

A gyümölcsstermő növények vízigénye és a vízigény meghatározásának módszerei

Lakatos Tamás
intézetigazgató

*NAIK Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési
Kutatóintézet*



2020. február 20.

Hogyan jellemezhetjük a gyümölcsstermő növények vízigényét?

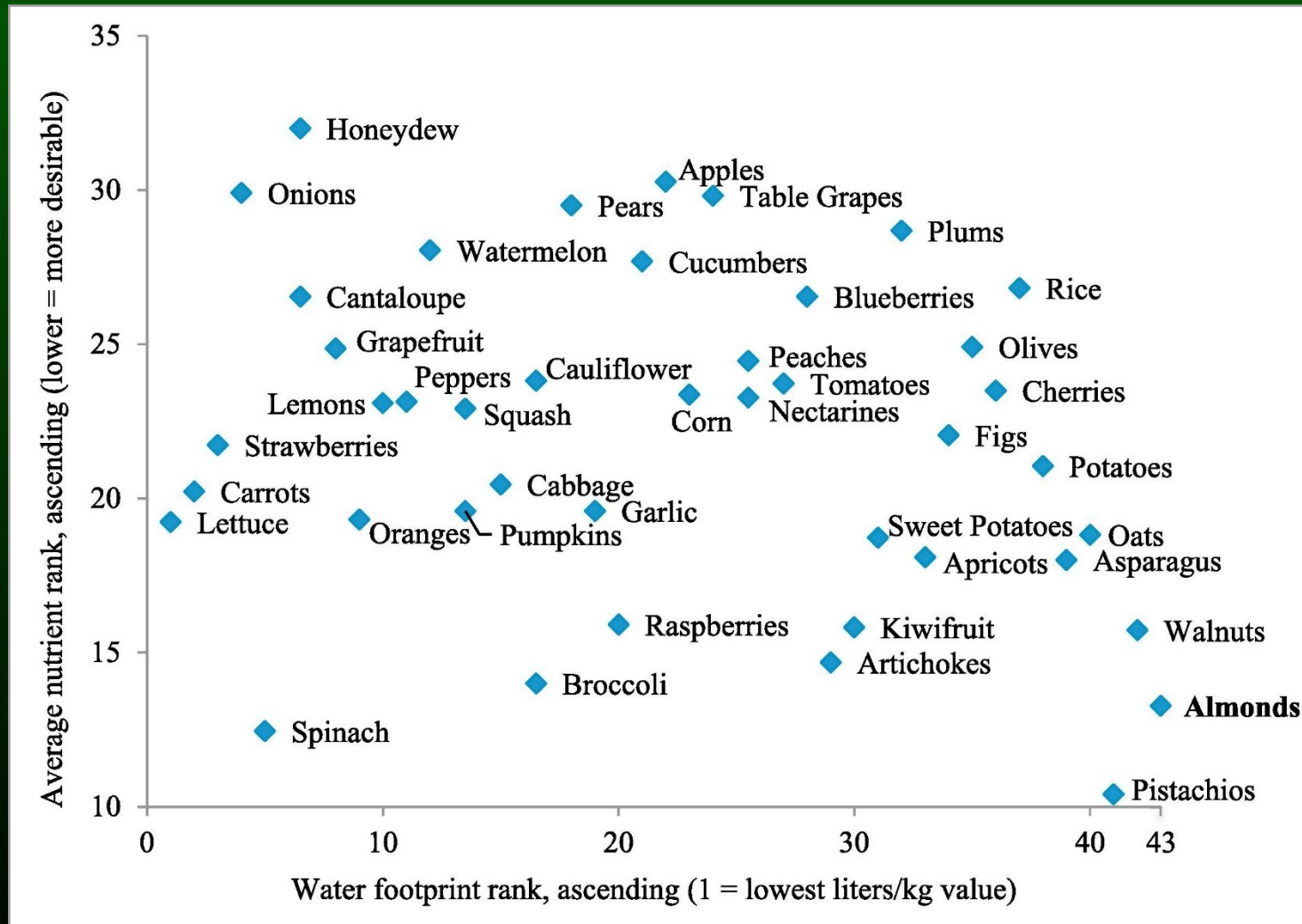
- „Vízigényes” és „szárazságtűrő” fajok, megfigyelésen alapuló, szubjektív besorolás: körte → alma → szilva → őszibarack → kajszi → meggy → mandula
- És akkor mi a helyzet a mandulával Kaliforniában? Évi 1200 mm körül becsülik az optimális vízigényét, az ültetvények területének gyors növekedését ökológiai katasztrófaként állítja be az amerikai sajtó...

Néhány adat a kaliforniai mandula ipar vízfelhasználásáról

- Csaknem 460 000 ha mandula ültetvény, az ültetvényfelület az elmúlt 10 évben csaknem megduplázódott
- Az átlagos termés 2.6 tonna/ha, a termésátlag nő
- Egyetlen kg mandula megtermeléséhez 10 240 liter víz szükséges, ebből 570 litert jelent a természetes csapadék, a többi öntözésből származik (2014-2015)
- Komoly társadalmi – politikai vita a vízfelhasználásról, annak közjóléti szempontú korlátozásáról



Alternatív indexek az egyes kultúrák vízigényének társadalmi szempontú értékeléséhez



Akkor a mandula vízigényes növény, vagy sem?

- A szárazságstresszre adott válasz és a biológiai potenciál teljes kihasználásához szükséges vízigény között nincs közvetlen összefüggés
- A mandula szárazságtűrő növény, évi 350-450 mm csapadék mellett is termeszthető öntözés nélkül, ám optimális vízellátás mellett közel tízszeres termésmennyiséget lehet elérni
- A kérdésre a választ a termesztési cél (zöldfelület biztosítása némi árbevétellel, vagy profitmaximalizálás) meghatározása után lehet megadni



A növényállományok aktuális vízigényét befolyásoló legfontosabb tényezők

- Klimatikus adottságok (földrajzi elhelyezkedés)
- Az állomány kora és fenológiai stádiuma
- Térállás (állománysűrűség), termesztési rendszer
- Gyümölcssterhelés
- Alanyhasználat
- Koronaforma

Több összefüggés triviális, ám nehezen számszerűsíthető!

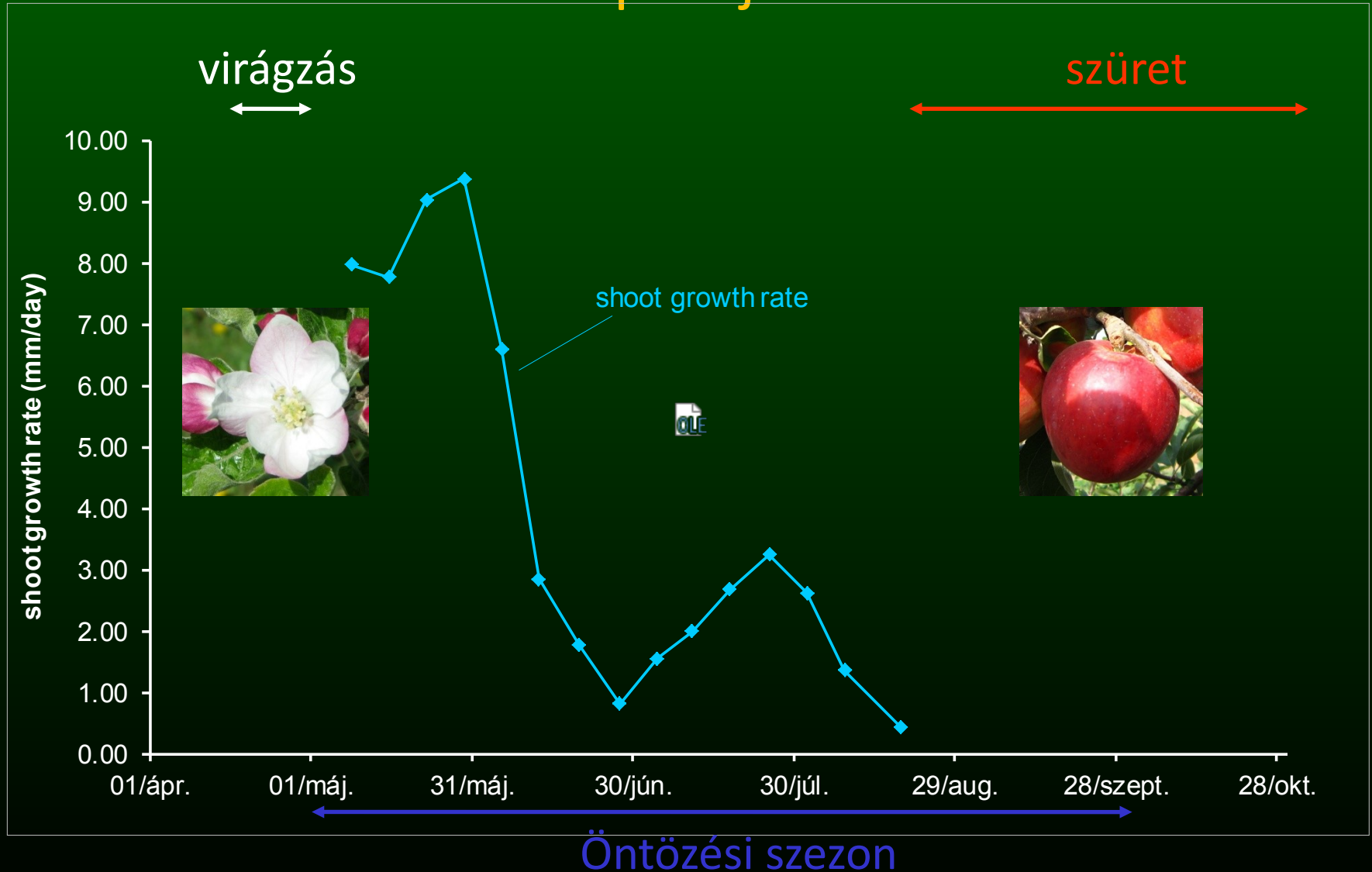
A klimatikus adottságok hatása a vízigényre

