

Kovács Bence^{1,3}, Tinya Flóra¹, Németh Csaba², Sass Vivien⁴, Bidló András⁴ és Ódor Péter^{1,2}

¹ MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet ² MTA Ökológiai Kutatóközpont, GINOP Fenntartható Ökoszisztémák Csoport

³ Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék ⁴ Soproni Egyetem, EMK, Környezet és Földtudományi Intézet, Termőhelyismeretani Intézeti Tanszék

Problémafelvetés

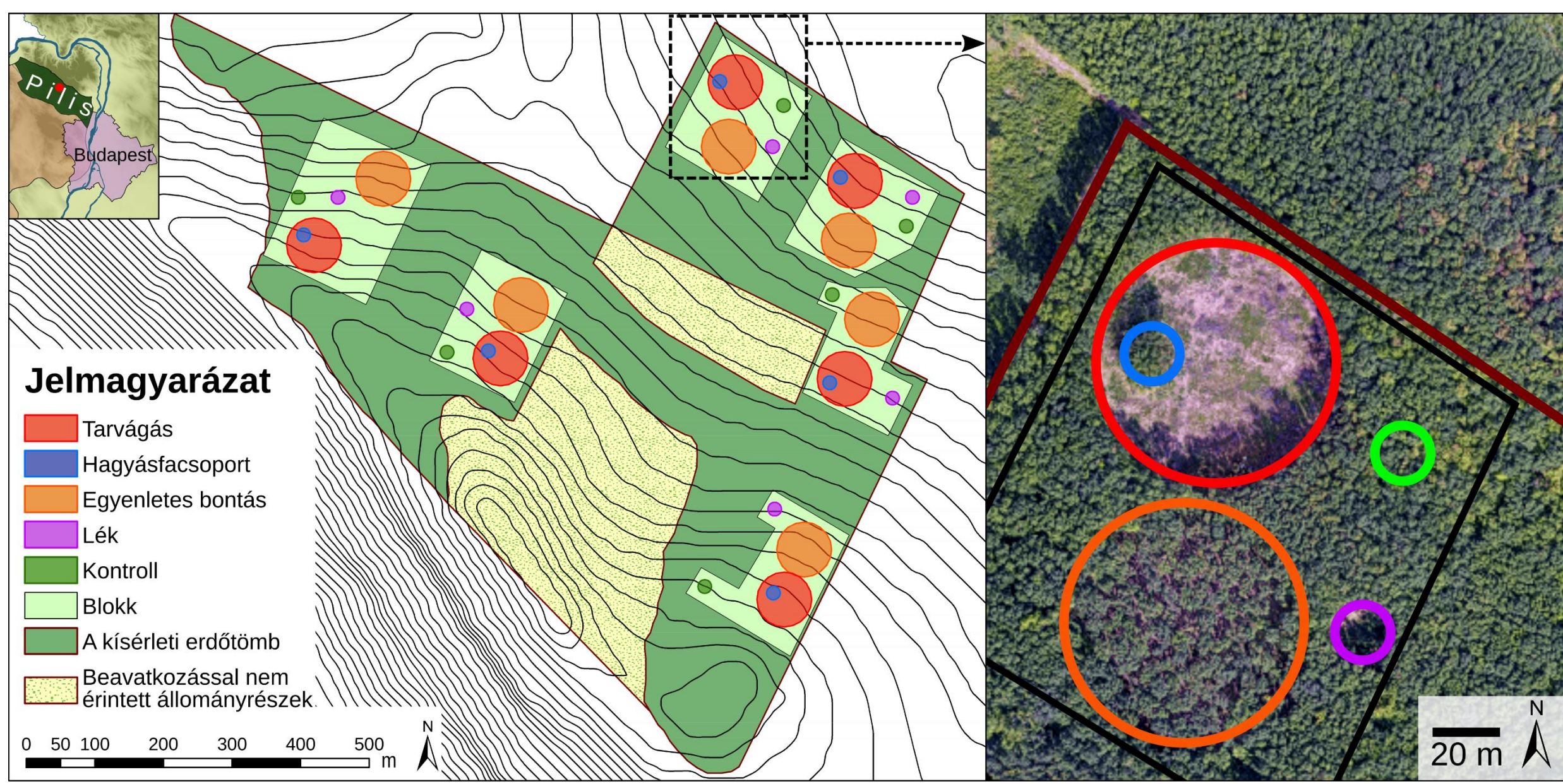
- erdőgazdálkodás → a fahasználatok megváltoztatják a zárt erdőkre jellemző mikroklímát és talajviszonyokat → mértéke függ az alkalmazott erdészeti üzemmódtól, a beavatkozásoktól
- hatásai leggyakrabban közvetettek → a **termőhelyi viszonyok megváltozásán keresztül** hatnak az egyes élőlénycsoportok túlélésére és regenerációjára, ↔ DE kevés információ van arról, hogy az alkalmazott fahasználatok hogyan hatnak a termőhelyi változókra
- „Pilis Kísérlet” (2014 óta) → cél: statisztikailag összehasonlítható módon, kísérletes körülmények között, több különböző üzemmód egyes fahasználatainak egymás melletti vizsgálata → a beavatkozások hatásainak nyomon követése a termőhelyre és azon keresztül különböző erdei élőlénycsoportok regenerációjára és diverzitására

