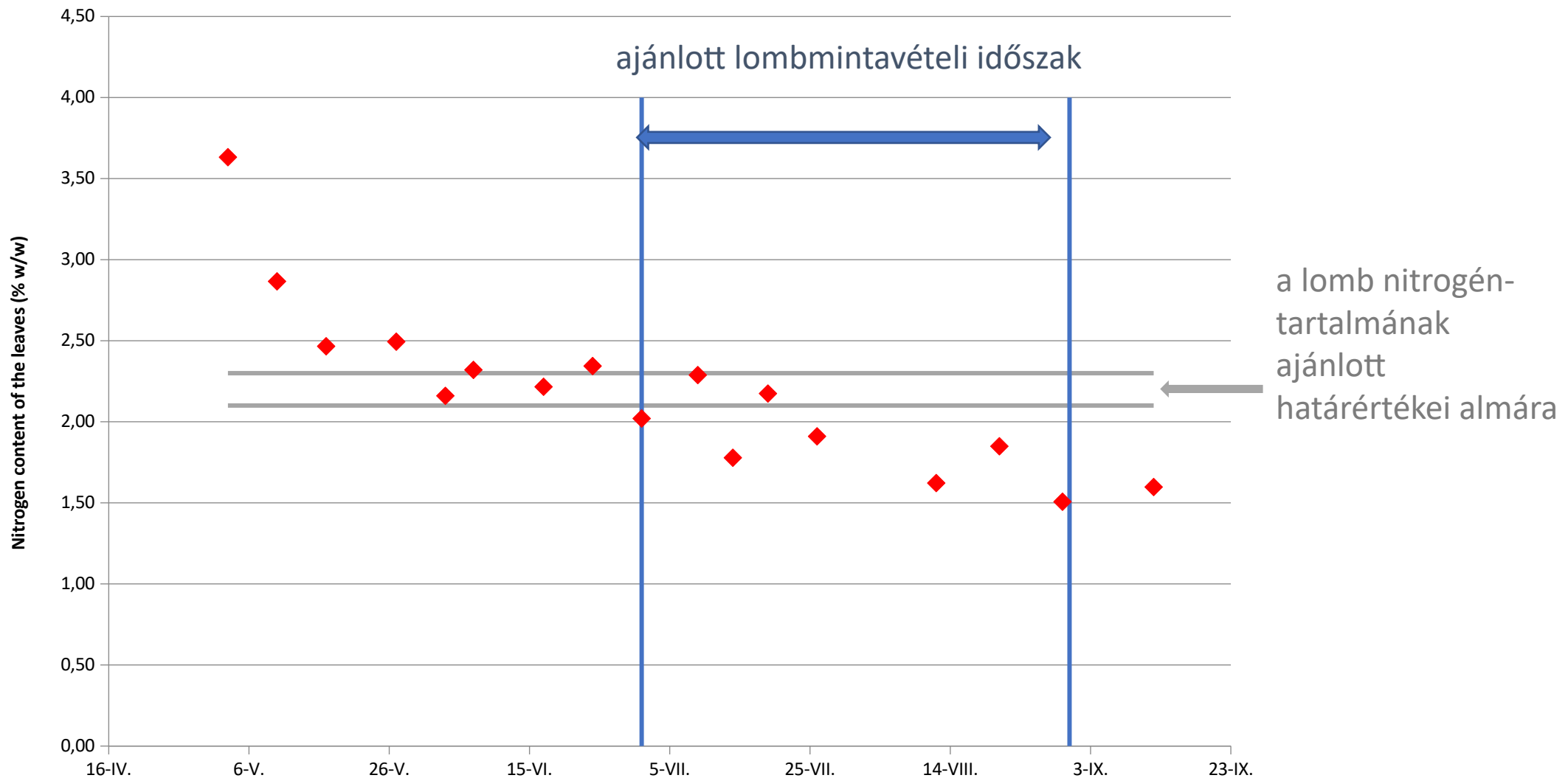
Bár a tavaszi intenzív vegetatív növekedés túlnyomórészt a raktározott tápanyagok terhére valósul meg, tápanyagpótlás nélkül a fák tartalékai kimerülnek, ami negatívan hat a virágrügy differenciálódási folyamatra – így a következő évi termés mennyiségére.