- Elsősorban a külföldi tapasztalatok és irányszámok hazai adaptálásánál fontos tisztában lenni az eltérésekkel
- Az egyes fajok/fajták esetén genetikailag rögzített a virágzás és a termés érése közötti időszak hossza, ezt kevésbé befolyásolják a klimatikus hatások, de nagyon jelentős eltérést okozhat a szüret utáni, de még lombhullás előtti időszak időjárása – különösen a szezon első felében érő gyümölcsöknél (pl. cseresznye, meggy, kajszli, stb.)
- A mandula példáján: Kaliforniában az öntözési időszak ET_0 értéke 1100-1300 mm (200 mm-t meghaladó havi maximummal), ez Magyarországon 700-800 mm, 150 mm körüli havi csúcsértékkel

Az állomány kora és fenológiai stádiuma

- A termőrefordulás fontos mérföldkő, de odáig el kell jutni...
- A frissen telepített ültetvény első egy-két szezójában fellépő vízhiány a termőfelület kialakulásában olyan késedelmet okoz, ami a beruházás gazdaságosságát veszélyezteti
- A növények fejlődése során vannak „aszályérzékeny” és „nagy vízigényű” időszakok, ill. olyanok is, amikor az elégtelen vízellátás nem okoz gazdaságilag is jelentős problémát

Az alma főbb fenológiai fázisai az öntözés szempontjából



Termesztési rendszer

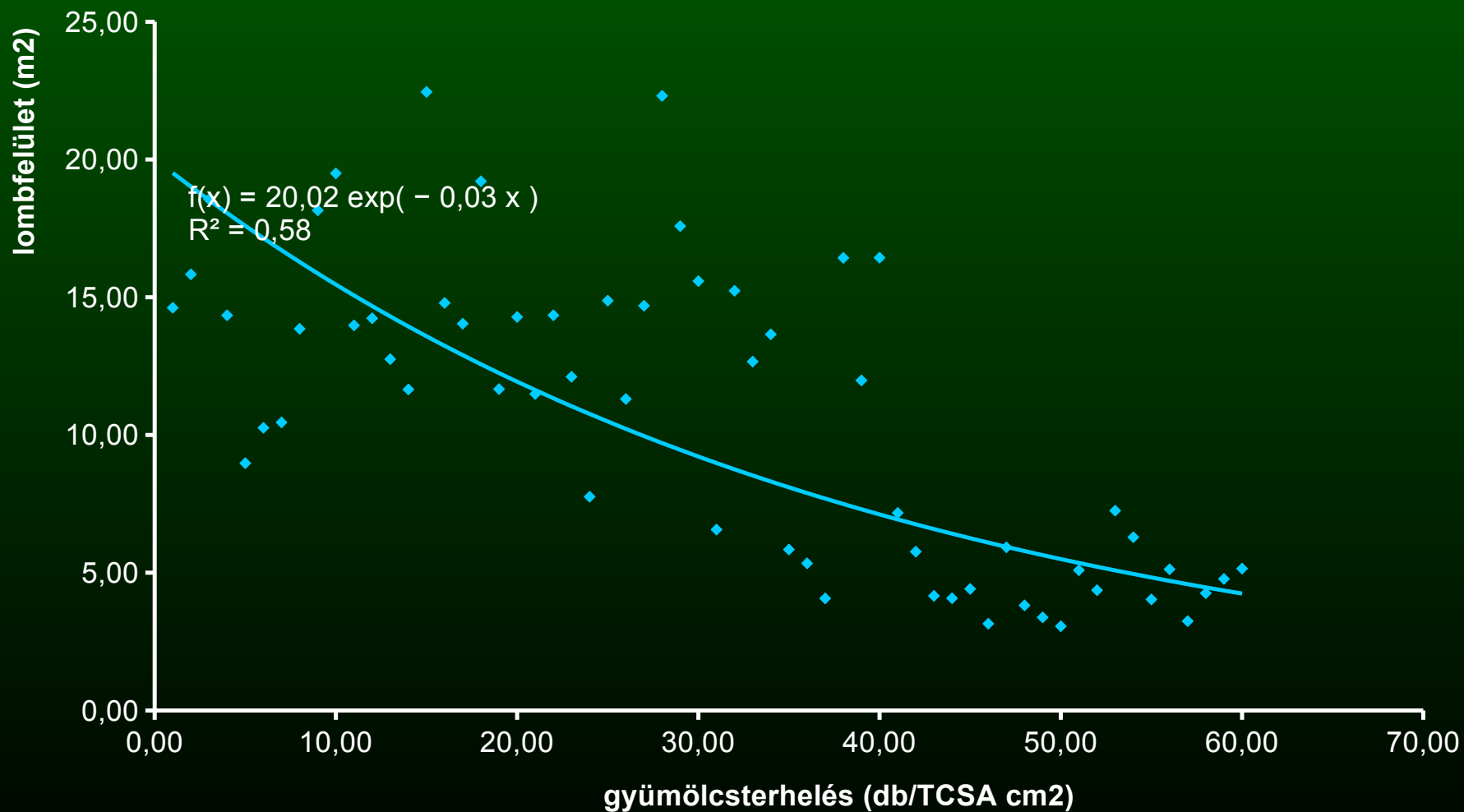
- Az ültetvény kialakítása (állománysűrűség, a sorköz és a facsík művelése) jelentős hatással van az állomány vízigényére. Gyümölcsökben a variációs lehetőségek száma csaknem végtelen, ám mára étkezési célú, intenzíven művelt almaültetvényeknél egyre inkább kialakulóban van egy „sztenderd”: 2500 – 4000 tő/ha állománysűrűség, füvesített sorköz, gyommentes facsík és csepegtető öntözés



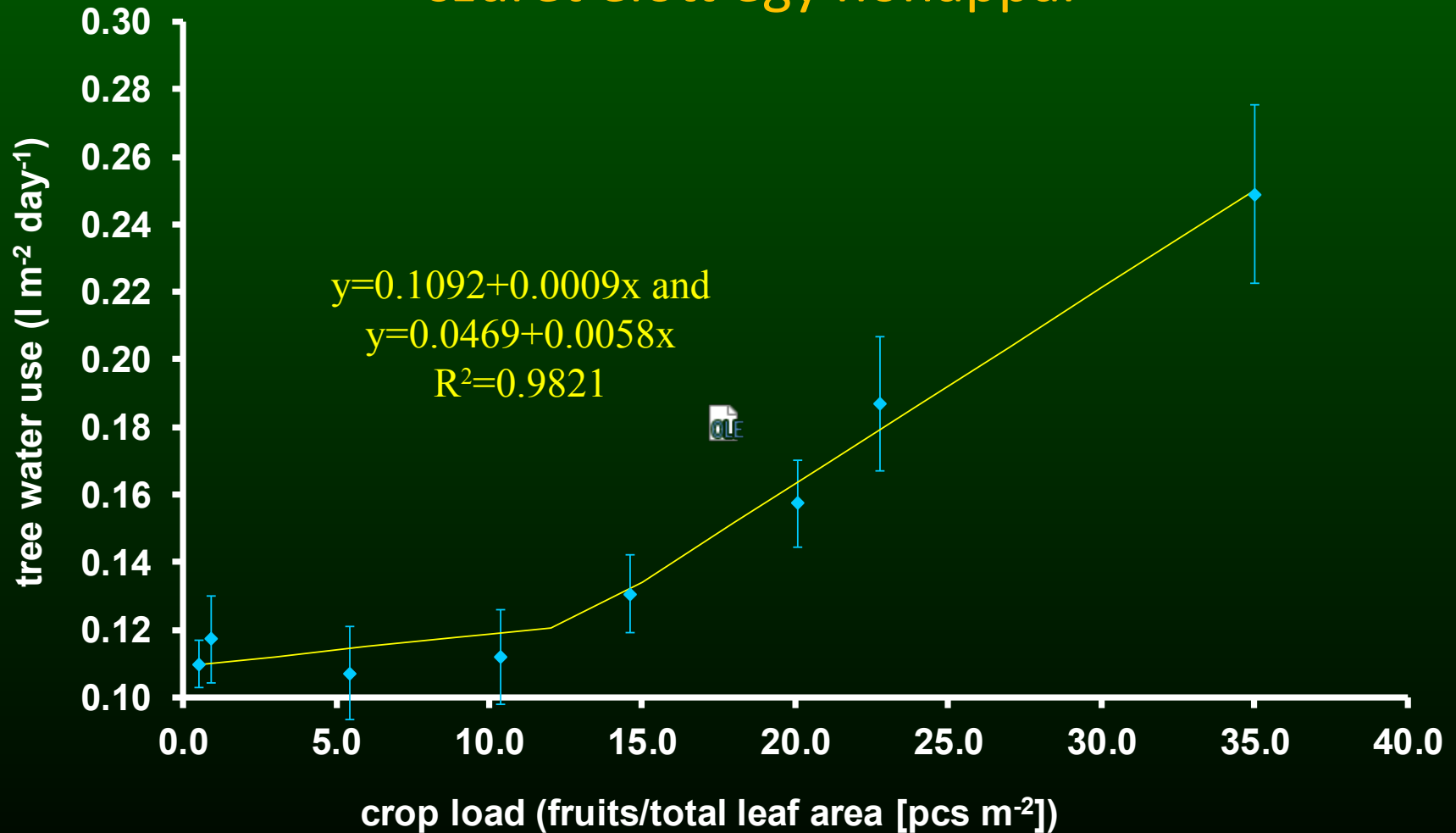
A gyümölcssterhelés, mint a vízigényt befolyásoló tényező