Kérdéseink:

- Van-e kimutatható **kezeléshatás** a vizsgált termőhelyi változók esetében?
- Milyen **időbeli mintázata** van az egyes változóknak és ez kezelésenként hogyan változik?
- Milyen a mikroklímaváltozók **napi ritmusa** az egyes kezelésekből?

A kísérleti terület alapadatai

- Pilis, Hosszú-hegy (tszfm.: 370-470 m), enyhe lejtő, északi kitértség
- közel homogén, ~40 hektáros erdőtömb (vágásos üzemmód)
- gyertyános-kocsánytalan tölgyes kétszintes állomány (KTT: 21 m; GY: 11 m), kevés elegyfaj gyér cserjeszint, ~40%-os lágyszárúszint-borítás
- az állomány átlagos kora: 75 év
- vályogos szövetű agyagbemosódásos barna erdőtalaj és rendzina talaj



Adatgyűjtés, adatfeldolgozás:

- mikroklímaváltozók: havonta 72 órás adatgyűjtés a mintaterületek középpontjában, 10 perces adatrögzítés, 24 órás adatsorok → átlag és interkvartilis terjedelem (IQR)
- talajváltozók: évi két mintavétel (tavasz, ősz); mintaterületenként 4 feltalaj-minta (0-20 cm) → átlag
- csak 2015-ös adatsorok elemzése; relatív adatok használata (minden változóra a kontrollban mért értéktől vett eltérés)
- egységes modelleket (lineáris kevert modellek; fix faktor: kezelés+idő+kezelés: idő; random faktor: blokk); fix hatások tesztelése: F-statisztika
- a kezelések és az időszakok hatása: Tukey-féle többszörös összehasonlítás ($\alpha < 0.05$); az ábrákon az eltérő betűk a szignifikáns eltéréseket jelzik, a csillag a kontrollnak megfelelő 0-tól való szignifikáns eltérés

A kísérleti elrendezés

teljes blokk elrendezés, hat ismétlésben öt kezelés:

- T: mikrotarvágás** (d=80 m)
- H: hagyásfacsoport** (d=20 m, a tarvágásban)
- B: egyenletes bontás** (d=80 m, 30%-os erély)
- L: lékvágás** (d=20 m)
- K: kontroll**

vágásos üzemmód
örökzöld üzemmód

BACI (Before-After-Control-Impact) mintavételi elrendezés, fahasználat: 2014

Vizsgált változók

- teljes fény (PAR)
- diffúz fény (DIFN)
- léghőmérséklet (T_a)
- relatív páratartalom (RH)
- vízgőztelítési hiány (VPD)
- talajhőmérséklet (T_s)
- talajnedvesség (SWC)
- a feltalaj kémhatása (pH)
- higroszkóposz (hy)
- elemtartalom: C, N, P, K ([SOC], [N], [P_{AL}], [K_{AL}])
- avarváltozók: mennyiség, pH, nedvességtartalom