A szüret előtti időszak tabu a nitrogénpótlás szempontjából, mert hátrányosan befolyásolja a termés tárolhatóságát, ám a szüret után a gyökerek még aktívak, és ekkor raktározódik el a következő tavaszi növekedéshez szükséges tápanyagok zöme.

Az éves nitrogénmennyiség nagyobbik részét így tavasszal, míg kisebb részét a nyár közepén és szüret után célszerű kijuttatni.

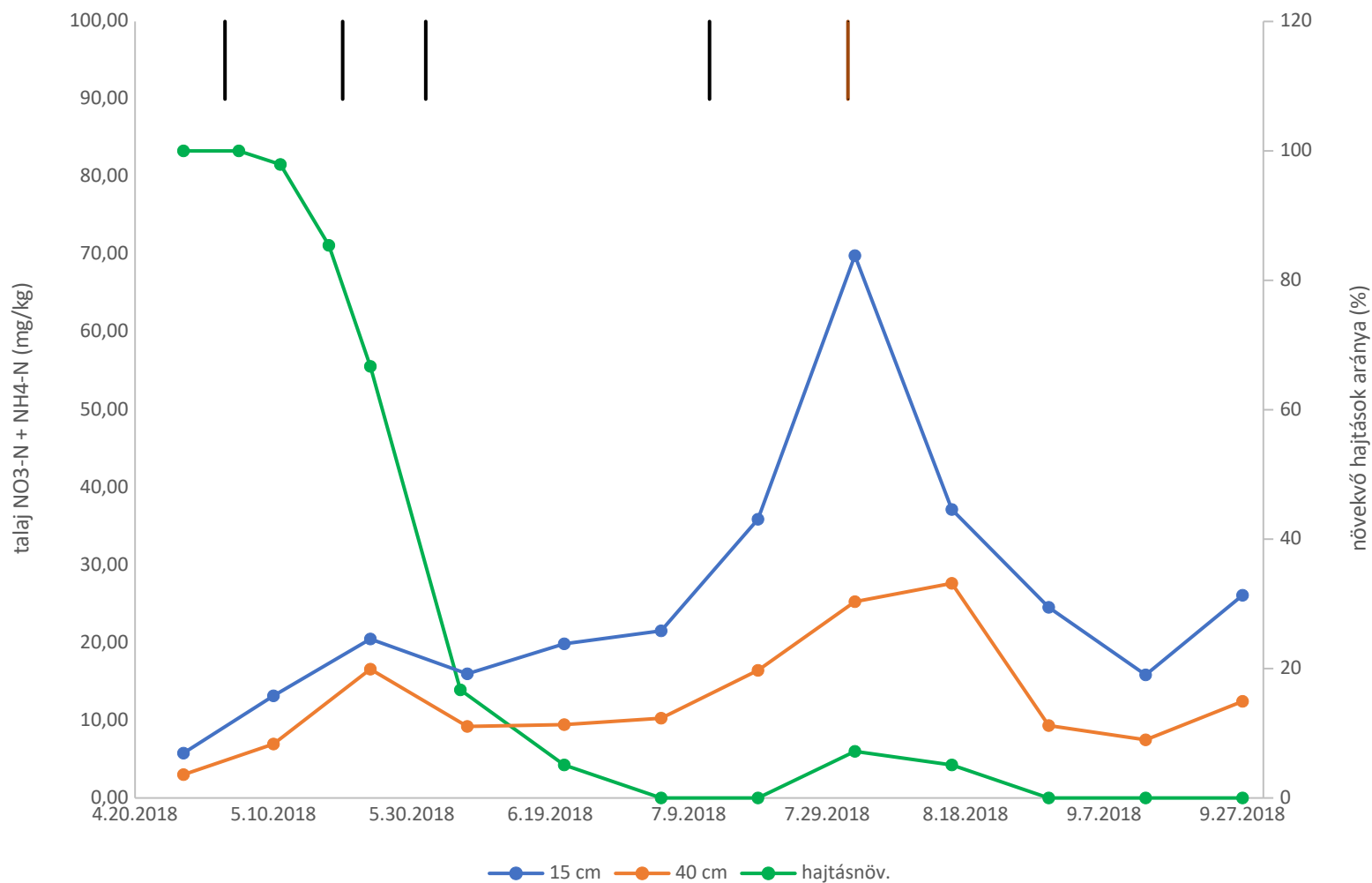


# A lomb nitrogéntartalmának változása a vegetációs időszakban almánál (Pinova/M.9)



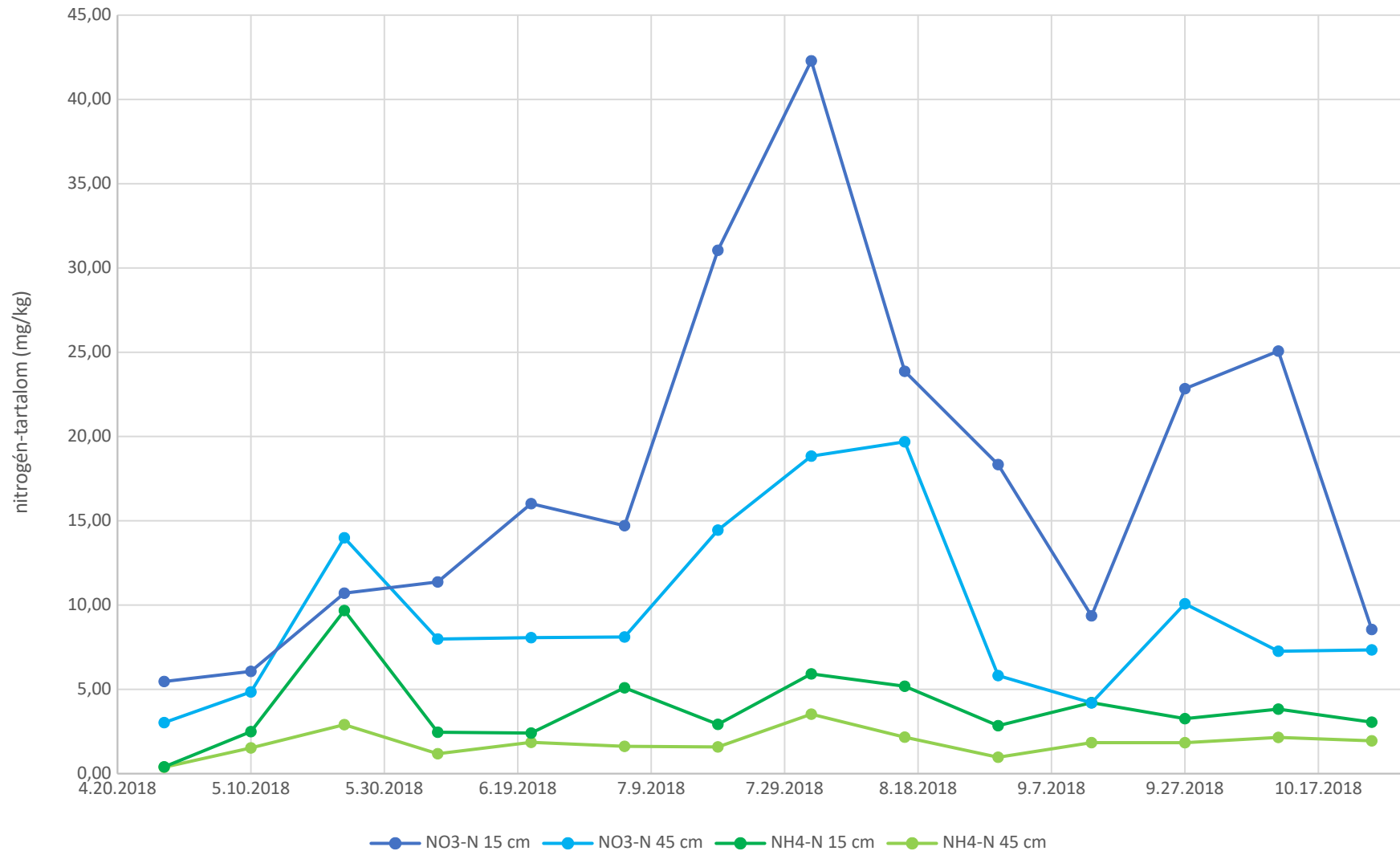


# Miért lenne szükségünk azonnali (real-time) talaj tápanyagtartalom adatokra?



- A tápanyagpótlást a fák becsült igénye és a tényleges ellátottság alapján lenne célszerű meghatározni – ám ez utóbbinak a mérése szabadföldön nem is olyan egyszerű...