- A gyümölcsök jelenléte elsősorban a növények élettani állapotának befolyásolásán keresztül, indirekt módon hat a vízigényre, önmagában a gyümölcsök vízigénye csekély (hazai viszonyok között kiemelkedően jónak számító 70 t/ha almatermés víztartalma alig 6 mm csapadéknak felel meg)
- A gyümölcsök szervesanyagtartalmának előállítása ugyanakkor jelentős vízigénnyel jár (a fentebbi példánál kb. 380 mm – 15%-os szervesanyagattalommal és $WUE=250$ H_2O/CO_2 értékkel számolva)
- A megfelelő mennyiségű és minőségű termés biztosítása sokkal inkább az állományok aszályérzékenységét fokozza, mint a mennyiségi vízigényt

Florina/M.26 almafák lombfelületének nagysága a gyümölcssterhelés függvényében



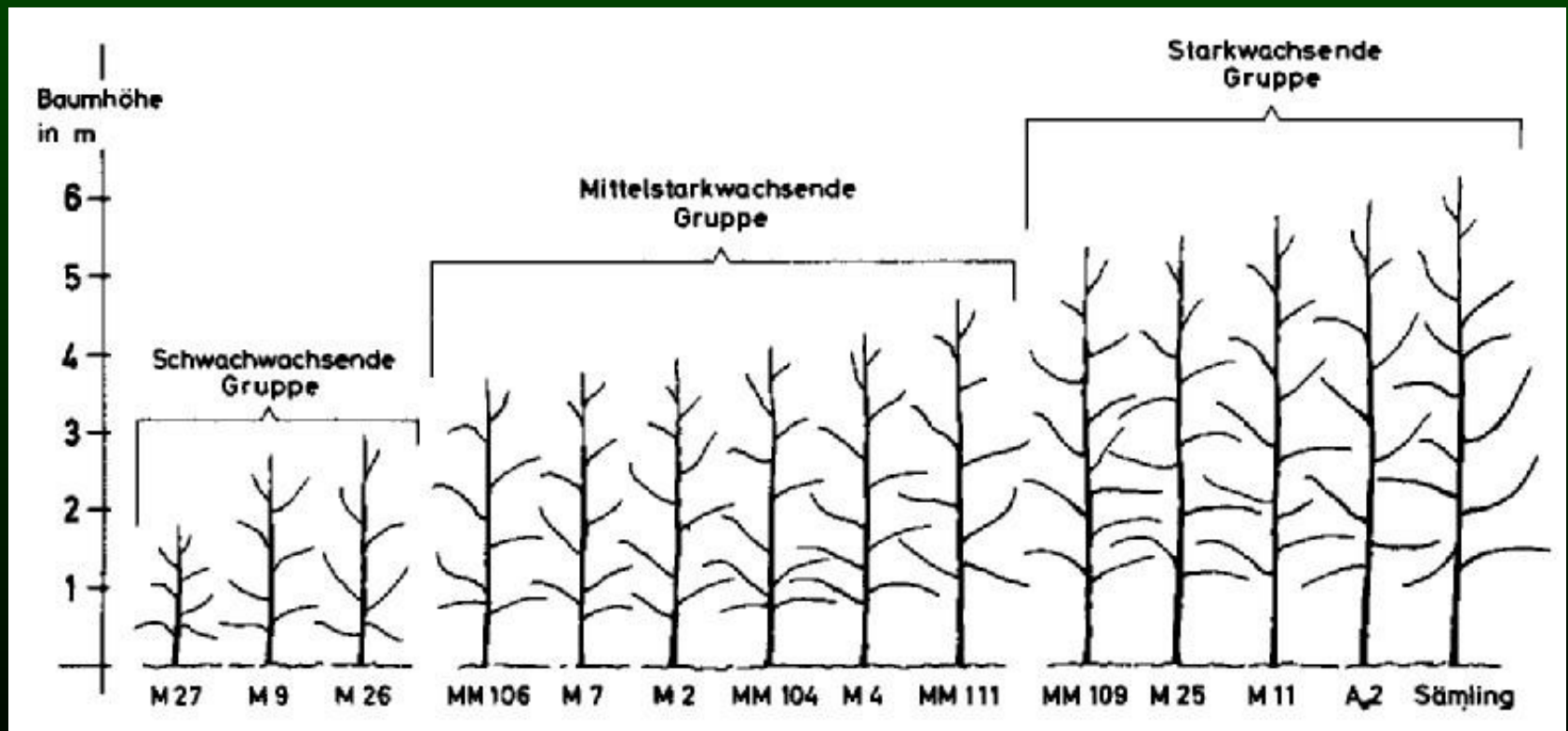
Florina/M.26 almafák vízfelhasználása egységnyi lombfelületre vonatkoztatva, a szüret előtt egy hónappal



Alanyhasználat

- Az alanyt – a gyümölcsoltvány gyökérzetét adó növényi részt – a régebbi kertészeti szakírók az egyetlen szabadon választható „környezeti tényezőként” tartották számon, hiszen megválasztásával aktívan lehet alkalmazkodni a talajtani adottságokhoz
- A hazai gyakorlatban az alanyhasználat sajnálatosan beszűkült. Almánál kizárólag az M.9 és MM.106 van forgalomban, csonthéjasoknál pedig a hagyományos magonc alanyok dominálnak.

Az alma korábban elterjedten használt alanyai



Koronaforma

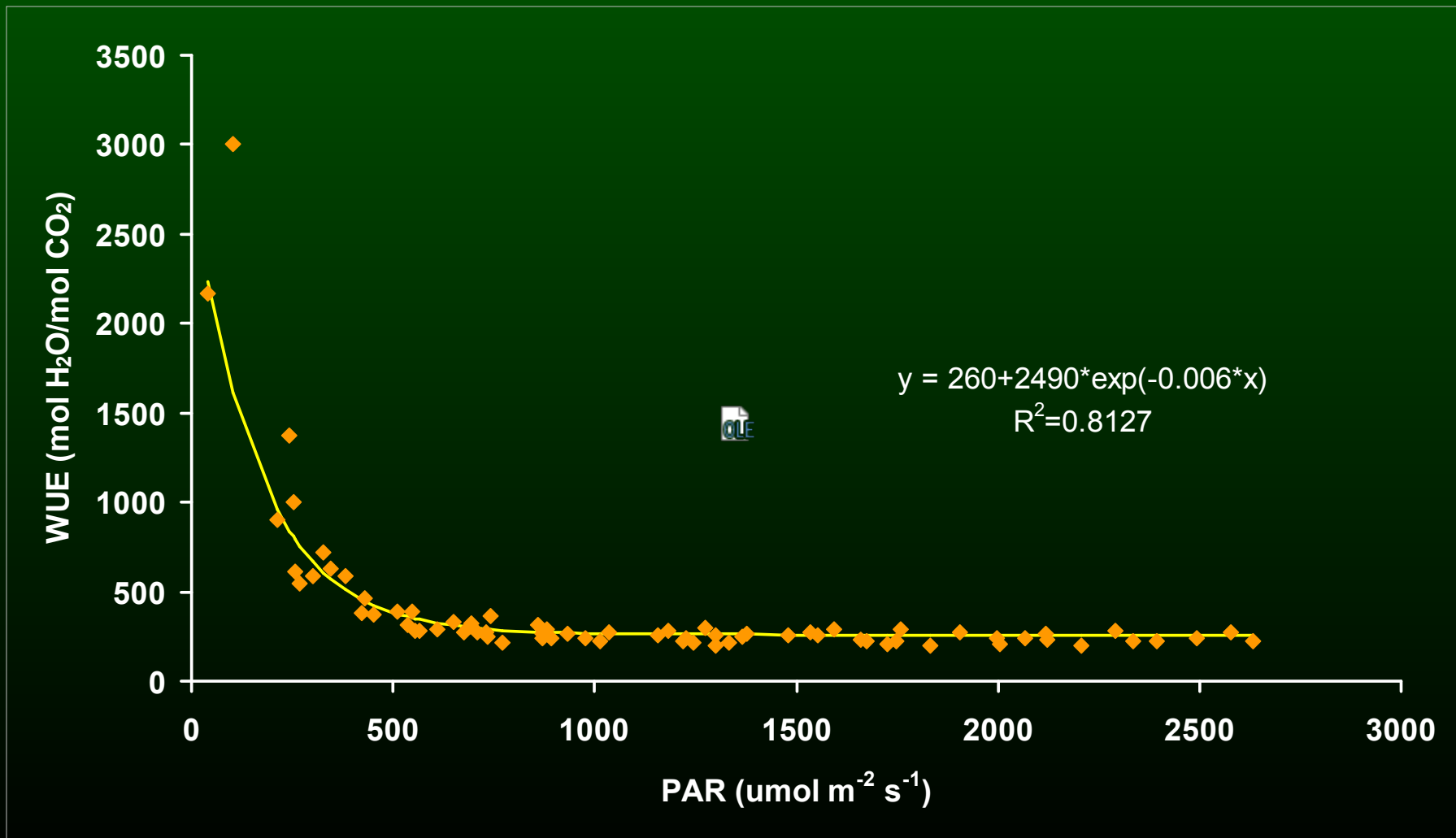
- A különböző koronaformák kifejlesztésének célja az asszimiláló felület minél hatékonyabb kihasználása, ill. a fák növekedési erélyének szabályozása, a megújuló képesség fenntartása a túlzott növekedésből fakadó hátrányok nélkül
- A fényhasznosítás azonban összefügg a fák vízforgalmával is

