



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

**A fitomassza térbeli variációjának vizsgálata különböző gyeptípusokban**

DOI: 10.54598/003680

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

SZABÓ GÁBOR

Gödöllő

2023

## **A doktori iskola**

**megnevezése:** Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola

**tudományága:** környezettudomány

**vezetője:** Csákiné Dr. Michéli Erika  
egyetemi tanár  
MATE, Környezettudományi Intézet  
Talajtani Tanszék

**Témavezetők:** Dr. Penksza Károly  
egyetemi tanár  
MATE, Növénytermesztési-tudományok Intézet,  
Növénytani Tanszék

Dr. Bartha Sándor  
tudományos tanácsadó  
Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezetők jóváhagyása

## Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK .....	5
1.1. A témaválasztás indoklása, a téma jelentősége .....	5
1.2. Vizsgálatom fő célkitűzései .....	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	8
2.1. A gyeppek funkcionális jelentősége .....	8
2.2. A fitomassza mintavétel módszertani kérdései .....	8
2.2.1. A mintavétel célja .....	8
2.2.2. Módszertani kérdések .....	9
2.3. A fitomassza tér- és időbeli variációja .....	10
2.4. A fitomassza stabilitása .....	12
2.5. A fitomassza-produkció és a diverzitás kapcsolata .....	12
2.6. A hazai gyepgazdálkodási kutatások rövid áttekintése .....	14
3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....	16
3.1. A mintavételi területek bemutatása .....	16
3.1.1. Löszgyeppek, kötött talajú sztyeprétek (H5a) .....	17
3.1.1.1. Battonya .....	17
3.1.1.2. Tiszaalpár .....	18
3.1.1.3. Esztergom .....	19
3.1.2. Homoki sztyeprétek (H5b) .....	19
3.1.2.1. Kunpeszér .....	19
3.1.2.2. Mórahalom .....	20
3.1.3. Nyílt homokpusztagyeppek (G1) .....	20
3.1.3.1. Fülöpháza .....	21
3.1.3.2. Vácrátót – Tece legelő .....	21
3.1.3.3. Gönyű .....	21
3.1.3.4. Csévharaszt .....	22
3.1.4. Cickórós puszták (F1b) .....	22
3.1.5. Mocsárrétek (D34) .....	22
3.2. A mintavétel módszerei .....	22
3.2.2. Terepi adatgyűjtési módszerek ismertetése .....	23
3.2.2.1. Mintavételi elrendezés a standard mintavétel esetén .....	23
3.2.2.2. Mintavételi elrendezés a módszertani vizsgálatok esetén .....	24
3.2.3. A cönológiai mintavétel módszere .....	26
3.2.4. A fitomassza mintavétel bemutatása és a begyűjtött minták kezelése .....	26
3.2.5. Talajmintavétel .....	26
3.2.6. Takarmányérték szerinti értékelés a battonyai mintaterület esetében .....	26
3.2.7. Meteorológiai adatok gyűjtése .....	27
3.2.8. Mintavételi elrendezés a gyepekben zajló regenerációs és degradációs folyamatok értékelésére .....	27
3.3. Az adatelemzés során használt módszerek ismertetése .....	29
3.3.1. Módszertani vizsgálatok .....	29

3.3.2. A fitomasszaminták normáleloszlásának vizsgálata és a variációs koefficiens számításának módja.....	30
3.3.3. A fitomassza szezonális dinamikájának vizsgálata .....	30
3.3.4. A talajparaméterek sokváltozós elemzése .....	31
3.3.5. A cönológiai felvételek kiértékelésének módszerei.....	31
3.3.6. Adatelemzés a takarmányérték vizsgálatára a battonyai mintaterületen .....	32
3.3.7. A 4,6 és 12 hónapos csapadékösszegek hatásának vizsgálata a battonyai gyep fitomassza-mennyiségére és térbeli variabilitására .....	32
3.3.8. Adatelemzés a gyepekben zajló regenerációs és degradációs folyamatok értékelésére .....	33
4. Eredmények.....	34
4.1. A módszertani vizsgálatok eredményei a mintavételi elrendezés optimalizálása érdekében. 34	
4.1.1. Azonos kiterjedésű területről módszertani mintavétellel vett minták számának növelésével kapott eredmények .....	34
4.1.2. A transzsekt hosszának növelésével változtatott mintaelemszámokkal kapott eredmények .....	39
4.2. A normalitásvizsgálat eredményei.....	41
4.3. A standard és kvartilis CV elemzésével kapott eredmények összehasonlítása .....	42
4.4. A fitomassza szezonális dinamikájának vizsgálatával kapcsolatos eredmények .....	43
4.5. A talajvizsgálatok eredményei.....	45
4.6. A fitomassza mennyiségének alakulása az egyes élőhelytípusokban.....	47
4.7. A cönológiai felvételek kiértékelésének eredményei .....	56
4.7.1. A fajszámok és a diverzitás áttekintése .....	56
4.7.2. Lineáris és kvadratikus regressziós vizsgálatok.....	59
4.7.3. Az egyes mintaterületek vegetációjának szociális magatartás-típusok szerinti értékelése .....	64
4.8. A fajkompozíció hatása a fitomassza mennyiségére .....	76
4.9. A takarmányértékekkel kapcsolatos vizsgálatok eredményei .....	78
4.10. A 4,6 és 12 hónapos csapadékösszegek hatása a battonyai gyep fitomassza-mennyiségére és térbeli variabilitására .....	82
4.11. A gyepekben zajló regenerációs és degradációs folyamatok értékelése a fitomassza térbeli CV%-a alapján .....	89
5. Következtetések és javaslatok.....	99
6. Új tudományos eredmények.....	102
7. Összefoglalás.....	104
8. Summary .....	106
9. Köszönetnyilvánítás .....	108
10. Irodalom .....	109
12. Mellékletek.....	119

# 1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

## 1.1. A témaválasztás indoklása, a téma jelentősége

Feltehetően a mezőgazdaság megjelenésével egyidőben, a még kezdetleges eszközöket és gazdálkodási módszereket használó korai civilizációk is folyamatosan tettek megfigyeléseket arra vonatkozóan, hogy a természetbe vont növények és a hasznosított vadon élő vagy éppen háziállatok miképpen reagálnak környezetük megváltozására. Ennek következtében a gazdálkodást befolyásoló környezeti paraméterek hatásának és az elért gazdálkodási eredmények dokumentálása egyidős az emberiség agrártevékenységével. A mezőgazdaság hajnalától az ipari forradalomig eltelt évszázadokban az alkalmazott művelési eljárások és fajtaválaszték lassan változott, a paraszti társadalmakban a generációk között elsősorban tapasztalati úton kerültek továbbadásra. Ez a sok generáción keresztül szintetizálódó, gyakorlatorientált tudásbázis az adott térség klimatikus adottságaihoz leginkább illeszkedő mezőgazdasági művelést és tájfajta választékot hasznosította. Ez idő alatt a technikai fejlődés, az ehhez köthető információáramlás sebessége még éppen olyan visszafogott volt, mint Földünk klimatikus viszonyainak változása. Egy viszonylag stabil éghajlati rendszer és egy lassan változó technológiai háttér mellett a népi megfigyelések leginkább a mezőgazdálkodás alá vont területek produktivitásának osztályozásával és az alkalmazott fajták eredményességének értékelésével foglalkoztak. Az ilyen gyakorlatorientált, nagyobb léptékben zajló információgyűjtés jellemzően az átlagos jellemzők meghatározásával járt együtt. Ezt a szemléletet vették át az agrártudományok is, hiszen a termésátlagok meghatározása a mai napig bevett gyakorlatként jelenik meg. Az elmúlt pár évtizedben azonban jelentős globális éghajlati szélsőségek figyelhetőek meg egyre nagyobb gyakorisággal, melyek a globális éghajlatváltozás következményeiből fakadnak (IPCC 2014). Ezzel egyidőben a mezőgazdasági rendszerek fajtaválasztékának jelentős beszűkülése és technológiai uniformizációja volt megfigyelhető, az intenzifikáció elsődleges célja a termésátlagok maximalizálása volt. A precíziós (mező)gazdálkodás (PREGA) megjelenésével beköszöntött a mezőgazdaság „digitális forradalmának” korszaka, az egyre szélesebb körben alkalmazott technikai újításoknak köszönhetően lehetőség nyílik a parcellák heterogenitásának figyelembevételére és a termésátlagok maximalizálását, valamint az ehhez szükséges kezeléseket az adott parcellán belül, az egyes hasonló termőhelyi feltételekkel rendelkező foltok esetén a legnagyobb hatékonyság kívánalmainak megfelelően határozza meg. A belső heterogenitás figyelembevétele fontos újonnan megjelenő szempont, azonban a főáramú mezőgazdasági gyakorlatnak megfelelően ez a mindenkor elérhető legnagyobb mértékű termés-maximalizációra törekszik. A globális klímaváltozás felgyorsulása következtében megjelenő klimatikus szélsőségek felerősödésével és egyre gyakoribbá válásával olyan élelmezésbiztonsági kérdések is felmerülnek, melyek nyomtatékosítják és a fenti kívánalmakon túlmutatva hangsúlyozzák az időbeli kiszámíthatóság, megbízhatóság és az ezekből fakadó időbeli tervezhetőség fontosságát. Ezen szempontok érvényesítéséhez elengedhetetlenül szükséges a természeti és az azokra alapuló mezőgazdasági rendszerek belső variabilitásának megismerése és dokumentálása, továbbá ezen ismeretanyagok a gyakorlati felhasználása, beépítése a mezőgazdasági gyakorlatba.

A dolgozatom alapját képező vizsgálat során valós terepadatok gyűjtésével és kiértékelésével kívánok hozzájárulni a fent részletezett összefüggések jobb megismeréséhez.