Konklúziók

- egy évvel a beavatkozásokat követően (2015) → mikroklíma-változók: jelentős kezeléshatás → a feltalaj jellemzői kevésbé változtak meg
- a beavatkozások elsősorban a záródást érintették → legerősebb válasz: fényklíma
- lékek → legkiegyenlítettebb a mikroklímája, de a beeső fény és a talajnedvesség jelentősen megnőtt
- legdrasztikusabb változások → tarvágás
- a hagyásfacsoport kiegyenlítő hatása nem minden változóra érvényesül → pl. a napi hőingást tompítja, de a léghőmérséklet és relatív páratartalom átlaga a tarvágáshoz hasonló marad
- a kezelések hatásai időben jelentősen eltértek → a lombkoronaszint kiegyenlítő szerepe a vegetációs periódus csúcán
- termőhelyi viszonyok szempontjából a kisebb antropogén bolygatással járó, nagyobb térbeli heterogenitást kialakító fahasználatok hatékonyabban képesek megőrizni a zárt erdőkre jellemző kiegyenlített viszonyokat → lék, bontás
- a tarvágásokban, már egy 8-12 felső lombkoronaszintbe tartozó faegyed meghagyásával létrehozott hagyásfacsoport is képes lehet bizonyos élőlénycsoportok számára tompítani a tarvágások kedvezőtlen mikroklímatis hatásait