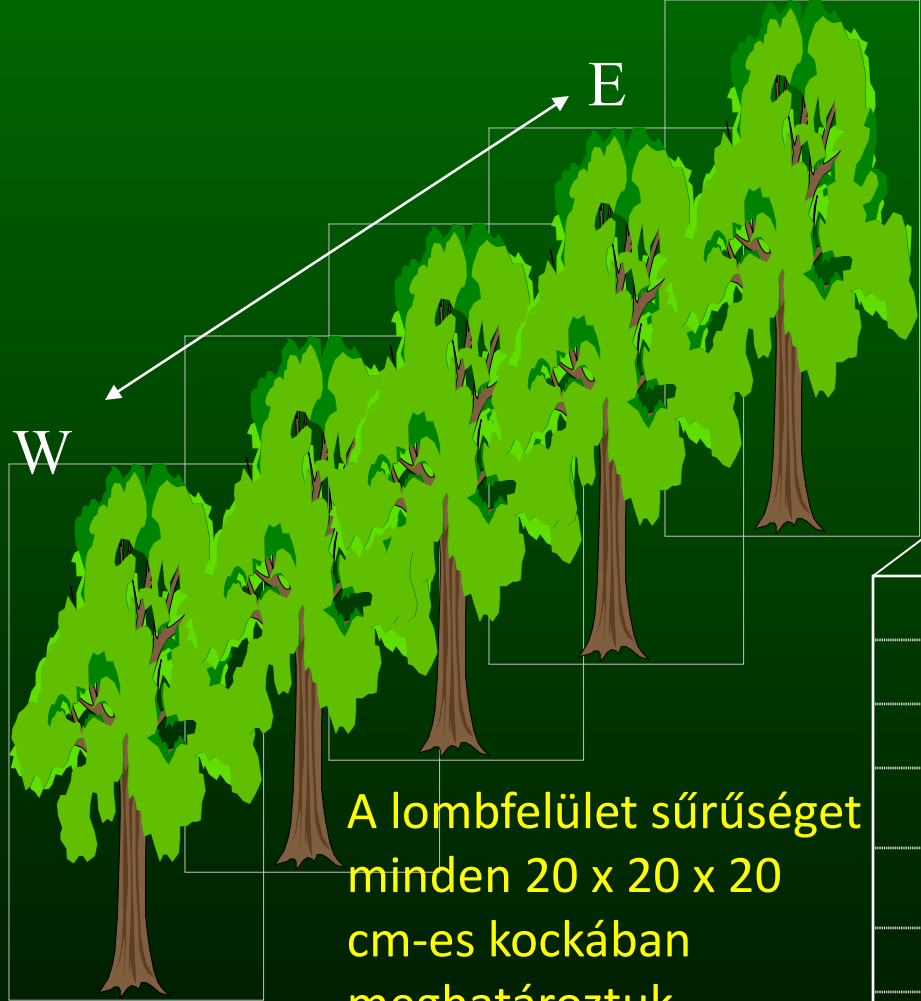


Az almalevél fotoszintetikus aktivitása a fényintenzitás függvényében



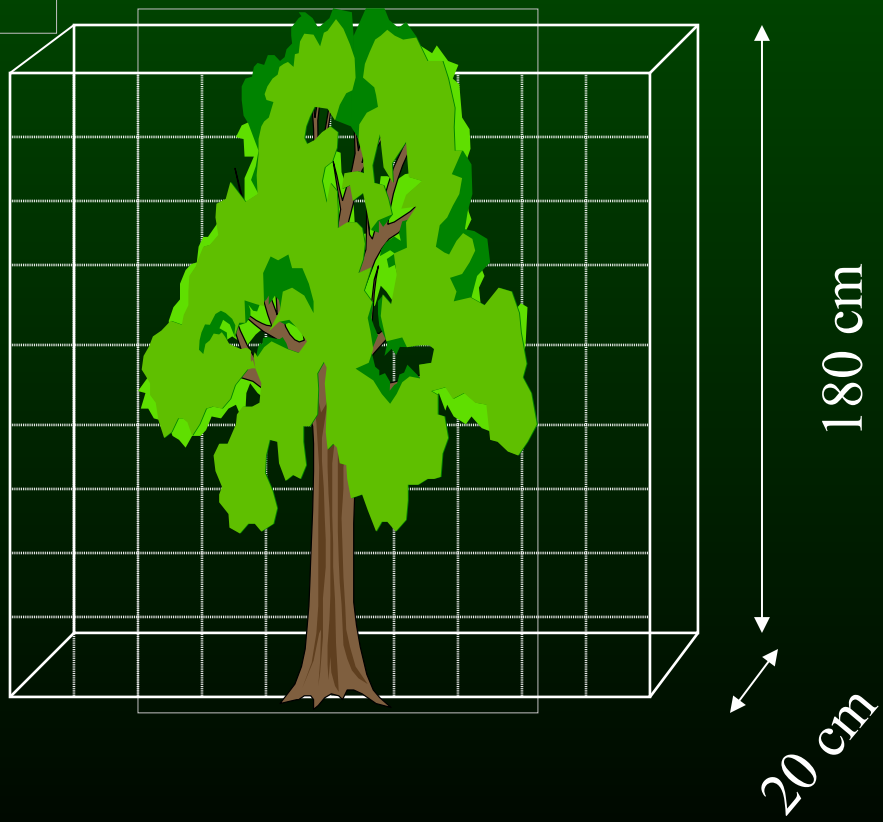
Az almalevél vízfelhasználási hatékonysága (WUE) a fényintenzitás függvényében



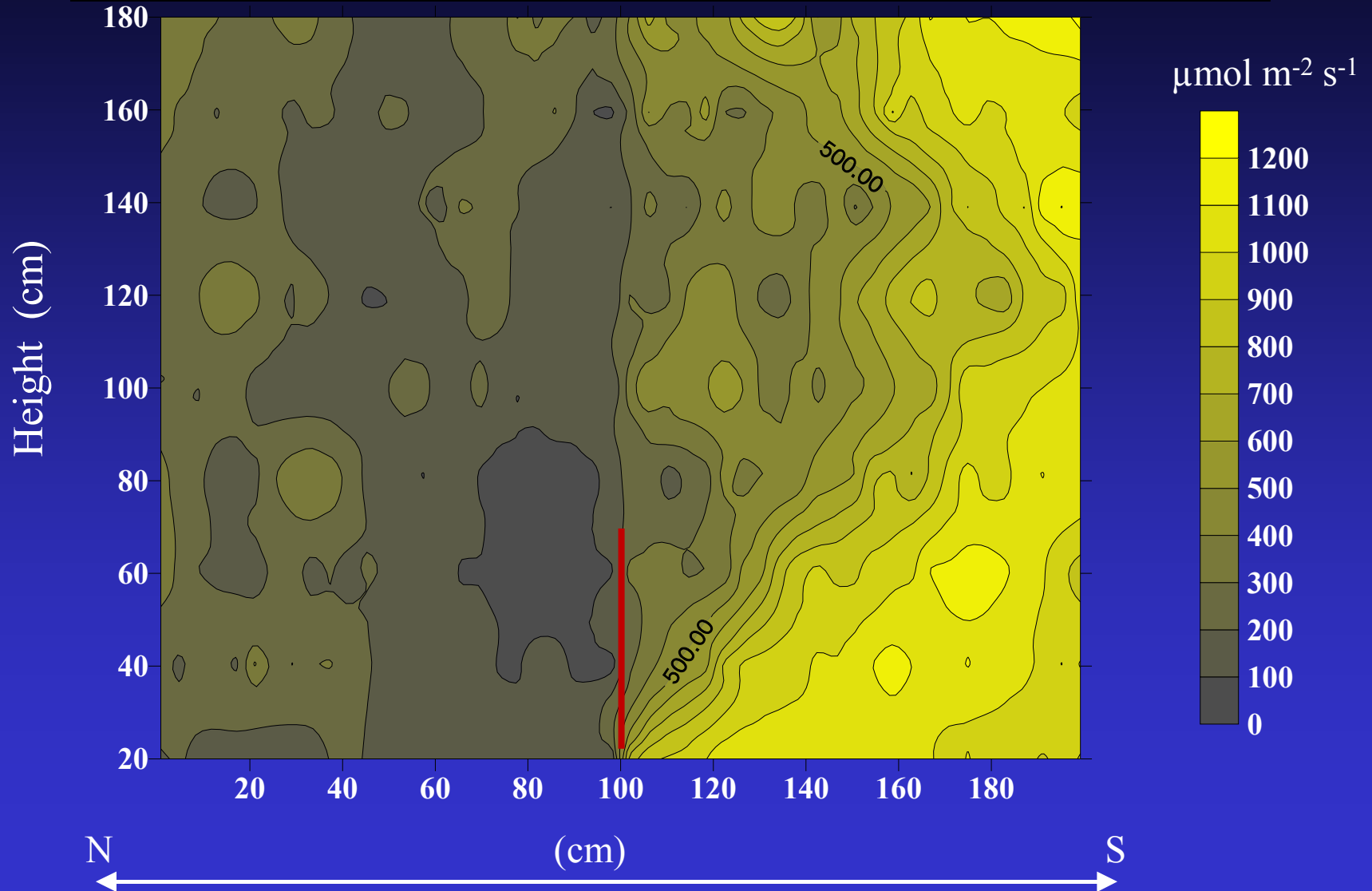


A fényintenzitást (PAR) az ültetvény soraira merőlegesen mértük, az alábbi rácsvonalak mentén