## 1.2. Vizsgálatom fő célkitűzései

A gazdálkodás alá vont gyepek működése megértésének igénye vélhetően egyidős a gyepgazdálkodás megjelenésével, hiszen a növényzet legeltetésre vagy kaszálásra adott válaszai, éppúgy befolyásolják a gazdálkodás eredményességét, mint a hasznosítás intenzitásának változása miatt végbemenő vegetációdinamikai folyamatok. A mezőgazdaságban az utóbbi évtizedekben jelentkező technológiai fejlődés a termelés soha nem látott intenzifikációját hozta magával. Az

újonnan megjelenő agrotechnikai megoldások mindegyike a gyepek produktivitásának növelése mellett köteleződétt el, ez a folyamat szervesen illeszkedett a társadalom nagy tömegben előállítható, olcsó élelmiszerekkel való ellátásához. Az elmúlt évtized gazdasági és társadalmi eseményei, az egyre világosabban kibontakozó biodiverzitás krízis, valamint a hazánk területén is egyre gyakrabban tapasztalható szélsőséges időjárási események gyakoriságának ugrásszerű emelkedése nyomán az eddig töretlenül felfelé ívelő teljesítménnyel jellemezhető mezőgazdaság számos kihívással néz szembe. Különösen a klímaváltozás gyorsaságának és nagyságának változása világított rá, hogy amennyiben továbbra is fent kívánjuk tartani az élelmezés biztonságát, a rövid időhorizontra koncentráló produktivásnövelés mellett egyéb szempontok figyelembevétele is indokolt. Ezek közül az egyik legfontosabb a mezőgazdasági termelés alapját adó természeti rendszerek működési stabilitásának biztosítása. Ennek eredményeként olyan funkcionális ökológiai vizsgálatokra van szükség, melyek kellő ismeretekkel tudnak szolgálni az ökoszisztémák térbeli, és különösen időbeli stabilitásának megőrzéséhez, illetve fejlesztéséhez. Jelen dolgozat vizsgálja ezen természeti rendszerek közül a gyepes élőhelyek funkcionális stabilitását a fitomassza mennyiségének variációján keresztül, valamint a működési stabilitás és a cönológiai szerkezet kapcsolatát. A gyepgazdálkodási gyakorlatban eddig is gyakran alkalmazott módszerek voltak a fitomassza-mintavétellel járó produktivás vizsgálatok. Ezek jellemzően néhány mintából határozzák meg a gyep takarmányértékét, vagy tesznek becsléseket a vizsgált parcellán betakarítható fitomassza várható mennyiségére. A „hagyományos” megközelítéstől eltérően vizsgálatomban nem kizárólag a mintavételi egységekben mért fitomassza mennyiségének vizsgálatát tűztem ki célul, hanem külön foglalkoztam a vizsgált gyepársulások esetében mérhető fitomassza variabilitásának vizsgálatával is. Utóbbi célkitűzésemhez kötődően olyan módszertani vizsgálatokat is elvégeztem, melyek adalékokkal szolgálhatnak a gyepek működési megbízhatóságának számszerűsítéséhez és az ehhez szükséges mintavételi módszerek fejlesztéséhez, pontosabbá tételéhez. A fitomassza mennyiségének és variabilitásának vizsgálata mellett meghatároztam azokat a növényzeti struktúrákat, melyek a fitomassza mennyiségének változásával összefüggésbe hozhatóak és amelyek a vegetáció szerkezetét kialakítják.

Munkám során különböző élőhelyeken vizsgáltam az eltérő módszerekkel kezelt és markánsan eltérő szervezettségű gyepterületek és az azokhoz köthető parlagok növényzetének diverzitását és fitomassza-mennyiségét. Az országos léptékű területi reprezentativitás lehetőségei szerinti biztosítása érdekében egyes élőhelytípusok esetében hazánk számos pontján végeztem mintavételezéseket, melyek során egymástól nagy földrajzi távolságban lévő állományok vizsgálatára került sor. A fitomassza-variabilitás időbeli alakulásának vizsgálata érdekében számos mintaterület esetében éves rendszerességgel történtek mintavételek, illetve két helyszínen az éven belüli szezonális jellemzők leírása céljából egy évben a vegetációs időszak során havi rendszerességgel került sor a vizsgálatok kivitelezésére.

A terepi mintavételezés és az adatelemzés során a klasszikus cönológia eszköztárának felhasználásával dokumentáltam és értékeltem a gyepek növényzetének fajösszetételben, illetve az egyes taxonok közötti dominanciaviszonyok megváltozásában jelentkező változásokat. Ezen túlmenően egyes állományokban mikrocönológiai módszerekkel is vizsgáltam a florális diverzitást. A témán belül, ahol a fitomassza térbeli szerveződésének vizsgálata nemzetközi szinten is újszerű, mostanáig kevés kutatási eredménnyel reprezentált vizsgálati irányt jelent. Hazánkban a gyepgazdálkodási kutatások már az elmúlt 60 évben is igen magas, nemzetközileg is elismert színvonalon folytak. Néhány évtizeddel ezelőtt a gyepgazdálkodási vizsgálatok elsősorban mezőgazdasági szempontból koncentráltak a gyepek fitomassza produkciójának megismerésére és az elérhető hozamok növelésére, ebben úttörő szerepe volt többek között Balázs Ferenc és Précsényi István munkásságának. Reagálva a globális folyamatokra és az újonnan jelentkező kihívásokra (biodiverzitás csökkenése, élőhelyek degradációja, klímaváltozás) a szigorúan mezőgazdasági szempontú gyephasználat mellett egyre növekvő súllyal van jelen az egyéb, ugyanennyire fontos egyéb funkciók és ökoszisztéma szolgáltatások érvényesülése, melynek következtében előtérbe került a gyepek természetes hozamára alapozott gyepgazdálkodás, mint a természetvédelmi kezelés lehetséges eszköze. (Tasi 2007).

A termőhelynek megfelelő fajösszetételű és szerkezetű természetközelinek minősülő gyepek hosszú idő alatt alakultak ki és a folyamatosan változó környezeti viszonyokhoz való alkalmazkodást belső, az egyes társulástípusokra sajátosan jellemző biotikus és abiotikus mechanizmusok révén valósítják meg. Ennek következtében egy társulás funkcionális ökológiai szempontból stabilnak tekinthető, ha működése térben és időben stabil, azaz az indikátorként használt funkcionális paraméterek kismértékű variációt mutatnak. Feltevésünk, hogy a nagyobb megbízhatósággal jellemezhető társulások a nagyobb diverzitással és kis térléptékben nagyobb szerkezeti komplexitással rendelkeznek.

Kérdések:

1. Milyen optimális mintavételi módszer javasolható a fitomassza mennyiség térbeli variabilitásának jellemzésére?
2. Hogyan alakul a vizsgált gyeptársulások fitomassza mennyiségének tér- és időbeli variabilitása?
3. A növényzet kompozíciója, fajgazdagsága és a szerkezeti sokfélesége hogyan befolyásolja a fitomassza mennyiségének térbeli variabilitását?
4. Van-e összefüggés a csapadékösszegek alakulása és a gyepek fitomassza mennyisége és térbeli variabilitása között?
5. Milyen eltérések mutathatóak ki a fitomassza mennyiségének térbeli alakulásában a gyepek leromlása és regenerációja során?

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A gyepek funkcionális jelentősége

A természetes és a természetközeli gyepek nagyon jelentős ökoszisztéma-szolgáltató képességgel rendelkeznek emiatt gazdasági-társadalmi jelentőségük vitathatatlan (Bengtsson et al. 2019). Az ilyen növényzetű ökoszisztémák funkcionális integritásának megóvása az ökoszisztéma-szolgáltatások hosszútávú biztosítása érdekében kiemelt fontossággal bír, azonban számtalan esettanulmány nyert megerősítést, hogy a helytelen gyepgazdálkodási gyakorlat hátrányosan befolyásolta az ökoszisztéma szolgáltatások minőségét (Catorci et al. 2009, Conant et al. 2011; Zimmermann et al. 2011; Szentés et al. 2012).

Amennyiben a gyepársulásokat belső működési mechanizmusokkal szabályozott rendszereknek tekintjük, akkor az egyes állományok megismerésére folytatott vizsgálatok során nem elegendő kizárólag florisztikai és cönológia feltárást végezni, hanem törekedni kell azoknak a funkcionális ökológiai törvényszerűségeknek a megértésére is, amelyek lehetővé teszik az egyes fajok megjelenését és tömegességét a növényzeti struktúrákban, ezáltal hatással vannak az előbbieken említett ökoszisztéma szolgáltatások jellemzőire. Ennek következtében kiemelten fontosak a gyepek szerveződésének magasabb szintjeit vizsgáló, diverzitással és a mikrocönológiai szerkezetekkel foglalkozó vizsgálatok, melyekben a gyepek térbeli heterogenitásának és az egyes fajokból felépülő közösségi struktúráknak a feltárására is sor kerül (Pickett et al. 2001, Bartha 2007). Ezen ismeretek hozzásegíthetnek minket a gyepterületeinken kialakuló ökoszisztémák működésének jobb megértéséhez, illetve azon kulcstényezőkhöz azonosításához, melyek szabad érvényesülése az ökoszisztéma szolgáltatások működési megbízhatósága szempontjából kiemelten fontos, ezáltal a gyepek ökológiai és gazdasági jelentőségének fenntartását hosszútávon szavatolni képesek.

A gyepek jelentős részét érinti különböző mértékű degradáció világszerte, melynek okai sokrétűek: elsősorban a nem megfelelő legeltetési nyomás (általában túllegeltetés), a talajerózió és az invazív fajok terjedése (O'Mara 2012). Ezen hatásokat súlyosbítja a klímaváltozás, melynek következtében a hőmérséklet növekedése és a csapadékviszonyok megváltozása miatt gyakoribbá válnak az aszályok, amelyek negatívan befolyásolják a gyep növényzetét és produkcióját. A gyepeknek jelentős szerepe van az üvegházhatású gázok, elsősorban a szén-dioxid megkötésében és talajban történő raktározásában (Conant 2010), ezzel jelentős szerepet játszanak a globális szénkörforgalomban és az éghajlati stabilitás fenntartásában (Yan et al. 2019). A legeltetésnek jelentős hatása van a gyepek szénforgalmára (Zhou et al. 2017). Az állattenyésztés (amelyben a gyepeknek is jelentős szerep jut) világszinten 10-25%-kal járul hozzá a globális szén-dioxid kibocsátáshoz (Schwarzer 2012), ezért a mezőgazdasági gyakorlat átalakítására és a kibocsátás csökkentésére van szükség annak érdekében, hogy a biztonságos élelmiszertermelés fenntartható legyen.

### 2.2. A fitomassza mintavétel módszertani kérdései

#### 2.2.1. A mintavétel célja

A fitomassza-mintavétel célja lehet a mezőgazdaság számára elérhető fűhozam mennyiségének minél pontosabb meghatározása annak érdekében, hogy az állattartás minél inkább tervezhető legyen, elegendő legelőterület és téli takarmány álljon rendelkezésre. Ehhez nagyobb léptékű mintavétel elegendő, és kisebb mintaelemszámmal meg lehet határozni egy átlagos fitomassza-mennyiséget. Azonban az is lényeges, hogy térben és időben hogyan alakul a produkció, az egyes gyepállományokon belül milyen variációval kell számolni, és az évek között hogyan változik a fitomassza mennyisége, és ezt milyen tényezők befolyásolják.



A környezeti problémák súlyosbodása (klímaváltozás, talajdegradáció, biodiverzitás csökkenése) új kihívások elé állítja a mezőgazdaságot. Az extrém időjárási események gyakoriságának növekedésével, a csapadékviszonyok megváltozásával és a hőmérséklet emelkedésével a vegetáció is változik, fajkompozíciója és szerkezete átrendeződik, ezáltal az általa nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások, így a fitomassza produkció is változik, amely a variáció növekedésével is járhat. Ezért lényeges a fitomassza-produkció térbeli (és időbeli) variációjának minél pontosabb ismerete, amely megfelelően megtervezett mintavétellel érhető el.

### 2.2.2. Módszertani kérdések

A gyepek fitomassza produkciójának vizsgálata hagyományosan a föld feletti fitomassza levágásával, szárításával és lemérésével történik (Singh et al. 1975), azonban magas munka- és időigényének köszön ez a módszer inkább kisebb területek vizsgálatára alkalmas (Catchpole és Wheeler 1992, Sinha 2015). Egyéb módszerek is léteznek a fitomassza becslésére (a fitomassza meghatározása a vegetáció borítása alapján, távérzékelés, NDVI vizsgálatok stb.), amelyek előnye, hogy nem destruktívak, kevésbé időigényesek, és alkalmasak nagyobb területek fitomasszájának vizsgálatára (Ge et al. 2022). Az ezen vizsgálatokból nyert proxidatok és a tényleges fitomassza mennyiségének összehasonlításához is szükség van azonban terepi vágásos referenciaminták gyűjtésére. Ezen módszerekkel kapcsolatban nehézséget okoz, hogy nem veszik figyelembe az évek közötti variációk, így ugyanazt a proxy-fitomassza összefüggést alkalmazva a különböző évekre hibás becsléshez vezethet (Ónodi et al. 2017). Mivel vizsgálataim során a vágásos módszert alkalmaztam, részletesen nem térek ki a távérzékeléses módszerek bemutatására.