- Intenzív almaültetvényben a fekete függőleges vonalakkal jelzett, egyenként 5 g/fa N hatóanyagnak megfelelő tápoldatozások közül a nyár közepi két kijuttatás a rendelkezésre álló tápanyagkészlet alapján felesleges volt, de ezt laboratóriumi tápanyagvizsgálattal csak utólag, jelentős költség árán lehetett meghatározni.
- A real-time tápanyagmérés a szabadföldön még nem elérhető, de ígéretes fejlesztési munka zajlik.

# A növények számára felvehető nitrogén formák mennyiségének változása a vegetációs időszakban nyírségi homoktalajon



# Különböző alanyon álló almafák lombjának tápelem-tartalma 24 nyírségi gazdaság adatai alapján

| Alany                    | N %     | P %       | K %     | Ca %    | Mg %      |
|--------------------------|---------|-----------|---------|---------|-----------|
| M.9                      | 2.091   | 0.156     | 1.192   | 1.745   | 0.362     |
| MM.106                   | 2.065   | 0.203     | 1.328   | 1.537   | 0.321     |
|                          | n.s.    | p<0,05    | n.s.    | p<0,05  | n.s.      |
| optimális<br>ellátottság | 2.1-2.3 | 0.12-0.13 | 1.2-1.6 | 1.5-1.8 | 0.25-0.40 |

Mire lenne szükségünk ahhoz, hogy szabadföldi ültetvényekben valóban precíziósan tudjunk tápanyagot pótolni?

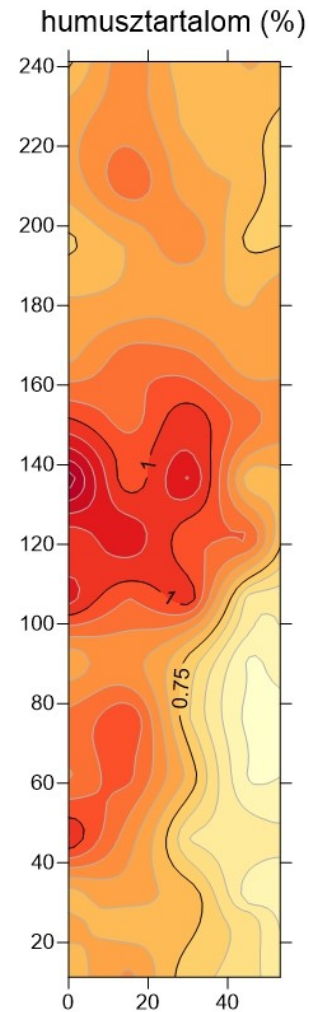
- A talajok tápanyagtérképének ismeretére – az ültetvény valós léptékében (3 ha-t egy minta nem reprezentál!)
- Olyan elérhető költségű vizsgálati módszerre, ami a talaj tápanyagtartalmának mérését real-time lehetővé teszi
- A növényekre vonatkozó lomb tápanyag-határértékek felülvizsgálatára
- Validált, a vegetációs szezon első felére vonatkozó határértékekre – jelenleg (jó esetben...) a megelőző évi adatok alapján dolgozunk