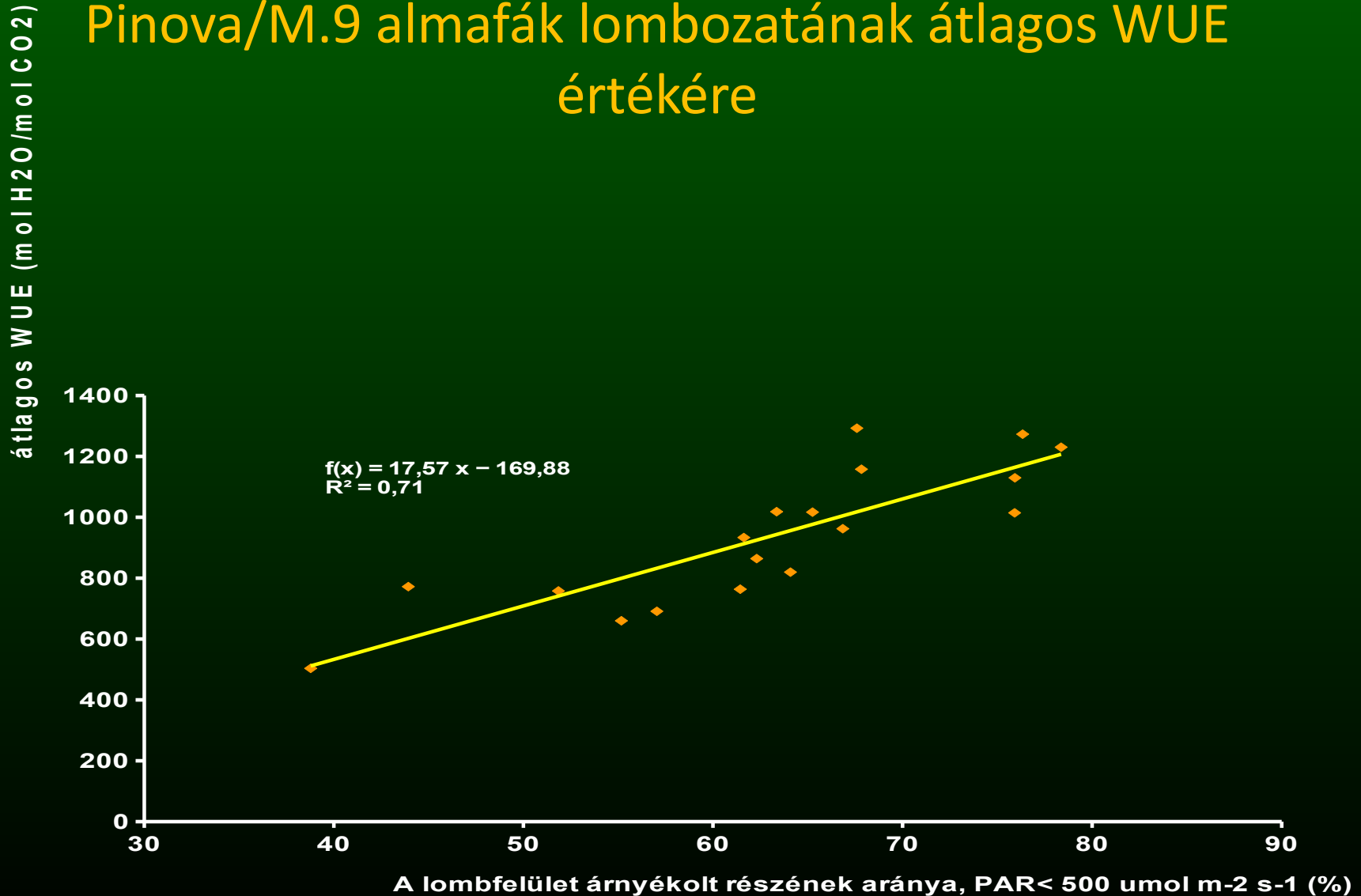
200 cm



A fényintenzitás értéke Pinova/M.9 almafák koronájában a szüret előtt egy hónappal



Az árnyékolt koronarészek arányának hatása a Pinova/M.9 almafák lombozatának átlagos WUE értékére



A csapadékeloszlás (mm) az öntözési szezon során az 1994-2019 időszak alapján

Újfehértói Kutató Állomás

hónap	átlag	minimum	maximum	ET ₀
Május	67.8	13.8	172.9	102.6
Június	77.9	7.4	151.0	152.1
Július	70.7	12.3	148.9	156.5
Augusztus	59.1	7.6	169.6	149.9
Szeptember	58.9	7.4	178.4	98.1
Öthavi összeg	334.4	165.9	603.7	659.3

- Két csapadékesemény között eltelt átlagos idő 8.4 nap
- Az átlagos leghosszabb csapadékmentes időszak 32.3 nap a 26 éves adatsor alapján
- A leghosszabb csapadékmentes időszak 63 nap volt (1996)

A hazai realitás az öntözésben: tervezési
irányszámok a kijuttatandó vízmennyiségre néhány
gyümölcsfajnál
m³/ha

Hónap	alma	meggy	mandula
április – május	300	300	300
június	700	400	600
július	1000	800	600
augusztus	500	200	300
szeptember – október	-	-	-
összesen	2500	1700	1800

Forrás: Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre (AKI, 2018), 11. melléklet

A vízpótlás nem csak technológiai kérdés

- A gyümölcsstermesztés nem képzelhető el öntözés nélkül
- A rendelkezésre álló vízkészletek korlátosak, a hazai szabályozás rugalmatlan, szakmai megalapozottsága vitatható
- Nem kérdés, hogy a vízjogi engedélyekben meghatározott vízkvóták alacsonyak, bármely gyümölcsfajról beszéljünk is
- A szűkös vízkészletek hatékony felhasználása elemi érdekünk, az öntözés szükségességét egzakt módszerekkel kell meghatározni

Az öntözés szükségességének meghatározása

I. Indirekt módszerek

Döntési faktor = $f(\text{vízigény, vízellátottság})$

Pl.: talajnedvesség mérésen, vagy evapotranspiráció számításán alapuló módszerek

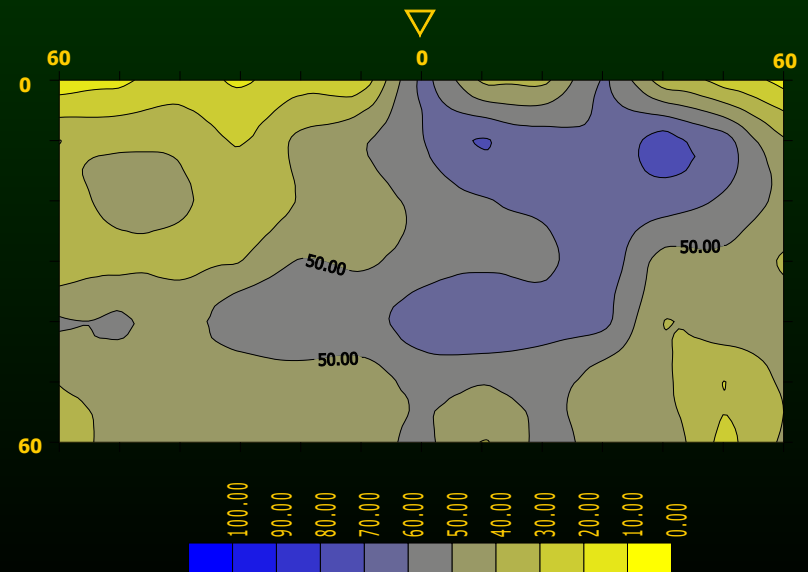
II. Direkt módszerek

Döntési faktor = $f(\text{növényfiziológiai paraméter})$

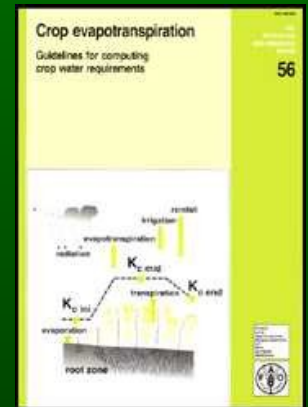
Pl.: vízpotenciál mérés, nedváramlás mérése, stb.

Talajnedvesség mérése

- Változatos szenzorok, akár az automatizálást is lehetővé teszik
- Korrekt talajfizikai alapadatok szükségesek a helyes küszöbértékek megállapításához
- Könnyen értelmezhető eredmények, vízadag meghatározása
- Kritikus a szenzorok elhelyezése!



Penman-Monteith FAO evapotranspirációs modell



- Széleskörben elterjedt integrált modell, amely segítségével becsülhető a talaj vízforgalma (azaz a vízellátás) és figyelembe veszi a növényállomány sajátosságait (a vízigényt)
- Könnyen automatizálható, szaktanácsadói rendszerekbe illeszthető, de homogén növényállományoknál működik igazán jól...



A potenciális evapotranspiráció (ET_0), a növényi koefficiens (K_c) a növényállomány evapotranspirációja (ET_c) és a talaj vízhiányának (DR_i) kapcsolata

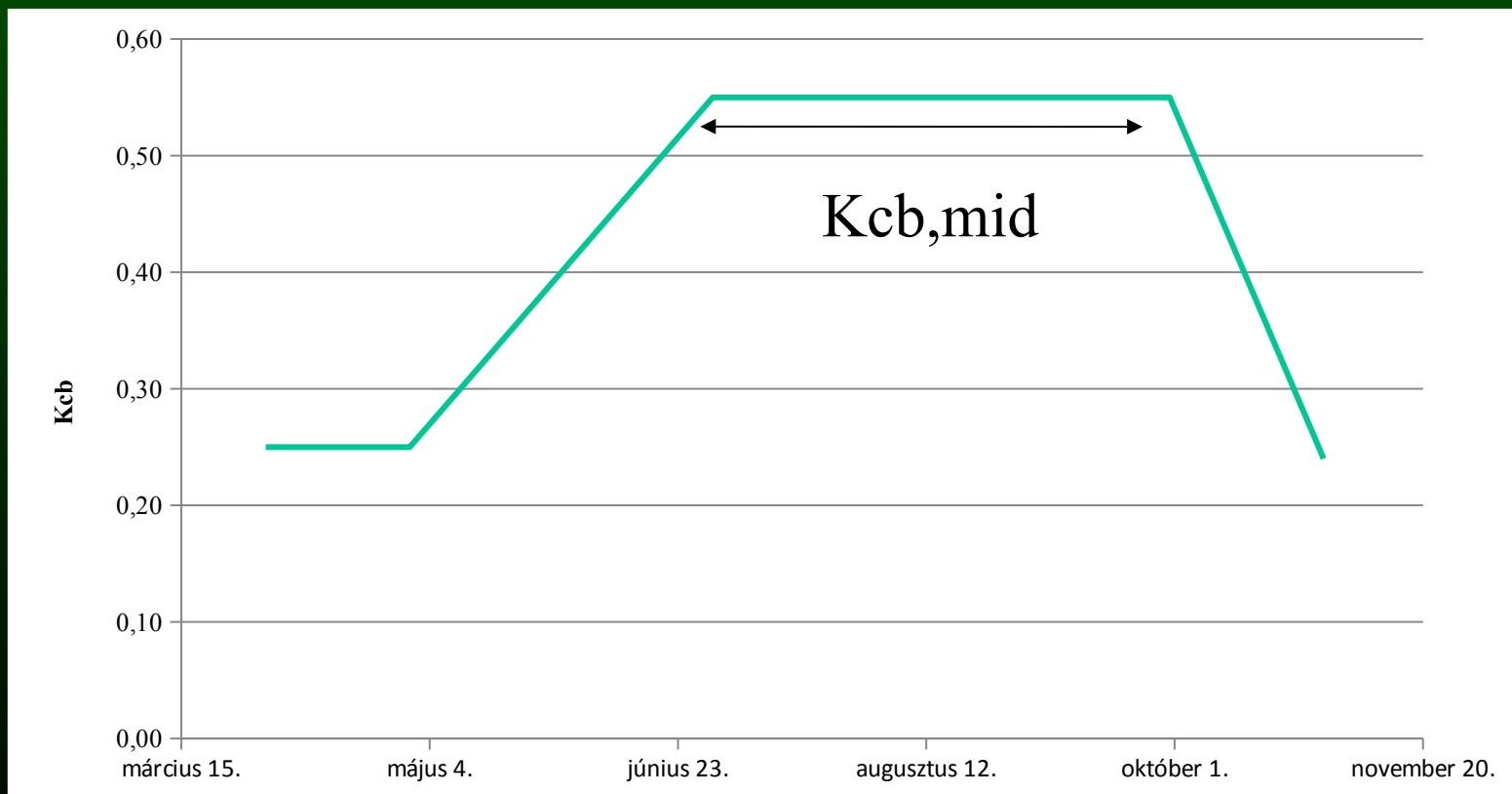
$$ET_0 = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)}$$