Ahhoz, hogy képet kaphassunk egy adott terület vagy gyeptársulás fitomassza-produkciójáról, a fitomassza mennyiségéről és annak tér- és időbeli variációjáról megfelelően kidolgozott mintavételre van szükség, amely magában foglalja a többek között a mintavételi időszak, a mintavételi elrendezés, a mintaelemszám és a kvadrátméret megválasztását. Ezen paraméterek megválasztását a mintavétel célkitűzéséhez kell igazítani (Kenkel et al. 1989). A kvadrát mérete, alakja és a kvadrátok száma befolyásolja a minták varianciáját, így azok a mintavételi egységek például az átlag becslésére akkor a legmegfelelőbbek, amelyeknél a variancia a minimálisra csökken (Brummer et al. 1994).

A fitomassza mennyiségének meghatározáshoz szükséges minták száma és a mintavételezéshez használt kvadrát mérete függ a vegetáció típusától: heterogénebb, fajgazdagabb gyepekben több minta szükséges, míg homogénebb, kevésbé fajgazdag gyepekben. A kvadrát méretét szintén a vegetáció mintázatához szükséges igazítani (Sala és Austin 2000). Tsutsumi et al. (2007) szimulációs vizsgálatai alapján random mintavételi elrendezés mellett, 50x50 cm-es kvadrátokkal 200 db minta szükséges nagyon heterogén, 77 db közepesen heterogén és 9 db kevésbé heterogén gyepekben. Terepi vizsgálatokban (főként nagyobb térléptékű, regionális felmérésekben) azonban rendszerint ennél jóval kevesebb ismétlésszámmal vesznek mintákat a fitomassza mennyiségének és variációjának vizsgálatához. Bat-Oyun et al. (2010) 4 db 1x1 m-es kvadrátot használt mintaterületenként mongol legelők produktivitásának vizsgálatára. Szintén 1x1 m-es kvadrátokban vettek fitomasszamintákat Észak-Kínában és a Tibeti-fennsíkon gyepekben végzett vizsgálatokban, 5 db-ot mintaterületenként (Yang et al. 2010, Zhu et al. 2016, Xia et al. 2018). Ge et al. (2022) egész Észak-Kínára kiterjedő vizsgálatában a gyepek homogenitásától függően 3-9 db kvadrátot vettek fel mintaterületenként, 1x1 m-es kvadrátokat a sivatagos területeken, a gyepekben pedig 50x50 cm-es kvadrátokkal dolgoztak. Li et al. (2019) vizsgálatában szintén 50x50 cm-es kvadrátokat használt, 3 db 30 m hosszú, az egyik végpontjuknál érintkező transzszekt mentén, minden transzszektben 3 db-ot, azaz összesen 9 db ismétlésben területenként. Szikes gyepekben és löszgyepekben mintaterületenként 10 db 20x20 cm-es kvadrátban, vizes élőhelyeken pedig 3 db 50x50 cm-es kvadrátban gyűjtött fitomassza-mintákat Tóth (2012).

A finomabb térléptékű variációt kisebb, 20x20 cm-es kvadrátmérettel vizsgálták, 60 db (Klaus et al. 2006), valamint 45 db (Xu et al. 2019, 2022) kvadráttal. A fitomassza időbeli variációjának vizsgálatához többféle méretű kvadrátot alkalmaznak: Caldeira et al. (2005) kísérletes

vizsgálatában 56 db 20x50 cm-es kvadráttal dolgoztak, míg Bai et al. (2004) két mintaterületen 5-5 db 1x1 m-es kvadrátot használt. Gyepgazdálkodási célú vizsgálatokban pedig ennél is nagyobb, 2x2 m-es kvadrátban dolgozott Bajnok et al. (2018), mintaterületenként 3-5 db kvadráttal.

A fitomassza-mintavétel módszertani fejlődésének egy fontos állomása volt az International Biological Program (IBP) nevű tudományos kezdeményezés. A 20. század második felében a mezőgazdaság fejlődésével és intenzifikációjával előtérbe került az természeti erőforrások kérdése, ez hívta életre a nemzetközi összefogáson alapuló kutatási programot, amelynek egyik fő témája a különböző vegetációtípusok produktivitásának becslése, valamint a produktivitást befolyásoló tényezők vizsgálata volt (Précsényi 1975). A gyepekben történő fitomassza-mintavétel módszertani kérdéseit Milner és Hughes (1968) foglalta össze. Az aratási vagy kaszálási módszert alkalmazták, melynek során az egységnyi területről többször levágják a növényzetet a vegetációs időszak során, felszedik az avart is és ha a földalatti fitomasszát is vizsgálják, egységnyi köbtartalmú talajkockából kimossák vagy kiszitálják a gyökereket (monolit módszer). A statisztikai feldolgozást elősegítendő a randomizált mintavételt javasolják a program keretében végzett kutatásokban, négyzethálós elrendezésben, ahol az első négyzet helyét és a négyzetek irányát random módon jelölik ki.

Hazánk 1966-ban kapcsolódott be az IBP programba, több mintaterületen indultak meg a vizsgálatok a fitomassza szezonális dinamikájának nyomon követésére, a gyepek anyagforgalmának megismerésére. A vizsgálat során aratásos módszerrel dolgoztak, vagyis meghatározott területről levágták a földfeletti fitomasszát, valamint a talajból kinyerik a gyökérzetet is. Kovács-Láng Edit nyílt homoki gyepek fitomassza-termelését és talajtani paramétereit vizsgálta (Simon és Kovács-Láng 1972, Kovács-Láng 1975). Munkája során 20x20x20 cm-es monolit mintákat vett, a vegetációs időszakban havonta 22 db-ot, majd a következő évben kontrollként a vegetáció csúcsidőszakában (június és szeptember) 11-11 db-ot. A szikespusztai vegetáció fitomassza termelésével kapcsolatban Précsényi István végzett vizsgálatokat (Précsényi 1975), elemezve a föld feletti és föld alatti fitomassza arányának változásait is, 20x20x10 cm-es monolit minták segítségével.

A fitomassza nettó primer termelésének meghatározásának módszertani kérdéseit Singh et al. (1975) foglalta össze, az IBP program keretében gyűjtött adatokat elemezve különböző módszerekkel. A mintavételhez 0,25 és 0,5 m<sup>2</sup>-es kvadrátokat használtak. A cikkben több módszer alkalmazhatóságát és limitációit vizsgálják meg: a vegetáció csúcsidőszakában vett minta (csak az élő fitomassza), a vegetáció csúcsidőszakában vett minta (az élő és az álló holt fitomassza), az élő fitomassza minimum és maximum mennyiségének különbsége, különböző intervallumokban vett minták összege (ezen belül csak az élő fitomassza mennyiségét vizsgálják vagy hozzáveszik az álló holt fitomasszát és az avart is, valamint a dekompozíciót is). Minden mintaterületen más módszer adta a legkevesebb és a legtöbb fitomasszát, ezért a megfelelő módszer megválasztása a rendelkezésre álló adatoktól és a kutatási kérdéstől függ, mivel a módszerválasztás befolyásolja az eredmények interpretációját és a konklúziókat is. Ezek a módszerek korrelálnak egymással, de eltérően veszik figyelembe a vizsgált vegetációtípust, az évek közötti eltéréseket és az eltérő kezeléseket. Ni (2004) szerint a vegetáció csúcsidőszakában az élő fitomasszát vizsgáló módszer csak mérsékelt övi gyepekben alkalmazható. A kezelés módja is befolyásolhatja a mintavételi módszert: az általam végzett vizsgálatokban az évente egyszer kaszált gyepekben a mintavétel időpontjában a fitomasszát az a növényi tömeg alkotja, amely a legutóbbi kaszálás óta fejlődött, így nem szükségtelenné válik az élő és a többéves elhalt fitomassza elkülönítése.

### **2.3. A fitomassza tér- és időbeli variációja**

A termelés térbeli mintázatának alaposabb ismerete fontos tényező a gyepek működési stabilitásának fenntartásában és ökoszisztéma-szolgáltatásainak megfelelő működésében (Zhou et al. 2022). A térbeli variáció vizsgálatának egyik nagy problémája, hogy intenzív, több térléptékre kiterjedő adatgyűjtést igényel, az egészen kis felbontástól a táji szintű adatokig (Lobo et al. 1998). A fitomassza variációjával kapcsolatban ezért a regionális szintű terepi vizsgálatokat egyre inkább

kiváltják a távérzékeléssel végzett vizsgálatok, amelyek kevésbé idő- és munkaigényesek (Ge et al. 2022). Az ezen vizsgálatokból nyert proxy-adatok és a tényleges fitomassza mennyiségének összehasonlításához is szükség van azonban terepi vágásos referenciaminták gyűjtésére. Ezért nagy jelentőségűek az olyan, terepen gyűjtött adatok, amelyek kisebb térléptékekben, több vegetációtípusból és több időbeli ismétlésben készülnek, ahogyan a dolgozatomban szereplő adatsorok is.

A vegetációra hatást gyakorló környezeti paraméterek (csapadékmennyiség, hőmérséklet, talajtulajdonságok stb.) térben és időben is variálnak, emiatt a térbeli variabilitás fontos szerepet játszik a különböző ökoszisztéma funkciók, így a produkció alakulásában is. A környezeti tényezők vegetációra gyakorolt hatása léptékfüggő, nagyobb léptékben inkább a klíma, kisebb térléptékben inkább az edafikus paraméterek a meghatározóak (Siefert et al. 2012). A vegetáció térbeli heterogenitásának okai lehetnek többek között a természetes zavarások, az állatok legelése és a különböző antropogén hatások (Tsutsumi et al. 2007, Wang et al. 2022). A legelő állatok szelektíven legelnek, a trágyázott foltokat nem legelik le, valamint arról is vannak adatok, hogy a nagyon magas fitomasszával jellemezhető foltokat elkerülik (Shiyomi et al. 1998). A trágyázás hatására megnő a növényzet finomléptékű heterogenitása, valamint a trágyázás következtében a talaj tápanyagtartalmának eloszlása is változik. Mindezek hatással vannak a növények növekedésére, ezáltal a fitomassza mennyiségének térbeli variációjára is. Bloor et al. (2020) vizsgálatában a szarvasmarha-legeltetés hatására nőtt a vegetációs szerkezet variabilitása, heterogenitása és jellegzetes térbeli mintázat alakult ki. McGranahan et al. (2016) eredményei alapján az égetés és a legelés hatására kialakuló állomány szintű térbeli variáció növekedésével a táji szintű időbeli variáció lecsökkent.