# A terület térbeli heterogenitása – és amit ez eredményez

Telepítés előtti légifotó

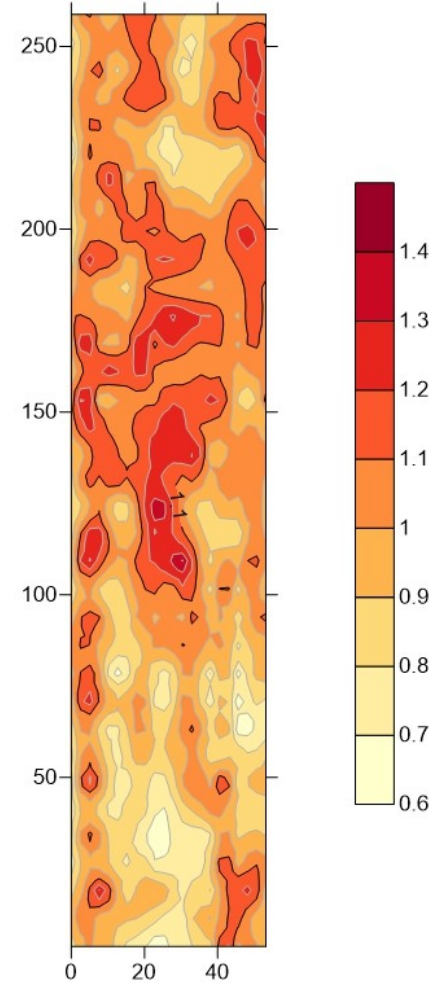


A talaj humusztartalom térképe

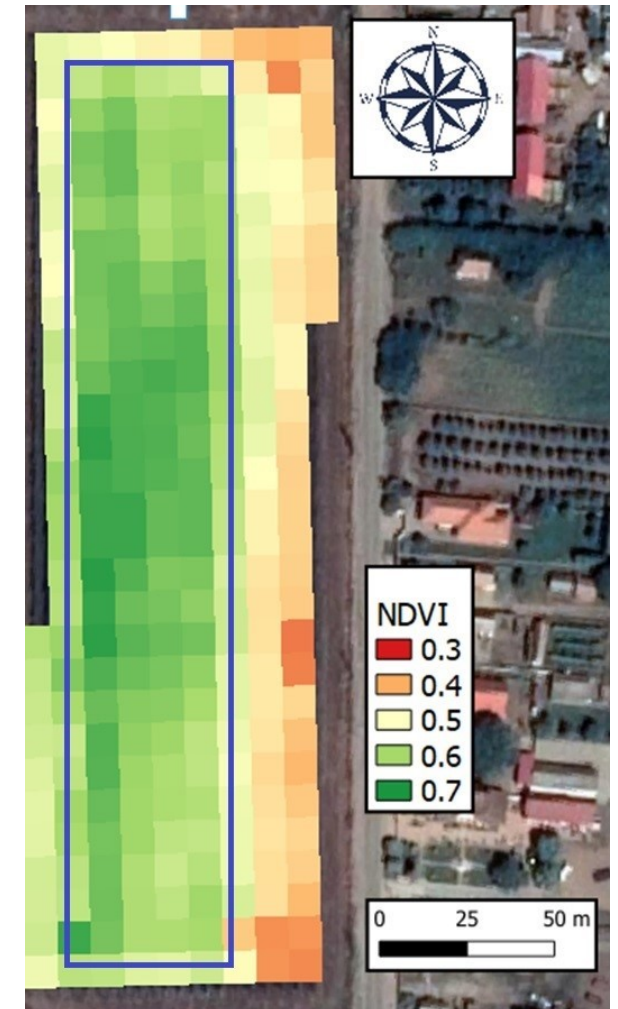


A fák vegetatív fejlettsége a 3. évben

törzskeresztmetszet felület (relatív egységben)



Az ültetvény NDVI térképe a 3. évben





Létezik ma olyan technikai megoldás, amely képes  
lekövetni az előző ábrán bemutatott mindössze  
1.5 hektáros ültetvény heterogenitását???