$$K_c = K_s \cdot K_{cb} + K_e$$

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

$$DR_i = DR_{i-1} + P_i + I_i - ET_{c,i} - DP_i - RO_i + CR_i$$

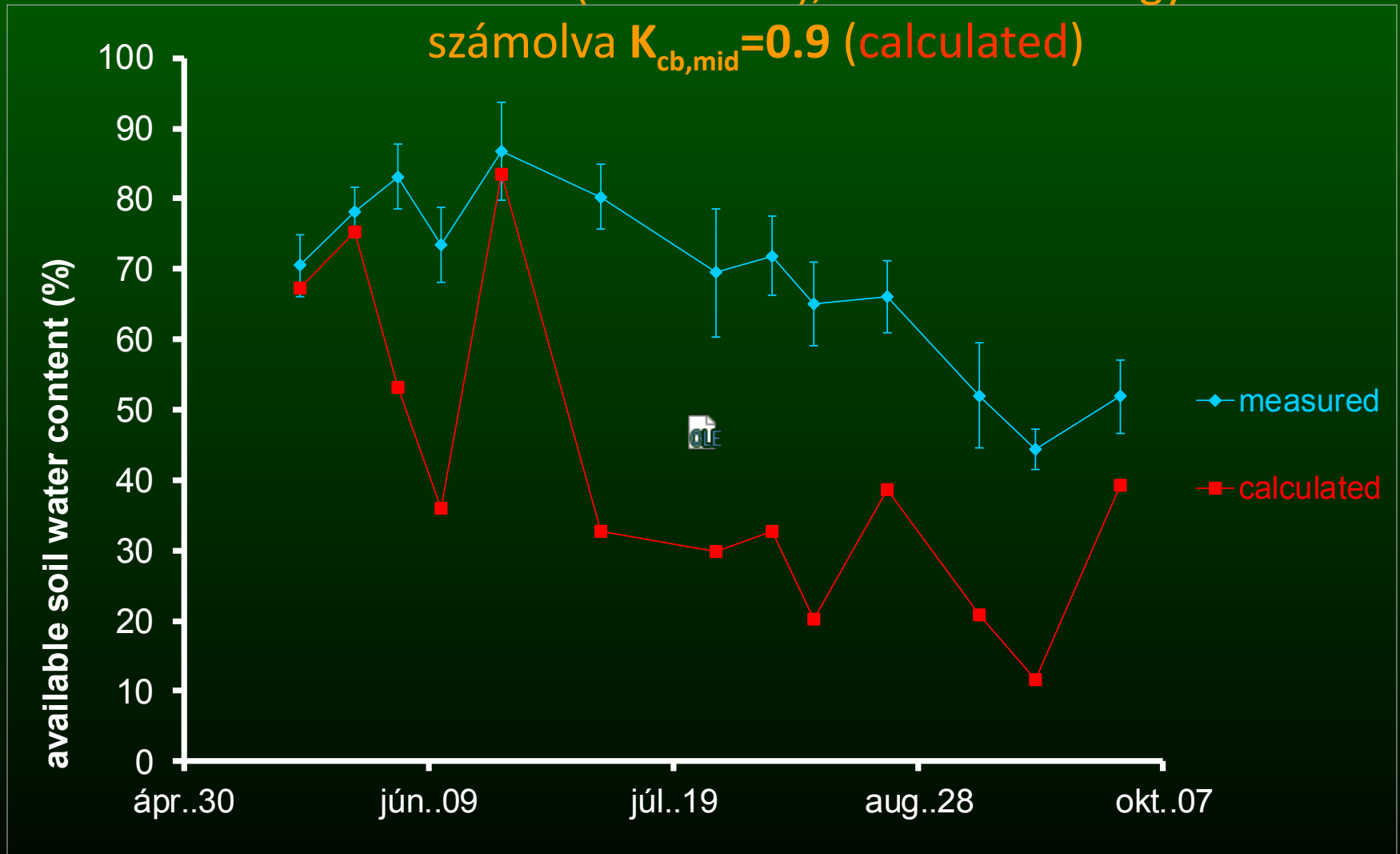
A növény vízszükségletét reprezentáló koefficiens (K_{cb}) helyes becslése kritikus a modell gyakorlati alkalmazásánál!



$K_{cb,mid}$: alma – 0.90, mandula – 0.85 (FAO)

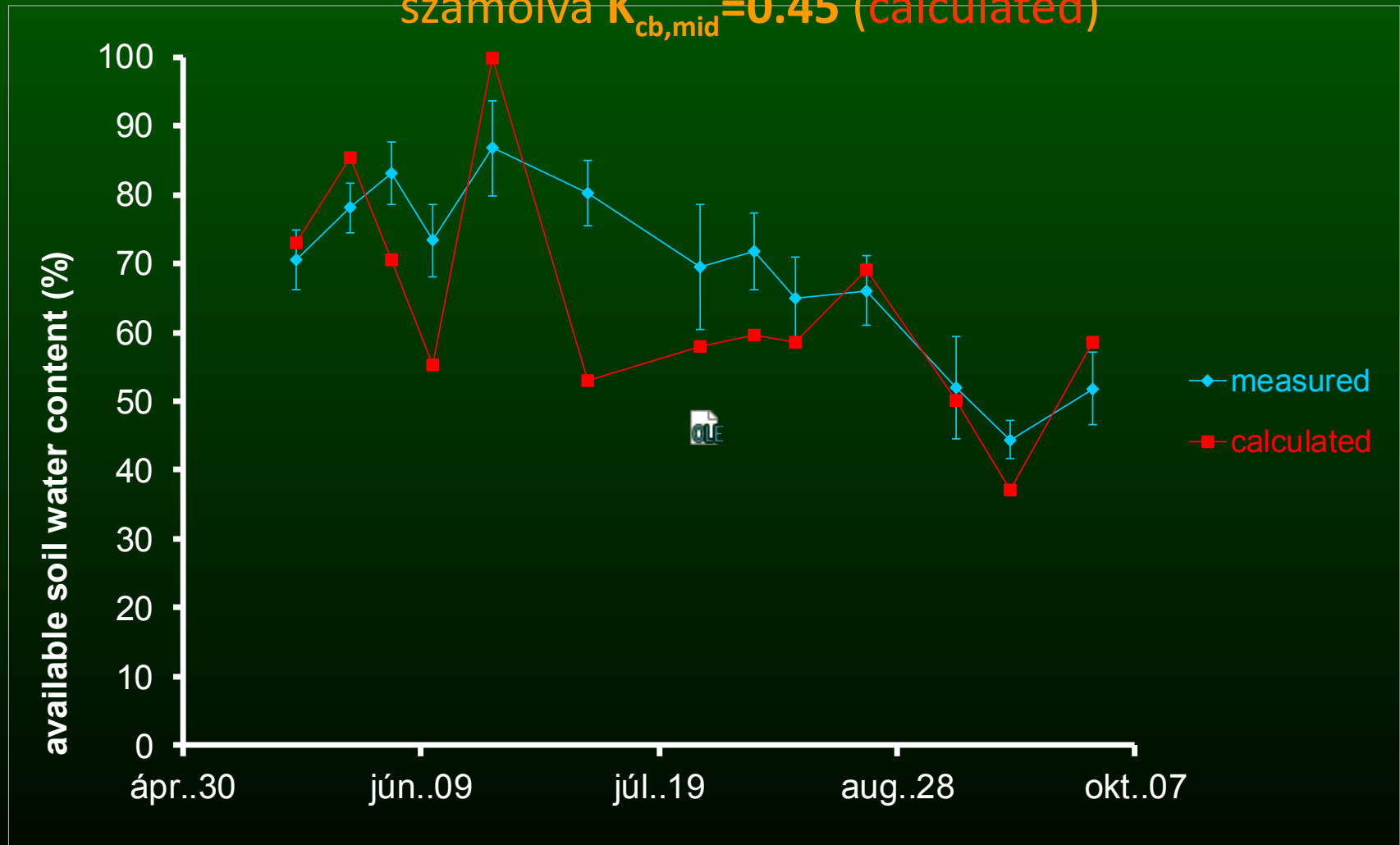
A felső 60 cm-es talajréteg nedvességtartalma TDR szenzorokkal mérve (measured), ill. a Penman egyenletből

számolva $K_{cb,mid}=0.9$ (calculated)