Egy mérsékelt övi hegyi gyepeken végzett kísérletben (Klaus et al. 2016) a fitomassza jelentős térbeli és időbeli variációt mutatott kis térléptékben a vegetációs időszak során, a szórása áprilistól júniusig növekvő tendenciát mutatott, júniusban érte el a legmagasabb értéket. A CV% ezzel szemben áprilisban volt a legmagasabb, májusban és júniusban csökkent, augusztusban ismét megemelkedett, majd októberben és novemberben lecsökkent. Mérsékelt övi félszáraz gyepeken a fitomassza mennyisége és az időbeli CV% között negatív, de nem szignifikáns összefüggést találtak: a fitomassza mennyiségének növekedésével csökkent a variáció. A variációs koefficiens értéke a jobb vízellátottságú gyepeken alacsonyabb volt, a legmagasabb variáció az arid gyepeken jelentkezett (Jin et al. 2014).

A fitomassza időbeli variációjára szintén hatással vannak a környezeti paraméterek. Több vizsgálatban kimutatták, hogy a fitomassza mennyisége és az éves csapadékmennyiség között pozitív összefüggés áll fenn (Bai et al. 2008, Gao et al. 2013a, Zhou et al. 2022). Az éves átlaghőmérséklet és a fitomassza mennyisége közötti összefüggés összetettebb, függ például a vegetációtípustól és térbeli léptéktől is (Jiao et al. 2017). Piao et al. (2007) és Ma et al. (2010) szerint a hőmérséklet és a produkció között pozitív összefüggés áll fenn, míg más vizsgálatok (Gao et al. 2013b) negatív összefüggést kaptak a vegetációs időszak hőmérséklete és a fitomassza mennyisége között, amelyet a különböző vizsgálatok eltérő térléptékével magyaráznak.

Ha nem áll rendelkezésre elég időbeli ismétlés, a térbeli mintázatok alapján is lehetséges következtetéseket levonni az időbeli trendekre vonatkozóan (space-for-time substitution, Pickett 1989). Gyakran alkalmazzák ezt a módszert a szukcesszió során a vegetáció szerkezetében és fajkompozíciójában bekövetkező változások elemzésére (Csecserits et al. 2007, Čarni et al. 2021) és az éghajlatváltozás hatására fellépő potenciális állományváltozások vizsgálatára is (Meerhoff et al. 2012, Blois et al. 2013). Hammond és Kolasa (2014) az általuk vizsgált vízi ökoszisztémákban szignifikáns összefüggést talált a térbeli és időbeli CV% között. Virágh et al. (2008) eredményei alapján a nagyobb térbeli variációval jellemezhető, degradáltabb állományfoltok időben is nagyobb fluktuációkat mutattak, mint az azonos állományon belüli, jobb természetességű állományfoltok.

## 2.4. A fitomassza stabilitása

A vegetáció olyan szerkezetképző elem a tájban, amely kis- és nagyléptékben egyaránt meghatároz alapvető tájökológiai folyamatokat és ezen keresztül befolyással van az ökoszisztémák működéséből levezethető ökoszisztéma szolgáltatások (pl. a produkció) minőségére. A vegetáció és annak környezete sokrétű, oda-visszaható kapcsolatban áll egymással (Wilson és Agnew 1992), a különböző lokális környezeti események (kis léptékben jelentkező zavarások, mikroklímatis változások) a vegetáció működésének megváltozásával járhatnak.

Számos tanulmány megerősíti, hogy a fajokban gazdag és strukturálisan összetett életközösségek sikeresebben alkalmazkodnak vagy reziliensebbek a külső hatásokkal szemben (McNaughton 1988, Tilman 1999, Bartha 2007). A sok fajból felépülő, szerkezetileg diverz, ezáltal magasabb fokú komplexitással jellemezhető ökoszisztémák belső szabályozási mechanizmusainak köszönhetően nagyobb működési stabilitással jellemezhetőek (Naeem 1998). Weigelt et al. (2008) eredményei alapján a funkcionális diverzitás növekedése csökkenti a társulás fitomasszájának CV-jét.

Az egyes fajok különböző módon reagálnak a társulást érő környezeti változásokra, és ezek a változások eltérően hatnak a fajok abundanciájának variációjára (Ma et al. 2017). Ezek az aszinkron fluktuációk szerepet játszhatnak a fitomassza állományi szintű stabilitásának fenntartásában, mivel adott faj(ok) mennyiségének csökkenését más fajok képesek kompenzálni. A fajgazdagabb növényközösségekben jobban fluktuálnak a fajok abundancia-értékei, ez lehetővé teszi a magasabb produktivitás fenntartását (Allan et al. 2011). A fitomassza stabilitása pozitívan korrelált a domináns funkciós csoportok stabilitásával és a funkciós csoportok aszinkronitásával egy észak-tibeti gyepekben végzett vizsgálatban (Wang et al. 2022). Egy kísérletes vizsgálatban a hőmérséklet emelése csökkentette a produkció időbeli stabilitását azáltal, hogy csökkent a fajok közötti aszinkronitás (Ma et al. 2017).

A hőmérséklet és a csapadék a kulcsfontosságú tényezők az ökoszisztémák működése szempontjából (Wu et al. 2011). A társulásnak fenn kell tartania a működését nagyobb időjárási fluktuációk (pl. aszályok) esetén is. Egy ilyen esetben vagy magasabb rezisztenciával rendelkezik az adott növényközösség (kevésbé sérülnek a funkciók) vagy a rezilienciára való képesség magasabb, vagyis gyorsabban regenerálódik a növényzet (Wilcox et al. 2020). A szárazgyepek alacsony rezisztenciával bírnak, ezért fokozottan ki vannak téve az extrém időjárási események hatásainak (Stuart-Haëntjens et al. 2018). Azonban több társulásban találunk példákat a gyors regenerációra. Egy, az afrikai szavannán végzett vizsgálatban egy súlyos aszályos év után a következő évben már helyreállt a gyeper nettó primer produkciója (Wilcox et al. 2020). Egy németországi gyeperben végzett kísérletes vizsgálat szintén arról számol be, hogy az aszálykezelés után évben gyorsan helyreállt a produktivitás (Jentsch et al. 2011).

Az időjárási paraméterek és a közösség dinamikája között fennállhat korreláció, amely esetekben a környezeti változók és a populációs jellemzők szimultán időbeli változásokat, szinkronitást mutatnak (Buonaccorsi et al. 2001). A populációs szintű dinamikákkal kapcsolatos szinkronitás jól dokumentált (Liebhold et al. 2004), azonban viszonylag kevés kutatás foglalkozott a közösségi szintű szinkronitás vizsgálatával (Bartha et al. 2022).

## 2.5. A fitomassza-produkció és a diverzitás kapcsolata

A fitomassza mennyiségének alakulása és ennek összefüggése a fajgazdagsággal széles körben kutatott és sok vitát generáló kérdés az ökológiában. Az első meghatározó eredmény a témában a Grime által közölt humped-back model (HBM), amely egy unimodális görbét feltételez a fitomassza és diverzitás értékei között (Grime 1973, 2001). Ez a görbe úgy alakul ki, hogy alacsony produktivitás esetén a diverzitás is alacsony (mivel kevés faj képes tolerálni a környezeti stresszt), közepes produktivitásnál adódik a legmagasabb diverzitás, és a magas produktivitás esetén a diverzitás ismét alacsony lesz (mivel néhány kompetitívebb faj dominál).

Grime a kompetitív kizárást tekintette a görbét kialakító fő tényezőnek. Az ökológiai kutatások kezdeti időszakában a kompetíció volt a leginkább kutatott folyamat a fajok közötti kapcsolatok vizsgálatában, a pozitív interakciók (pl. a facilitáció) kutatottsága csak az utóbbi évtizedekben indult növekedésnek, annak ellenére, hogy több vizsgálat szerint ezek fontos szerepet játszanak a növényközösségek működésében, különösen kedvezőtlenebb ökológiai feltételekkel rendelkező környezetben (McIntire és Fajardo 2014). A facilitáció hatására például megváltozhat a fajkompozíció, amely a diverzitás növekedésével járhat.

Tilman et al. (1996) szerint magasabb diverzitás esetén a produkció is nő. Ezzel szemben Aarssen (1997) azt állítja, hogy ez csak az egyik interpretáció, szerinte ez az eredmény csak azért adódott, mert a magas produktivitású mintavételi pontokban több olyan faj volt jelen, amely nagy mennyiségű fitomasszát termel. Ez az egyik olyan hipotézis (a magasabb produktív fajok nagyobb eséllyel kerülnek be a kísérletbe - „sampling effect”), amely magyarázza ezt a pozitív összefüggést (Fargione et al. 2007). A másik elmélet a „niche komplementaritás” elmélete. E szerint azért magasabb a produktivitás magasabb diverzitás esetén, mert a niche komplementaritás miatt stabilabb, sok fajból álló növényközösség alakul ki. A niche komplementaritás alapja, hogy egyes fajok máshogyan hasznosítják a rendelkezésre álló forrásokat, és ha sok különböző ökológiai igényű faj él együtt, optimálisabban tudják hasznosítani a forrásokat, és ezáltal a közösség produktivitása megnő (Tilman et al. 2001).

Wang et al. (2019) egy szintén 19 országra kiterjedő, természetes gyepekben végzett vizsgálata alapján arra a konklúzióra jutott, hogy a diverzitás nagyobb térléptékben nem növeli, inkább stabilizálja a produktivitást. Eredményeiket egy, a diverzitás és a produkció kapcsolatát befolyásoló tényező, a környezeti stressz kontextusában interpretálják. A növényeket érő abiotikus (a fény és víz elérhetőségének limitáltsága, a szuboptimális hőmérséklet, különböző zavarások) és biotikus (fajok közötti interakciók) stresszhatások befolyásolják a növények növekedését, így értelemszerűen a produktivitásra is hatással vannak. Feltételezhető tehát, hogy erősebben stresszelt környezetben a produktivitás is alacsonyabb, és az összefüggés változik a stresszgradiens mentén. Wang et al. (2019) eredményei alapján ennek fényében az alacsony produktivitású, nagyobb abiotikus stresszel jellemezhető környezetben a diverzitás pozitívan hatott a produktivitásra, míg magasabb produktivitású, kedvezőbb környezetben erős negatív összefüggés volt megfigyelhető a két változó között.

Mittelbach és munkatársai 171 tanulmány alapján készített metaanalízisükben (Mittelbach et al. 2001) azt találták, hogy az edényes növényfajok esetében a Grime által leírt unimodális görbe volt leggyakrabban megfigyelhető, ez fordult elő az esetek 41–45%-ában. A második leggyakoribb mintázat a pozitív összefüggés volt a produktivitás és a diverzitás között. Az unimodális görbe gyakoribb volt azokban az esetekben, amikor több növényközösséget hasonlítottak össze, szemben az olyan tanulmányokkal, amelyek az egy állományon belüli összefüggéseket vizsgálták. Eredményeik alapján a mintavételi egység mérete és a mintaelemszám nem befolyásolta szignifikánsan az unimodális görbe előfordulásának valószínűségét. Fraser et al. (2015) 6 kontinensen, 19 országban vizsgálta a diverzitás és a produktivitás összefüggéseit, az ő eredményeik is a HBM hipotézist erősítették meg.