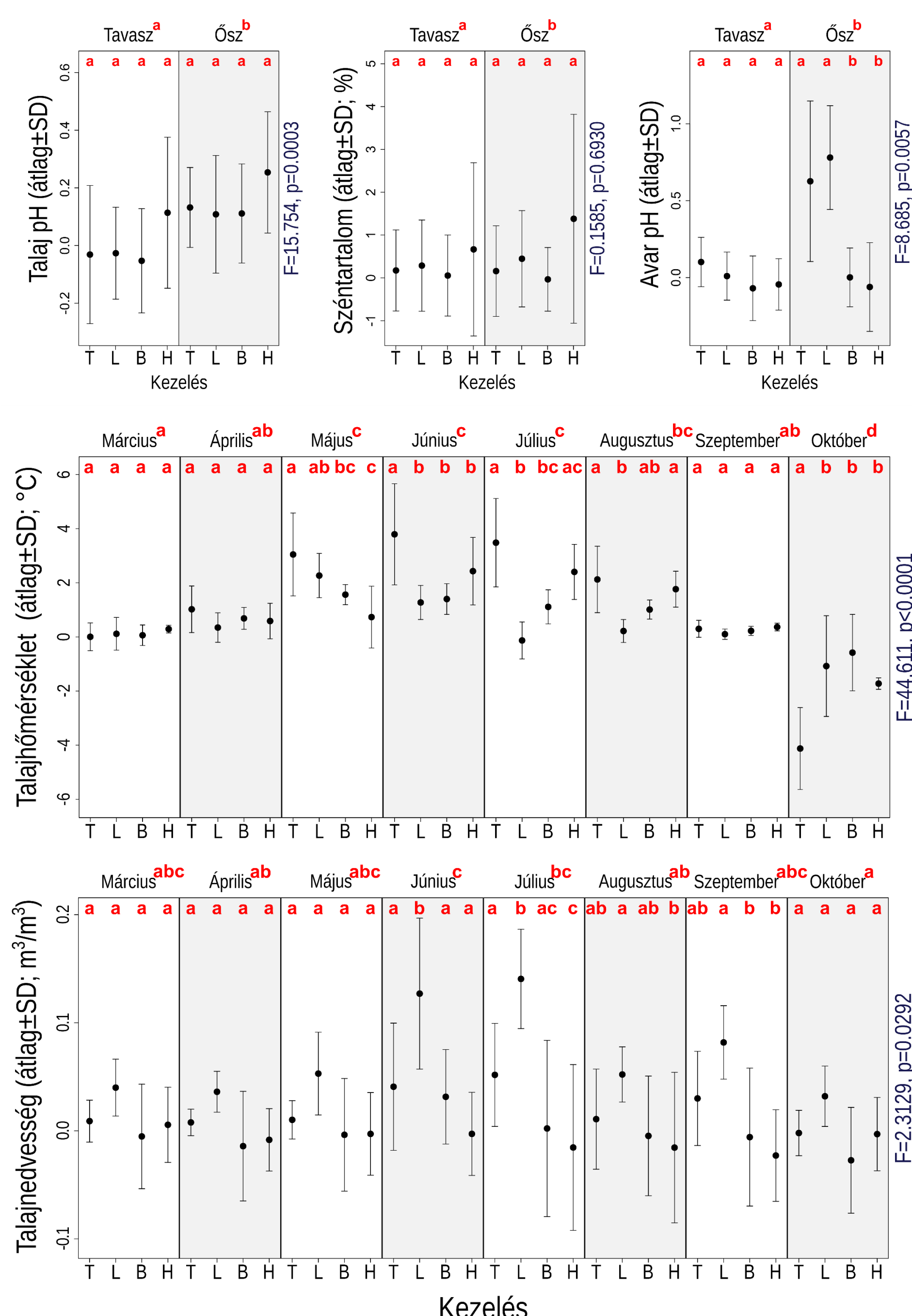
Eredmények

1. Jelentős kezeléshatás a mikroklíma esetén 2015-ben, de a talajváltozók lassabban módosulnak

- a fény mindenhol megnőtt: tarvágásban a legnagyobb, jelentős a lékben is
- a lég- és talajhőmérséklet és a vízgőztelítési hiány leginkább a tarvágásban nőtt meg (legnagyobb átlagok és varianciák) ↔ a hagyásfacsoport a hőmérsékleti átlagokat nem, de a szélsőértékeket hatékonyan kiegyenlíti (T_a , T_s)
- jelentős talajnedvesség-növekedés a lékben, kisebb mértékben a tarvágásban
- a talajhőmérséklet egyedül a lékben nem nőtt meg a kontrollhoz képest