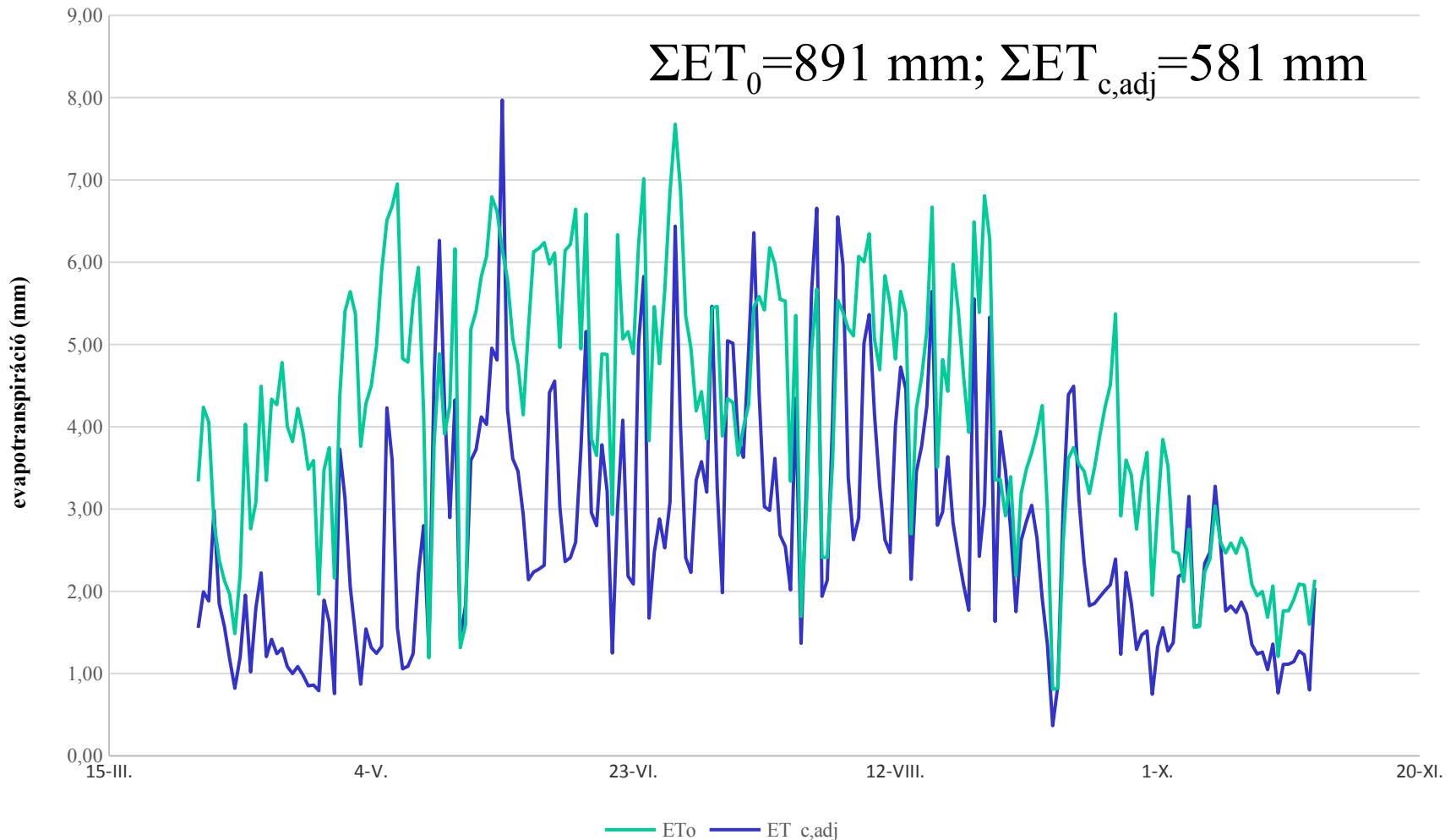
Harmadik nyaras almaültetvény, M.9 alany, 2100 fa/ha

A felső 60 cm-es talajréteg nedvességtartalma TDR szenzorokkal mérve (measured), ill. a Penman egyenletből számolva $K_{cb,mid}=0.45$ (calculated)



Harmadik nyaras almaültetvény, M.9 alany, 2100 fa/ha

A potenciális (ET_0) és a korrigált ($ET_{c,adj}$) evapotranspiráció értéke egy harmadik nyaras almaültetvényben



Alkalmazási tapasztalatok - ET_c modell

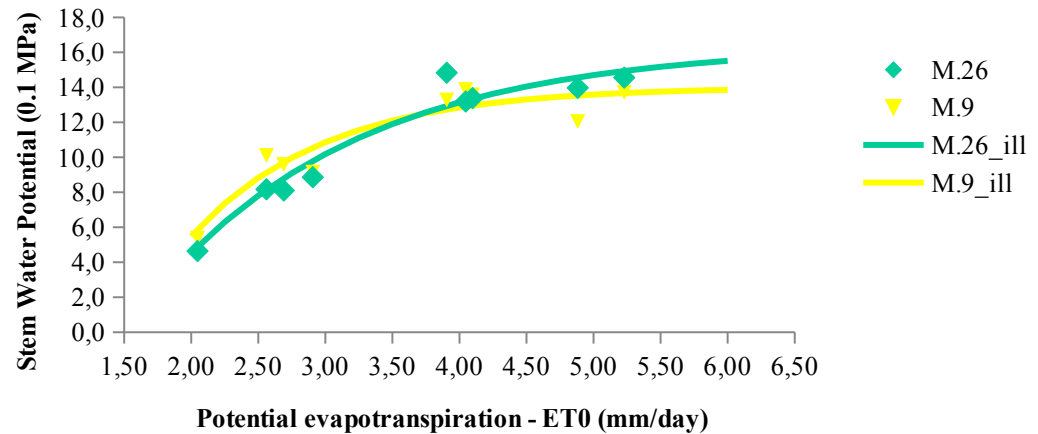
- Az aktuális K_{cb} érték meghatározása nem egyszerű, számos paraméter befolyásolja (levélfelület, gyümölcsterhelés, koronaszerkezet – önárnyékolás)
- A gyakorlati alkalmazásnál a hazai klimatikus adottságok mellett fiatal, termőre forduló almaültetvényeknél a $K_{cb} = 0.45 - 0.65$ jó eredményt ad, egyéb fajoknál ez az érték még ellenőrizendő
- Az öntözéssel átnedvesedő talajfelszín nagyságának, a sorköz növényzetének a figyelembe vétele kritikus

Növényfiziológiai módszerek: vízpotenciál mérés

- Olcsó, egyszerű, de munkaigényes módszer, nem automatizálható
- Kiváló kutatási eszköz – elterjedt gyakorlati alkalmazására nincs esély (legalábbis Magyarországon...)

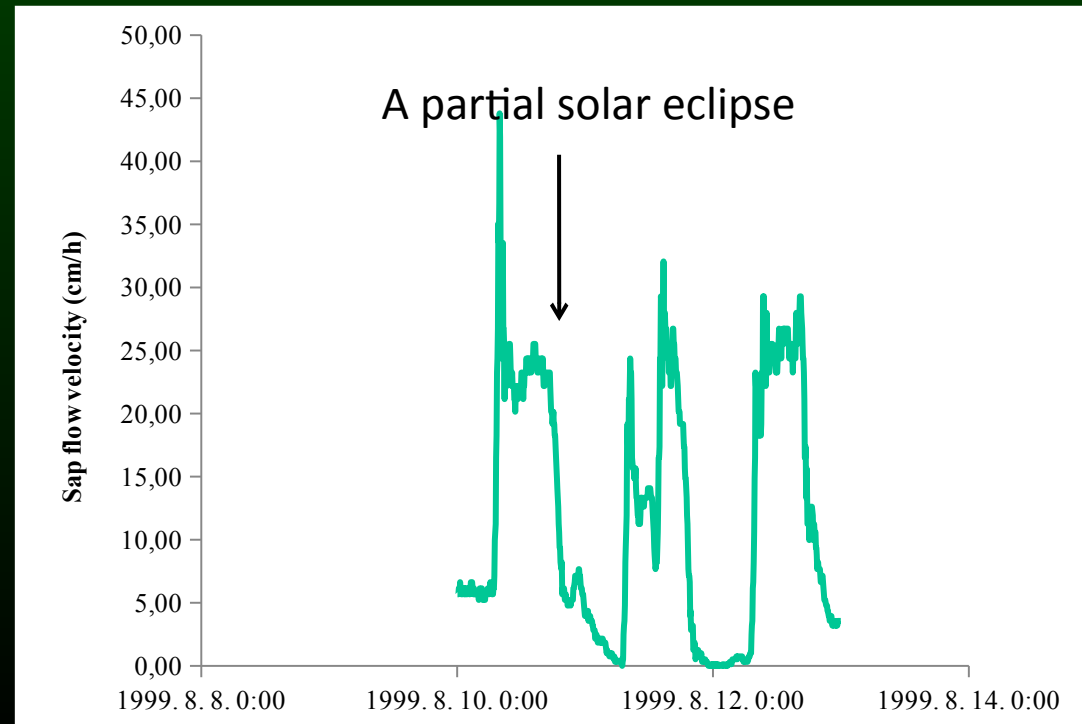


Stem Water Potential of Pinova/M.26 or Pinova/M.9 trees as a function of potential evapotranspiration - ET₀