A konszenzus hiányát okozhatja a különböző diverzitási mérőszámok alkalmazása, valamint az eltérő térléptékben végzett vizsgálatok. Li et al. (2019) vizsgálatai alapján a fajszám és a Shannon-diverzitás pozitívan, míg a Pielou-féle egyenletességi index negatívan korrelált a föld feletti és a földalatti fitomasszával táji léptékben. Mintaterület-szinten a mintaterületek kevesebb, mint 20%-a esetén találtak szignifikáns összefüggést a két változó között. Chalcraft et al. (2009) szintén eltérő eredményeket kapott hat különböző diverzitásmérték alkalmazásával, és cikkükben arra hívják fel a figyelmet, hogy a fajszám kizárólagos alkalmazása a diverzitás és produktivitás vizsgálatában nem elegendő az összefüggések teljes körű vizsgálatához.

Az is érdekes kérdés, hogyan változik a diverzitás és a produktivitás kapcsolata az idő előrehaladtával, pl. a szukcesszió során. Guo (2003) eredményei alapján a szukcesszió kezdeti szakaszában mindkét változó növekvő tendenciát mutatott, tehát pozitív összefüggés mutatkozott közöttük, azonban a későbbi fázisokban a fitomassza mennyisége nőtt, a diverzitás viszont

csökkenni kezdett, tehát negatív összefüggés volt megfigyelhető. A fiatal parlagokon a produktivitás és a diverzitás időbeli mintázata egy vegetációs időszakon belül is mutathat variációt (Bischoff et al. 2005).

## **2.6. A hazai gyepgazdálkodási kutatások rövid áttekintése**

A gyepgazdálkodási kutatások nagy hagyományokkal rendelkeznek hazánkban. Ahhoz, hogy a mezőgazdaság számára minél optimálisabban hasznosíthatóvá váljanak a gyepterületek, fontos, hogy a gyepgazdálkodók megfelelő ismeretekkel rendelkezzenek a vegetációt alkotó fajokról és azok ökológiai tulajdonságairól, takarmányként való hasznosíthatóságáról (Szemán 2003, Tasi 2003). A gyepalkotó növényfajok takarmányérték-alapú csoportosításával kapcsolatos kutatások főként Barcsák Zoltán és Tasi Julianna nevéhez fűződnek (Tasi és Barcsák 2000, Tasi et al. 2013). Vinczeffly és munkatársai (1996) végezték el a hazai gyepterületek agroökológiai potenciáljának értékelését.

A gyepök cönológiai szerkezetének vizsgálatára Balázs Ferenc dolgozott ki egy új módszert, amely a dominanciaviszonyokon alapul, és figyelembe veszi a növényzet magasságát is (háromdimenziós felvételezési módszer, Balázs 1944, 1960, Balázs és Balázs 1998). Ezzel a módszerrel lehetővé válik a fitomassza-produkció minőségének meghatározása, függetlenül a termésmennyiségtől (Bajnok et al. 2018). A gyepet minőségi jellemzőik alapján Balázs 5 osztályba sorolta (Balázs 1960). Szintén az ő nevéhez fűződik a gyepök termésbecslésére használt módszer megalkotása is (Balázs 1949). Précsényi István és Máthé Imre foglalkozott a fitomassza-mintavétel módszertani kérdéseivel (Précsényi és Máthé 1969). Nagy Géza szintén foglalkozott a gyepök mezőgazdasági értékének becslésével, ő is öt kategóriát állapított meg a füves területek értékelésére (Nagy 2005).

A legeltetés vegetációra gyakorolt hatásainak, különböző állatfajták legelésének és a legelés természetvédelmi vonatkozásainak kutatására Penksza Károly és munkatársai végeznek széleskörű vizsgálatokat (Házi et al. 2012, Szentes et al. 2012, Penksza 2013, Wichmann et al. 2013).

1. táblázat. A vizsgálati területek környezeti paramétereit és talajtani jellemzőit

Terület	Battonya	Csévharaszt	Dinnyés	Esztergom	Fülöpháza	Gönyű	Kunpeszér	Mórahalom	Nagyrákos	Tece	Tiszaalpár
Koordináta	N46.35871, E020.97787	N47.295195, E019.392396	N47.163808, E018.548326	N 47.70903 E017.79101	N46.86402, E019.42096	N47.716819, E017.783628	N47.01965, E019.31795	N46.18308, E019.89968	N46.83320, E016.45719	N47.702308, E019.225883	N46.77632, E019.97320
Tengerszint feletti magasság (m)	99	140	115	157	130	124	98	89	220	140	103
Évi átlaghőmérséklet (°C)	10,6	10,2	10,3	10,5	10,4	10,2	12,9	11,3	10,1	10,3	11,5
Éves átlagos csapadék (mm)	600	545	550	551	500-550	525	520	577	777	550	500-550
Talajtípus (FAO, 1988)	csernozjom	homok vázталaj	szoloncsák	csernozjom	homok vázталaj	homok vázталaj	csernozjom típusú homok	csernozjom típusú homok	régi öntéstalaj	homok vázталaj	mészlepedékes csernozjom
Térfogatsűrűség (g/cm <sup>3</sup> )	1,64	1,27	1,58	1,56	1,25	1,25	1,64	1,59	1,70	1,27	1,56
Arany-féle kötöttség	75	25	61	58	25	25	67	61	91	25	59
Kezelés	évi egyszeri kaszálás	nincs	legeltetés, évi egyszeri tisztítókaszálás	nincs	alkalmankénti legeltetés	legeltetés	legeltetés/kaszálás	legeltetés, évi egyszeri tisztítókaszálás	kaszálás, évente kétszer	nincs	évi egyszeri kaszálás, sarjülegeltetés

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1. A mintavételi területek bemutatása

Vizsgálataim során 11 mintaterületen (Battonya, Csévharaszt, Dinnyés, Esztergom, Fülöpháza, Gönyű, Kunpeszér, Mórahalom, Nagyrákos, Tece, Tiszaalpár), 5 különböző vegetációtípusban (lőszgyepek és kötött talajú sztyepprétek – H5a, homoki sztyepprétek – H5b, nyílt homokpusztagyepek – G1, mocsárrétek – D34, cickóros puszták – F1b) dolgoztam. A mintaterületek talajtani és klimatikus paramétereit az 1. táblázat foglalja össze.

A mintavételezést 2013 és 2022 között végeztem, területenként az alábbi években készültek transzszektek:

- Battonya: 2014, 2016-2022 (gyep), 2013-2022 (parlag)
- Csévharaszt: 2013 (gyep)
- Dinnyés: 2016 (gyep és parlag)
- Esztergom: 2016 (gyep)
- Fülöpháza: 2013, 2014, 2016, 2017, 2019-2021 (gyep), 2016, 2017, 2019-2021 (parlag)
- Gönyű: 2018 (gyep)
- Kunpeszér: 2014, 2016-2018 (gyep), 2016, 2017 (parlag)
- Mórahalom: 2016 (gyep és parlag)
- Nagyrákos: 2015 (parlag)
- Tece: 2016 (gyep és parlag)
- Tiszaalpár: 2014-2016 (gyep), 2016 (parlag)

A mintavételt gyepekben végeztem, emellett Battonya, Dinnyés, Fülöpháza, Kunpeszér, Mórahalom, Nagyrákos, Tece és Tiszaalpár mintaterületeken parlagokon is készültek felvételek és mérések. Összesen 87 db transzszekt került felvételezésre, ebből 59 db készült gyepekben, 28 db pedig parlagokon (2. táblázat).

Három helyszínen (Battonya, Kunpeszér, Tiszaalpár) minden hónapban készült egy transzszekt 2016-ban március és október között, a fitomassza vegetációs perióduson belüli időbeli változásainak vizsgálata céljából.

Ezen felül Kunpeszéren 2017-ben és 2018-ban különböző legelési intenzitással kezelt, valamint kaszált területeken készültek transzszektek, az egyes kezelési módok vegetációs szerkezetre és a fitomassza-produkcióra gyakorolt hatásainak vizsgálata érdekében.

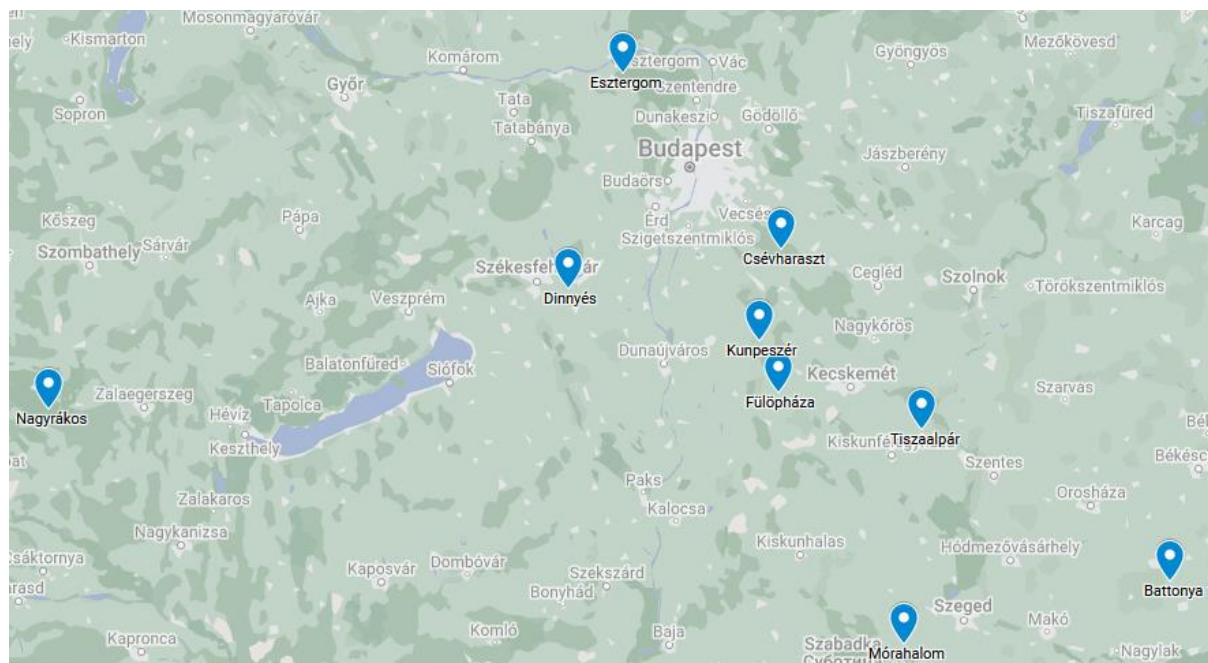
Vizsgálatom során nem használtam állandósított mintavételi transzszekteket, azonban azok minden felvételezési időpontban egymáshoz közel, ugyanazon vegetációfoltban kerültek elhelyezésre. Ily módon biztosíthatóvá vált, hogy az egyes évek közötti eredmények egymással összehasonlíthatóak legyenek.