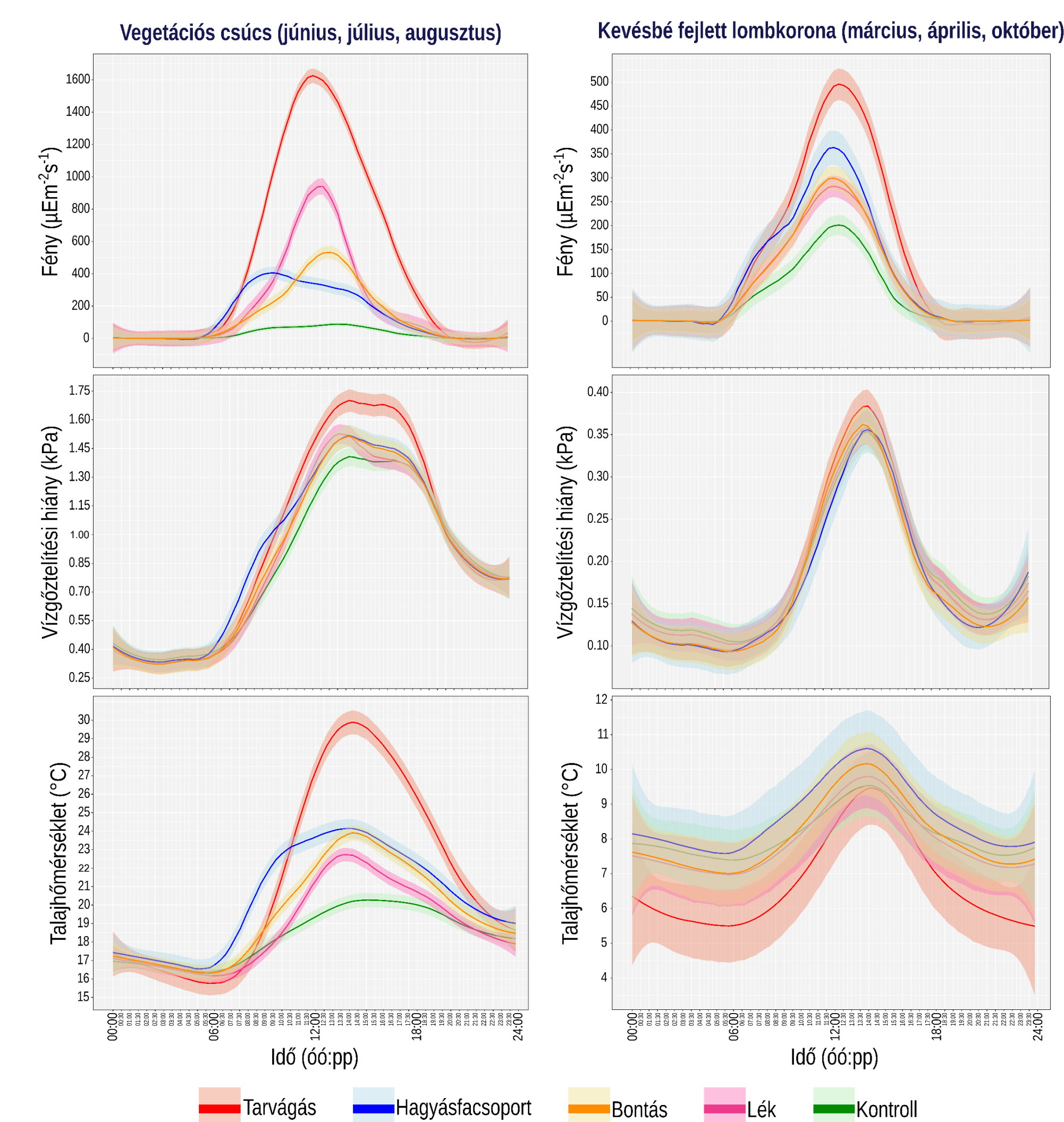
2. Eltérések egy vegetációs perióduson belül

- az idő csak a talaj pH és a kálium koncentráció esetében szignifikáns ↔ az avarváltozók minden esetben, például az avar pH jelentősen megnőtt ősszel a lékben és a tarvágásban, az avar mennyiség lecsökkent



3. A mikroklíma napi menete

- legnagyobb kezelések közötti eltérés és legnagyobb napi ingás: a nyári hónapokban mérhető → a lombzat mikroklímát kiegyenlítő hatása
- fontos kimutatható különbségek:
 - beeső fény maximuma: jelentős eltérések és időbeli eltolódás → a hagyásfacsoportban délelőtt, a tarvágásban 12⁰⁰-12²⁰, a lékben 12³⁰-12⁴⁰, a bontásban 13¹⁰-13²⁰ között
 - talajhőmérséklet napi ciklusa: a hajnali órákban (02³⁰-07³⁰) a tarvágás talajhőmérséklete a legalacsonyabb; nyáron ez a kezelés melegszik fel legjobban, hűl le lombtalan állapotban leginkább
 - a hagyásfacsoportban, a fény napi ritmusát követi a VPD: itt mérhető átmenetileg a legszárazabb klíma → a hatás a nap során kiegyenlítődik ↔ mértéke tarvágásban a legnagyobb
 - a hagyásfacsoport képes tompítani a tarvágás hőhatását (árnyékolás)
 - a jelentős fénytöbblet ellenére a lék marad a leghasonlóbb a kontrollhoz



- feltalaj- és avarviszonyok talaj: gyengébb összefüggések (csak a talaj pH mutatott kezeléshatást) ↔ avar: a kezelés szignifikáns a pH-és a nedvességtartalom esetében

- a teljes besugárzással leginkább összefüggő változóknál (T_a , RH, VPD, ill. T_s) lényegesebb az időpont → a kontrolltól való eltérések és a kezelések közötti különbségek egyaránt a vegetációs időszak csúcán a legnagyobbak