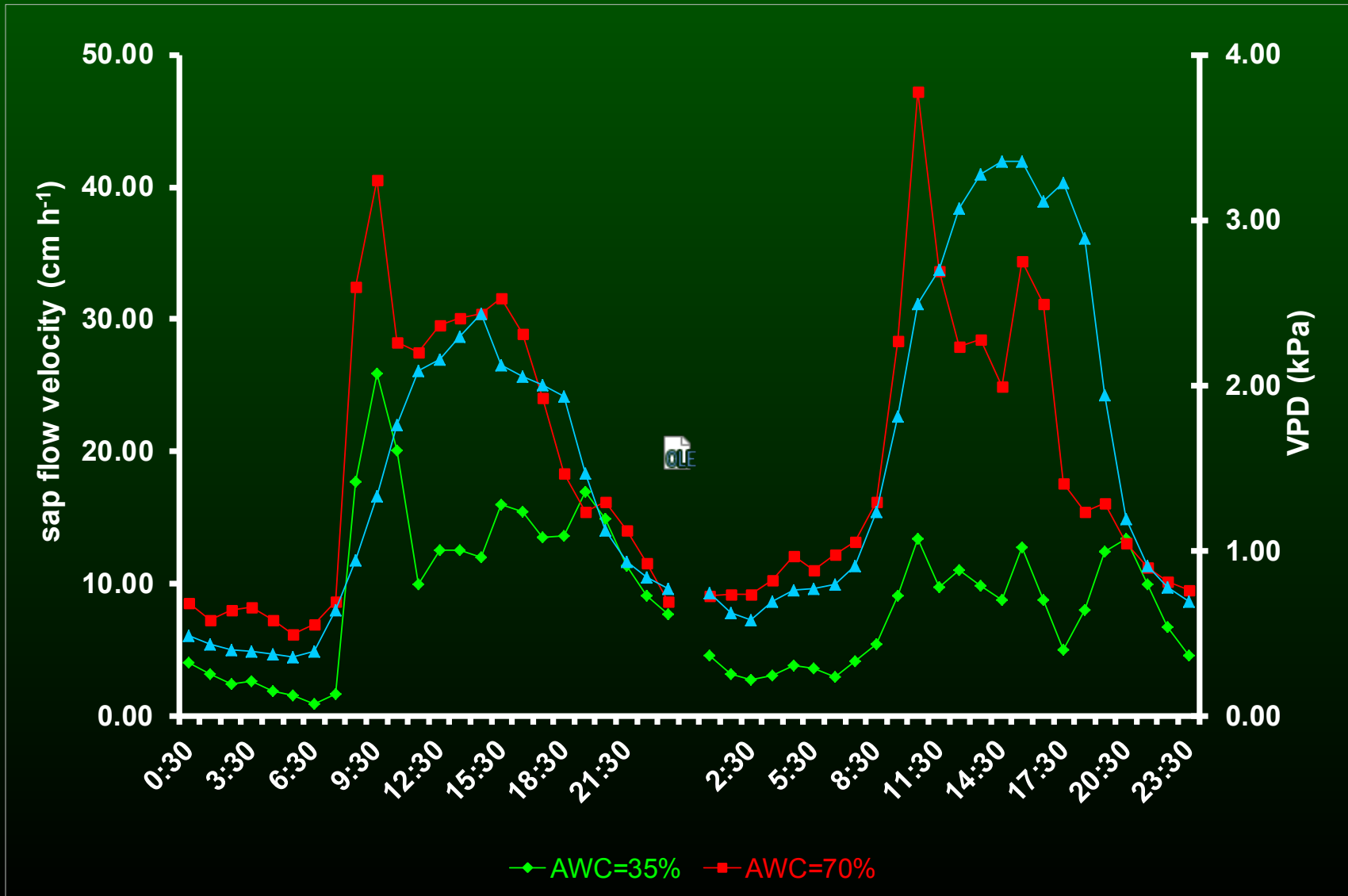
Növényfiziológiai módszerek: nedváramlás mérése

- Könnyen automatizálható, egyre olcsóbb, kereskedelmi forgalomban is kapható eszközök
- Használatuk nem egyszerű, a szenzorok rendkívül érzékenyek, nem egyszerű az ültetvényt reprezentáló fák kiválasztása



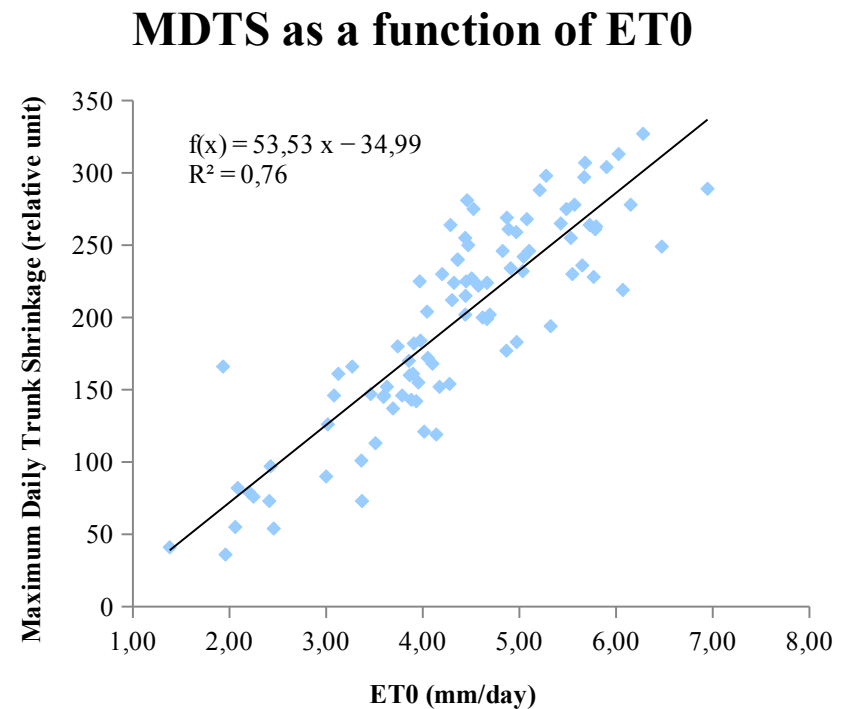
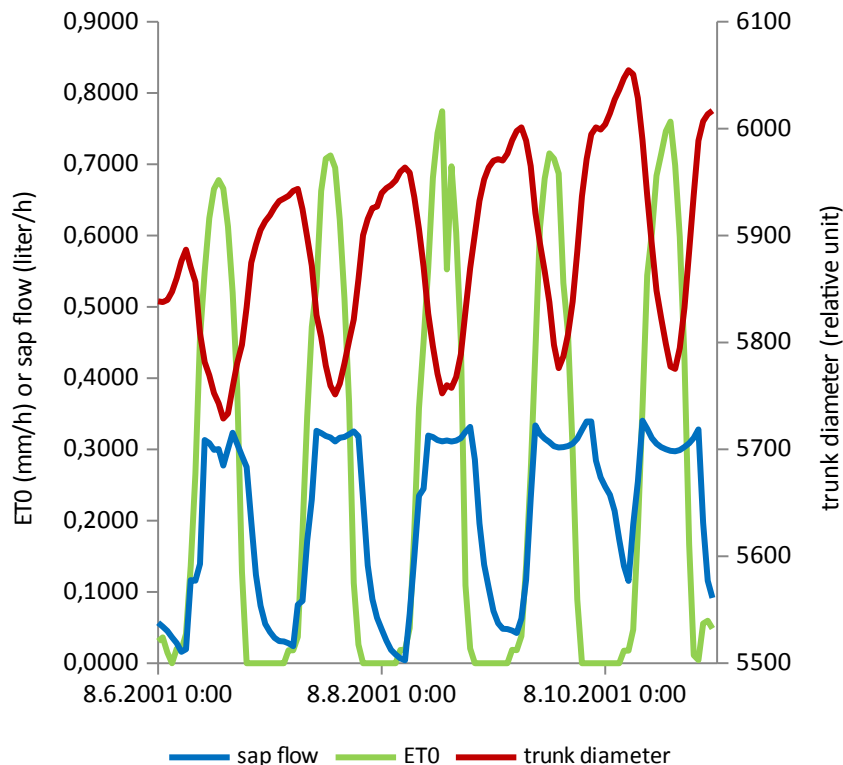


Nehéz egyértelmű döntési faktort meghatározni (görbe lefutása, átáramló víz mennyiség?), nincsenek referencia értékek



Törzsátmérő ingadozásának mérése (Maximum Daily Trunk Shrinkage)

- Könnyen automatizálható, viszonylag olcsó, egyszerűen telepíthető
- Az eredmények értelmezése nehézkes, hiányzik az egyértelmű döntési faktor



A jövőbeni trendek – szubjektív vélemény

- Az ET_c modell marad a legáltalánosabban használt döntéstámogató rendszer a gyakorlatban, mert olcsó, könnyen automatizálható és szaktanácsadási rendszerekbe jól illeszthető. Ugyanakkor, meglehetősen robosztus módszer, az ültetvény sajátosságainak figyelembe vétele nem egyszerű
- Ahhoz, hogy az ET_c modell precízebb legyen, extrémén sok tényezőt kellene tudni számszerűsíteni (gyümölcsterhelés, korona beárnyékoltsága, stb.) – ez nem életszerű

A jövőbeni trendek – szubjektív vélemény

- A növények vízforgalmával kapcsolatos paraméterek közvetlen mérése napjaink információs-technikai fejlődését látva elterjedtebbek lesznek, de rengeteg potenciálisan alkalmazható módszer létezik (nedváramlásmérés, törzsátmérő ingadozásának mérése, klorofill fluoreszcenciás mérések, a lombozat hőmérsékletének mérése, multispektrális mérések, stb.)
- A különböző módszerek összehasonlító vizsgálata, ill. a korrekt biológiai összefüggések meghatározása rengeteg kutatási munkát igényel
- A szenzorok fejlesztése gyorsabb, mint azok tesztelése ellenőrzött biológiai rendszerekben...

Köszönöm a figyelmet!



NAIK Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutatóintézet –
Park u. 2., H-1223 Budapest, Hungary;
lakatos.tamas@fruitresearch.naik.hu