2. táblázat. Gyepekben és parlagokon felvett transzszektek száma az egyes mintaterületeken

helyszín (növénytársulás)	gyeptranszszekt (db)	parlagtranszszekt (db)
Battonya (H5a)	16	16
Csevharaszt (G1)	1	0
Dinnyés (F1b)	1	1
Esztergom (H5a)	1	0
Fulöpháza (G1)	9	5
Gönyű (G1)	1	0
Kunpeszér (H5b)	18	2



Mórahalom (H5b)	1	1
Nagyrákos (D34)	0	1
Tece (G1)	2	1
Tiszaalpár (H5a)	9	1



1. kép. A mintaterületek elhelyezkedése

### 3.1.1. Lössgyepek, kötött talajú sztyeprétek (H5a)

#### 3.1.1.1. Battonya

A battonyai mintaterület volt az egyik legkülönlegesebb mintavételi helyszín, mivel a Tompapusztai-lössgyep hazánk egyik legnagyobb területű (20,9 ha), egybefüggő, kiemelkedő természeti értéket jelentő löszpusztarét (*Salvio-Festucetum rupicolae*) maradványa (Csathó és Csathó 2007), melyben nagy számban jelennek meg az erre a növénytársulásra jellemző karakter- és differenciális fajok, valamint kísérőelemek, melyek közül több védett és fokozottan védett faj is található, ezenfelül a vegetáció megőrizte eredeti természetközeli állapotú szerkezetét és fiziognómiáját. A löszvidékeken kialakult csernozjom talajok kiváló adottságú termőföldek, ezért ezek döntő többségét már nagyon korán felszántották és azóta művelésben tartják, melynek következtében a természetközeli állapotú állományok világviszonylatban megfogyatkoztak, jellemzően csak a szántóföldek közötti mezsgyéken, utak szegélyében és kunhalmokon maradtak fent (Deák et al. 2016). A vizsgált terület különlegessége, hogy a kiemelkedő természetességű lössgyep szomszédságában, azzal közvetlenül érintkezve 2009-ben egy 26,8 ha kiterjedésű, addig szántóföldi művelésben tartott terület is felhagyásra került. A csernozjom talajok mezőgazdasági potenciálja miatt ritkán kerülnek felhagyásra az ilyen adottságú területek, ennek következtében itt egy viszonylag ritkán megfigyelhető, különleges szukcessziós folyamat vált tanulmányozhatóvá. A parlag nagyobb részén spontán szukcesszió érvényesül, illetve egy 5 hektár nagyságú területrészen felületés történt, mely során az ösagyepről származó *Festuca valesiaca* propagulum mesterséges szétszórását végezték (Güller et al. 2022).

Az ősgyep korábban szarvasmarhákkal volt legeltetve, azonban ez a területhasználat több évtizede megszűnt, azóta a természetvédelmi kezelés részeként évenként egyszeri kaszálást végez a nemzeti park. A magasabb mikroélőhelyi diverzitás elérése és minél több taxon élőhelyi igényeinek biztosítása érdekében sávos elrendezésben történik a kaszálás, minden évben maradnak levágatlan területsávok a gyeppen, a kaszátlan részek helye azonban évente megváltoztatásra kerül, így megelőzhető a túlzott avarfelhalmozódás, illetve a felhagyással járó kedvezőtlen vegetációszerkezeti változások bekövetkezése. Az ősgyep mikroélőhelyi struktúrájának és diverzitásának fenntartásában fontos szerep jut a területen élő és fokozottan védett magyar földikutyának [*Nannospalax (leucodon) hungaricus*] (Zimmermann et al. 2014). A parlagot 2017-ig évente kétszeri szárzúzással kezelték, ezt követően évi egyszeri kaszálás történik a területen. (Güller et al. 2022).

### 3.1.1.2. Tiszaalpár

A tiszaalpári mintaterület esetében az alapkőzetet lösz és homok keveréke adja, azonban a battonyai mintaterülettől eltérő termőhelyi feltételek mellett, a talajvízszinthez közelebb elhelyezkedő mészlepedékes csernozjom talajon kialakult gyeppel. A terület mélyebb fekvését mutatja, hogy a csapadékos téli, koratavaszi időszakban a terület egy része gyakran kerül belvízelöntés alá, de időszakos vízállások esetenként a nagyobb öntözést végző nyári zivatarok alkalmával is megjelenhetnek rövid ideig. Bár a terület a battonyainál jóval kisebb kiterjedésű, tájökológiai szempontból fontos szerepet tölt be, ugyanis hasonlóan az előbbi mintaterülethez, itt is jellemzően agrártájba ékelődött, természetközeli állapotú élőhelyről beszélünk. Fekvéséből adódóan az elmúlt évszázadokban a területet feltehetően időnként felszánthatták, így az itt található vegetáció nagy valószínűséggel másodlagos gyeppel tekinthető, melynek fajösszetétele szegényebb az elsődleges löszgyepekénél. A terület felszíne hullámos, a kisebb területi kiterjedésben előforduló magasabb térszíneken *Festuca pseudovina* és *Koeleria cristata* által alkotott szárazgyepek találhatóak, ebbe alacsonyabb térszíneken réti fajok elegyednek egyre nagyobb számban. A mintaterület a *Cynodonti-Poëtum angustifoliae* társulásba sorolható, melyben termőhelyi okok miatt (a talajvíz sókoncentrációja magasabb,) megtalálhatóak a szikesedést jelző flóraelemek. Kb. tíz éve végzek különböző terepi mintavételeket ebben a gyeppen, más területekkel összevetve itt feltűnőek a növényzet fajösszetételében és fiziognómiájában ezen idő alatt bekövetkező változások, ez különösen kifejezett a kissé magasabb térszíneken. Ennek oka, hogy a terület többféle termőhelyi típus és az ezeken kialakuló vegetációs egységek találkozási pontján alakult ki és ilyen körülmények mellett a mikrodomborzati mintázat szerepe felértékelődik, mert néhány deciméteres magasságkülönbség már lényeges változékonyságot okoz a környezeti feltételekben, melyekhez a növényzetnek alkalmazkodnia szükséges. Az itt található vegetáció a battonyai ősgyep fajkészleténél kevesebb fajt tartalmaz. A folyamatosan és gyorsan változó környezeti hatások és a kevesebb fajt tartalmazó, de természetközeli gyeppel kiváló lehetőséget teremt arra, hogy tanulmányozzuk azokat a funkcionális ökológiai folyamatokat (fajcserék, a fajokból kialakuló funkcionális csoportok működése, finomléptékben lezajló szerkezeti változások), melyek egy a termőhelynek megfelelő, átlagos és jó természetességű gyeptársulásban működnek. Ez gyeppgazdálkodási szempontból fontos lehetőség, hiszen a termelési célú gazdálkodás során nem mindig lehetséges a természetvédelmi rendeltetésű, szentély jellegű gyepek állapotának elérése, azonban a terület jó példával szolgálhat a gazdaságilag hasznosított és ezzel együtt jó természeti állapotban megtartott gyeptársulások egyik típusára.

Korábban a területet juhokkal legeltették, majd a legeltetés felhagyása óta (kb. 10 évvel ezelőtt) kaszálással kezelik. A kaszálás évi egy alkalommal történik, majd ezt követően estenként merinói juhokkal sarjulegeltetik a gyeppet. Érdekességként megemlítendő, hogy hasonlóan a battonyai mintaterülethez, itt is felhagyásra került 2009-ben egy a természetközeli állapotú

gyeppel érintkező parlag, melyen eltérő gyeprekonstrukciós módszereket alkalmaznak (eltérő őshonos, termőhelyre jellemző gyepalkotó fűfajok magjainak elvetése, sávos elrendezésben, illetve olyan területrészek kijelölése, ahol spontán szukcesszió érvényesül). Ezen a területen is folynak parlagszukcessziós vizsgálatok (Komoly et al. 2012), ezért a felhagyott terület kis mérete (75 x 175 m) miatt az én mintavételelem nem érintette ezt a területrészt, így biztosítható volt, hogy a fitomasszaminták gyűjtése, illetve az ezzel járó zavarás nem befolyásolja a parlagszukcessziós kísérleti eredményeket.

### 3.1.1.3. Esztergom

Az Esztergom mellett található Strázsa-hegyen egyetlen alkalommal történt mintavétel, sziklafüves lejtősztyeppret (*Chrysopogono-Caricetum humilis*) társulásban. A terület több száz évig katonai lőtér volt, így az ide való bejutás erősen korlátozott volta miatt a terület természeti értékei megőrződtek. Az itteni löszön kialakult fajgazdag lejtősztyeppret lényeges különbsége az eddig bemutatott területektől, hogy nem sík, hanem közepesen meredek lejtős térszínen található.

### 3.1.2. Homoki sztyeprétek (H5b)

Ezen mintaterületek közös jellemzője, hogy olyan kedvező termőhelyi feltételek mellett megtalálható homoki termőhelyeken alakultak ki, ahol már volt lehetőség megfelelő vastagságú humuszos szint kialakulására, ezáltal a talajok vízgazdálkodási képessége és tápanyagtartalma nagymértékben javult. Ennek köszönhetően zárt, többszintes gyeptársulások kolonizálhatják a termőhelyet, melyeket az üdőbb termőhelyekre jellemző réti elemek túlsúlya esetén rétsztyeppnek, míg a szárazabb termőhelyekre jellemző, sztyeppi flóraelemek túlsúlya esetén a sztyepprétekhez sorolhatunk. A kunpeszéri és a mórahalmi mintaterület vegetációja a mocsárrétek és a szárazabb, *Chrysopogon* által dominált gyepek közötti zónában helyezkedik el.

#### 3.1.2.1. Kunpeszér

A kunpeszéri mintavételek hazánk egyik természetvédelmi és gyepgazdálkodási szempontból egyaránt figyelemreméltó táján kerültek kivitelezésre, ahol a két ágazat érdekeinek magasszintű harmonizációja történt meg. A mintavételek több helyszínen zajlottak a sztyeppret zónában, társulásban, ahol a *Molinia coerulea*-s láprétek (*Molinion caeruleae*) és a *Chrysopogon gryllus* alkotta szárazgyeppek találkozási zónája van. Erre a néhány méter széles ökoton zónára kiemelkedő biodiverzitás jellemző, mert mindkét élőhelyre jellemző taxonok előfordulnak benne. Ezek a gyeptípusok kiemelkedő rezilienciát mutatnak az egyes évek közötti klimatikus eltérésekkel szemben, mert a szárazabb időszakokban ez az átmeneti zóna a mélyebben fekvő láprétek irányába mozdul el, a nedvesebb periódusokban pedig a magasabb térszín felé mozdul. Az időjárási viszonyok folyamatos változásának köszönhetően ez a jelenség egy dinamikus rendszert hoz létre, mely képes a kiemelkedően magas fajgazdagság megtartására. Ezt az adottságot egészíti ki a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság azon törekvése, hogy az egyes területhasználatokat diverzifikálja, ennek érdekében a saját vagyionkezelésében lévő területeket térbeli egységekre bontja, majd az egyes területeken eltérő kezeléseket (legeltetés, kaszálás, illetve ezek kombinációi) alkalmaz és az évek között ezeket rotáltatja az egyes területrészek között. Ezzel a rendkívül diverz területkezeléssel úgy érhető el a területek mezőgazdasági hasznosítása, hogy közben azok természeti potenciálja is jelentősen fejleszthető (Vadász et al. 2016).

Kunpeszéken parlagon is történtek mintavételek, melynek kezelése az évi egyszeri szárazítás volt.

### 3.1.2.2. Mórahalom

Előbbihez hasonló termőhelyi feltételek mellett került sor a mórahalmi terepi mintavételekre, melynek helyszíne a Csipak-semlyék elnevezésű terület volt. A semlyékek a Duna-Tisza közti tájban a szikesedő, gyakran vízállás alatt lévő területek voltak, melyek a táj déli részén egykor nagy kiterjedésben voltak jelen. A vízrendezések után kiterjedésük jelentősen visszaszorult, maradványai kiemelt jelentőséggel bírnak a természeti értékek megőrzésében. A gyepes transzszekt egy homoki sztyeppréti állományban (*Astragalo austriaci – Festucetum sulcatae*) készült, melynek domináns faja a *Chrysopogon gryllus* volt. A terület kezelése a legeltetés és egy évente végzett tisztítókaszálás kombinációjával valósul meg. Ezen a területen egy parlag mintavételezése is megtörtént, melyen nem folyik kezelés.

### 3.1.3. Nyílt homokpusztagyep (G1)

Több, nagyon hasonló termőhelyi paraméterekkel jellemezhető mintavételi helyszín sorolható ide, ezért ezek ismertetését az ismétlések elkerülése céljából itt adom meg, majd ezt követően az egyes mintaterületekről szóló alfejezetekben néhány mondattal utalok a terület specifikus tulajdonságaira.

Ezen a mintaterületeken a homokos vázta okozta ökofiziológiai stressz jelenti a vegetáció alakulásának legfontosabb termőhelyi hatótényezőjét. A homok vízmegtartó képessége rendkívül gyenge, emellett ezeken a szerkezet nélküli talajokon a humuszréteg nem alakul ki. Ennek következtében a talaj könnyen kiszárad és a gyér növényzeti borítottság miatt szélsőséges mértékben fel tud melegedni, így ezeken a területeken félsivatagi növényzet, a nyílt homokpusztagyep (*Festucetum vaginatae*) alakulhat ki. Ezen gyeptípus esetén a vegetáció horizontális struktúrájában a társulás vázát az évelő fücsomók (*Festuca vaginata*, *Stipa borysthena*, *Koeleria cristata*) és a talajon elterülő mély karógyökérrzel rendelkező kétszikűek (*Alkanna tinctoria*) és félcserjék (*Fumana procumbens*) adják, ezen évelő fajok térbeli elhelyezkedése több éves időtávban stabil, a közöttük lévő üres teret egyéves kétszikűek (*Holosteum umbellatum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Erophila verna*) és kriptogám fajok (*Syntrichia ruralis*, *Cladonia* spp.) népesítik be (Borhidi 2003). Az egyévesek fajösszetétele és mennyisége az évek között is jelentősen variál és egy éven belül a vegetációs időszak során is nagymértékben változik. Az ide tartozó gyepes fajösszetételének változását elsősorban a természetes vagy mesterséges zavarások gyakorisága és mértéke, továbbá a klimatikus szélsőségek bekövetkezése és speciális mikrodomborzati feltételek meglétének együttes érvényesülése okozza. A vízmegtartó képesség hiánya miatt elsősorban az aszályok és az erős napsugárzás tudják jelentősen befolyásolni az egyes állományrészek fajösszetételét. Megfigyelhető például, hogy a *Stipa* jobban képes elviselni az aszályt, hosszabban tartó szárazság esetén a *Festuca* csomók kiszáradása után az árvalányhaj tövek sok esetben még valamennyire zöldek. Szélsőségesen erős napsugárzás és aszály esetén bizonyos mikrodomborzati kitettségekben minden évelő faj kiszűrik, ilyenkor a kriptogám fajok, elsősorban mohák által borított fekete foltok keletkeznek. (Margóczi 1993, 1995)

Ezen gyepterületeken a humuszszint hiánya miatt, illetve az alacsony fitomassza-produkció következtében nem folyik intenzív mezőgazdasági tevékenység. A nyílt homokpusztagyepes esetében a legalkalmasabb hasznosítási mód a birkákkal, kis legeltetési nyomás mellett alkalmazott legeltetés. A legeltetés okozta zavarás következtében sok esetben a domináns pázsitfűfaj a *Festuca pseudovaginata*-ra cserélődik (Szabó et al. 2017, 2018, Penksza 2019)

A homoktérzíneken, ahol lehetőségem volt rá (Fülöpháza és Tece), olyan mintaterületeket is kijelöltem, melyek korábban mezőgazdasági művelés alatt álltak, azonban felhagyásra kerültek. Fontos leszögezni, hogy ezek a parlagok jellemzően valamivel konszolidáltabb termőhelyen találhatóak meg (pl. értékelhető mennyiségű humusz felhalmozódás a feltalajban) ezért ezen élőhelyek esetében nem teljesen feleltethetőek meg a más vizsgálati helyszíneken alkalmazott természetközeli gyep és az azzal analóg termőhelyen lévő parlag sémának. Ennek ellenére lényegesnek találtam ezen parlagok mintavételezését tekintettel arra, hogy a kedvezőbb talajtani paraméterek miatt mezőgazdasági hasznosításuk szóba jöhet, ezért célszerű információval rendelkezünk a száraz, homoki termőhelyen kialakult parlagok működéséről is.

#### 3.1.3.1. Fülöpháza

A fülöpházi homokvidék a maga 1992 ha-os kiterjedésével növényföldrajzi szempontból hazánk egyik legérdekesebb és legegységibb vonásokat mutató tája. Az itt található homokbuckákat egykor legeltették, ennek következtében, illetve klimatikus okok miatt a homok a szél áthalmozó hatása miatt mozgásba lendült. A futóhomok jelentős mezőgazdasági károkat okozott, emiatt a homokfásítás során megkötésre kerültek a homokbuckák (Biró et al. 2011). Ezt követően, illetve a legeltetés visszaszorulásával a mozgó homokbuckák rögzültek. Napjainkban alkalomszerűen legeltetés zajlik a területen, ettől eltekintve egyéb, gyepre ható természetvédelmi kezelés nincs.

A fülöpházi mintaterületen lehetőségem nyílt fiatal homoki parlagok tanulmányozására is. Ezekon korábban jellemzően a szárazságot jól toleráló gabonaféléket termesztettek, felhagyásuk után intenzíven gyomosodnak, rajtuk nagy termetű, mély karógyökeret fejlesztő kétszikű fajok (*Verbascum phlomoides*) és inváziós fajok (pl. *Asclepias syriaca*) telepednek meg.

#### 3.1.3.2. Vácrátót – Tece legelő

Az itt található termőhelyen a *Festucetum vaginatae* növénytársulás tipikus kifejlődése található, azonban a fülöpházi mintaterülettől eltérően nem találhatóak homokbuckák a területen, az teljesen sík. A nyílt homokpusztagyep mellett a *Festuca wagneri* által képzett, zártabb állományok is megtalálhatóak itt (Bartha et al. 2006). A területet korábban juhokkal legeltették, ez a gazdálkodási mód az 1960-as évekig tartott. Napjainkban semmilyen kezelés nem folyik a területen.

#### 3.1.3.3. Gönyű

Ezen a mintaterületen egy transzszekt került felvételezésre. A homokpusztagyep Esztergomhoz hasonlóan egy katonai lőtér területén helyezkedik el. A lőtér használata során olyan homokfelszínek képződtek, melyeken zavartabb, gyomfajokat is nagyobb arányban tartalmazó gyepek alakultak ki, vagy fajszegény *Festuca vaginata* állományok alakultak ki, melyekben a társulásra jellemző kísérőfajok nem fordulnak elő, vagy csak kis számban vannak jelen. A területen az erdőssztyepekre jellemző élőhelymozaikok mindegyike megtalálható, a legszebb kifejlődésű, fajokban gazdagabb gyepeket a homoki erdők és homoki cserjések között meghúzó kisebb gyepfoltok adják. Ez a legnyugatibb elhelyezkedésű homoki mintaterület, így hazánk klimatikus adottságainak megfelelően ez a homokterület kapja a legtöbb csapadékot a vizsgált nyílt homoki gyepek közül (Bartha et al. 2011), emiatt a növényzet borítása nagyobb, ezáltal a vizsgált állomány átmenetet képez a zárt homoki gyepek felé. A területet a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság szürkemarha legeltetéssel kezeli.

#### 3.1.3.4. Csévharaszt

Szintén egy transzszekt került felvételezésre a Csévharaszi borókás Természetvédelmi Területen. Ez a táj párszáz évvel korábban szintén mozgó homokfelszín volt, számos mozgó homokbuckával, más részein pedig homoki erdőössztyepp vegetációval. A homokfásítások után a fás vegetáció aránya jelentősen megemelkedett, de a tisztásokon még megtalálhatóak az egykor nagyobb kiterjedésben megtalálható homoki gyepek fajgazdag állományai. A területen rendszeres kezelés jelenleg nem folyik.

#### 3.1.4. Cickóros puszták (F1b)

Az erősebben szikes jelleget mutató termőhelyek közül két terepi mintavétel történt a Dinnyési-fertő Természetvédelmi Területen, *Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae* társulásban. A Velencei-tó DNY-i oldalán található területen szoloncsákos szikesek találhatóak, a legmélyebb fekvésű részeken pedig vakszikes foltok alakulnak ki. A terület vegetációtérképét a Zsombék Természetkutató Egyesület készítette el (Zsombék TKE 1996), ennek során 35 vegetációs egység elkülönítése történik meg. Ezen a helyszínen két terepi mintavétel zajlott, egy a természetközeli állapotú szikes gyepen került kivitelezésre, egy pedig az előző mintavételtől kb. 100 méter távolságban található termőhelyileg összehasonlítható fiatal parlagból. A védett gyepek kezelése kezdetben merinói juhok legeltetésével, később szürkemarha legeltetéssel, illetve évi egy tisztító kaszálás végzésével történt. Korábban a növényzet legeltetésre gyakorolt hatásainak elemzésére átfogó vizsgálat készült (Szabó et al. 2011). A parlagra nem került kijuttatásra mesterségesen propagulum, rajta a természetvédelmi kezelés során évi 1 szárazzás került kivitelezésre.

#### 3.1.5. Mocsárrétek (D34)

Ebbe a kategóriába egy terület egyetlen transzszektje tartozik, amely az Őrségben, Nagyrákos térségében került felvételezésre *Cirsio cani-Festucetum pratensis* társulásban.

### 3.2. A mintavétel módszerei

#### 3.2.1. A dolgozatban alkalmazott nomenklátúra és az egyes szakkifejezések magyarázata

Munkám során az egyes mintavételi területek produktivitásának vizsgálatakor a Précsényi István tanulmányában alkalmazott szakkifejezéseket (Précsényi 1975) használom. Eszerint biomassza alatt értjük az egy adott területre eső összes élőszület, míg a fitomassza az egységnyi területen, bizonyos időpontban előforduló élő és elhalt növényi anyag, amely előfordulhat a talajszint felett és alatt is. Dolgozatomban kizárólag a talajszint feletti fitomassza mennyiségi viszonyait vizsgálom, ezért a szövegben a fitomassza kifejezés minden esetben kizárólag erre vonatkozik. A fitomassza mintavételére vonatkozó egyéb mintavételi részleteket az erre vonatkozó módszertani alfejezetben mutatom be. Az előbb bemutatott elnevezések használatát és pontos definiálását a gyepgazdálkodási gyakorlat által használt terminológiával való összevetethetőség biztosítása érdekében tartottam szükségesnek közölni.

Az egyes transzszekt elnevezése az alábbi logikát követi: az elnevezés elején szereplő kétjegyű szám a mintavétel évére utal (13: 2013, 14: 2014, ... 22: 2022). Ezután következik a mintaterület nevének rövidítése (BA: Battonya, CS: Csévharaszt, D: Dinnyés, E: Esztergom, FH: Fülöpháza, G: Gönyű, KP: Kunpeszér, MH: Mórahalom, OR: Őrség (Nagyrákos), TC: Tece, TA: Tiszaalpár). A következő karakter G vagy P, előbbi a gyepben, utóbbi a parlagon készült transzszektokra utal, pl. a 16MHP a 2016-ban Mórahalmon parlagon felvett

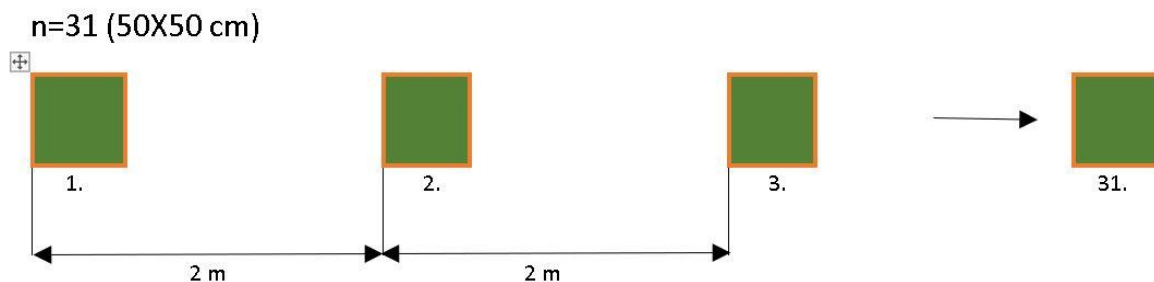
transzszektet jelenti. Ha ugyanabban az évben több transzszektet vettünk fel ugyanazon területen, ezeket folyamatos számozással jelöltem, pl. 2016-ban a Tecén felvett két linea elnevezése 16TCG1 és 16TCG2. A módszertani vizsgálatok lineáit „\_A” és „\_B” jelöléssel láttam el (pl. 17TAG\_A a 2017-ben a tiszalpäri gyeptársulásban felvett módszertani transzszekt 50x50 cm-es kvadrátjainak első sorozatára utal). Az egy vegetációs időszakban megismételt transzszekteket jelölő kód utolsó számjegye a felvétel időpontját jelöli: 1: április, 2: május, 3: június, 4: július, 5: augusztus, 6: szeptember, 7: október. A kunpeszéri legelési gradiens mentén 2017-ben felvett transzszektek nevében a 17KPG után szereplő kódok jelentik a különböző kezeléseket: KA – kaszált, KN – kezelés nélkül, KL – közepesen legelt, EL – erősen legelt, TL – túllegelt. A kunpeszéri legelési gradiens mentén 2018-ban felvett transzszektek nevében a 18KPG után szereplő kódok jelentik a különböző kezeléseket: ENYL – enyhén legelt, KL – közepesen legelt, EL – erősen legelt, TL – túllegelt.

A növényfajok elnevezése során Király (2009), a társulásnevek és élőhelytípusok vonatkozásában Borhidi (2003) és az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer 2011 (Bölöni et al. 2011) nomenklatúráját követtem.

### 3.2.2. Terepi adatgyűjtési módszerek ismertetése

#### 3.2.2.1. Mintavételi elrendezés a standard mintavétel esetén

A most bemutatott standard mintavételi elrendezéssel készült a módszertani vizsgálatokhoz felvett transzszektek kivételével valamennyi mintavétel. Az egyes transzszektek helyének kiválasztásánál elsősorban szempont volt, hogy a vizsgálat az adott élőhelyre jellemző fajösszetételű és állományszerkezetű foltban kerüljön elhelyezésre. A cönológiai mintavételezés egy 60 m hosszú lineáris transzszekt mentén készült, ennek során összesen 31 db 50 x 50 cm-es kvadrát került kijelölésre és felvételezésre. A mintavételi kvadrátok arányosan, egymástól egyenlő távolságra lettek elhelyezve a transzszekt vonalának teljes hosszában oly módon, hogy bal sarkokpontjuk között 2 m távolság volt, alsó élük pedig a 60 m hosszú lineára esett (1. ábra).



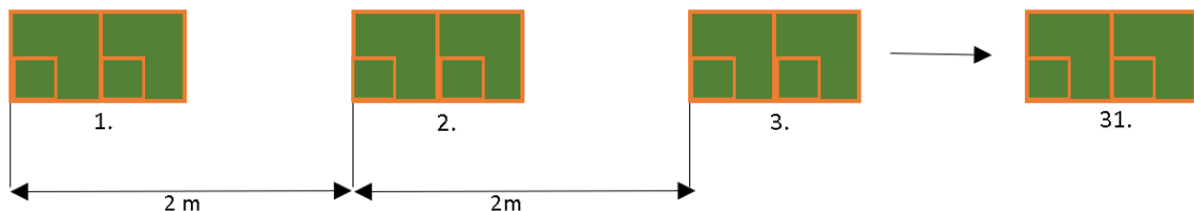
1. ábra. A standard mintavételi transzszekt sematikus ábrázolása

A terepi mintavételek időpontjának meghatározásakor arra törekedtem, hogy a különböző vegetációtípusokból származó eredmények összehasonlíthatóak legyenek. Tekintettel arra, hogy a vegetációs időszak során a föld feletti fitomassza mennyisége szezonális ingadozást mutat, olyan mintavételi stratégiát volt szükséges alkalmaznom, amely az összes gyeptársulás esetében jellemző értéket szolgáltat. Ennek következtében a terepi vizsgálatok időpontjait úgy választottam meg, hogy a mintavétel idején a vizsgált gyepek fenológiai optimumban legyenek. Ebben az időszakban a gyeptársulások a legszebb kifejlődésüket mutatják, az azokat alkotó fajok többsége éves életmenetének csúcán van, ezért feltételezhető, hogy a fitomassza termelés maximumában történik a vizsgálat. Korábbi terepi tapasztalataim alapján a nyílt homokpusztagyepek esetében a mintavételre a legoptimálisabb időpont a májustól június

elejéig terjedő időszak. Hasonlóképpen a battonyai mintaterületen a löszgyepek esetében is a május közepe – június vége közötti időszak a legmegfelelőbb a felvételezésre, ez a parlagok esetében kitolódhat július elejére, míg Tiszaalpáron a terepmunkák júniusban zajlottak. Esztergomban és Dinnyésen az egyetlen transzszekt felvételére júliusban került sor. Mórahalmon és Kunpeszéken az alap mintavételek június és július hónapok során történtek.

### 3.2.2.2. Mintavételi elrendezés a módszertani vizsgálatok esetén

Az alkalmazott kvadrátméret és mintaelemszám hatásának vizsgálatára speciális, a fentebb bemutatott mintavételi elrendezéstől eltérő mintavételi elrendezést alkalmaztam. Tekintettel arra, hogy a módszertani mintavétel magában foglalja a standard mintavétel során alkalmazott kvadrátnagyságokat és ismétlésszámokat, illetve mintavételi elrendezést, azokban az esetekben, amikor módszertani transzszekt került felvételezésre, nem volt szükség standard mintavétel elvégzésére. A vizsgált transzszekt hossza ebben az esetben is 60 m, azonban a standard vizsgálatnál több léptékben történt cönológiai felvételezés és a vágásminták begyűjtése. A 60 m-es transzszekthossz minden alábbi kvadrátnagyság és ismétlésszám esetén változatlan maradt. A különböző méretű kvadrátok elrendezése során a térsorozat-elemzés során alkalmazott logikát követtem, vagyis a mintavételi egységeket egy előre meghatározott térbeli logika szerint kerülnek összevonásra, ezáltal méretük növekszik. A vizsgálat során egymásba ágyazott kvadrátok kerültek elhelyezésre, melyek elrendezését az 2. ábra mutatja be. A 60 m hosszú transzszekt mentén 31 db 100 cm x 50 cm-es téglalap alakú mintavételi egység került elhelyezésre, melyek bal sarkai között két méter távolság volt, alsó peremük pedig érintkezett a lineával. Ezt két részre osztottam, így két db egymással érintkező 50 x 50 cm-es kvadrát keletkezett, ezek bal sarkaiban egy-egy 25 x 25 cm-es kvadrátot helyeztem el.



2. ábra. a módszertani transzszekt összes kvadrátméretének sematikus ábrája

A terepi adatgyűjtés során először a legkisebb méretű kvadrátban, majd az 50x50 cm-es kvadrátokban történt cönológiai mintavételezés (az 50x50 cm-es minta magában foglalta a 25x25 cm-es kvadrátok területét is), ezután végeztem el a fitomassza-mintavételt a 25x25 cm-es kvadrátokban, majd az 50x50 cm-es kvadrát fennmaradó részén (ehhez hozzáadtam a 25x25 cm-es kvadrátban kapott fitomassza mennyiségét, így kaptam meg a teljes 50x50 cm-es kvadrátra vonatkozó fitomassza mennyiségét). A legnagyobb, 100 x 50 cm-es léptékben már nem történt terepi borításbecslés és fitomassza mintavétel, hanem az adatfeldolgozás során egy számítógépes algoritmus segítségével kerültek összevonásra a benne foglalt, egymással érintkező 50 x 50 cm-es mintavételi egységek cönológiai és fitomassza adatai.

Az egymásba ágyazott kvadrátok a későbbiekben bemutatott kiértékelés alkalmával a soron következő mintavételi terület méretei és ismétlésszámok állíthatóak elő.

- 62 db 25 x 25 cm-es kisméretű kvadrátokból álló transzszekt: ebben az elrendezésben a kvadrátok páronként helyezkednek el (3. ábra) Az egyes kvadrátpárok bal sarkai között 0,5 m található. A baloldali kiskvadrátok bal sarkai a befoglaló 50 x 100 cm-es összevont kvadrát elhelyezkedése miatt 2 m került kihagyásra.



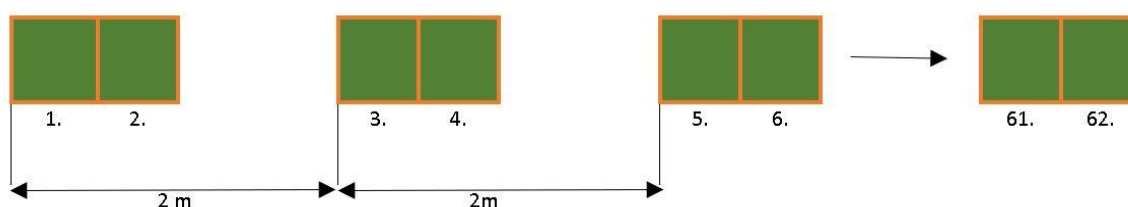
n=62 (25X25 cm)



3. ábra. A módszertani transzszekt 25X25 cm-es mintavételi egységeinek elhelyezkedése

- 62 db 50 x 50 cm-es kvadrátokból álló transzszekt: ezt a mintavételi terület nagyságát használtam a standard mintavételnél is, azonban itt a 31 pozícióban nem egy, hanem két, szélükön egymással érintkező kvadrát került felvételezésre. (4. ábra) A kvadrátpárok bal sarkai egymástól 2 m-re találhatók.

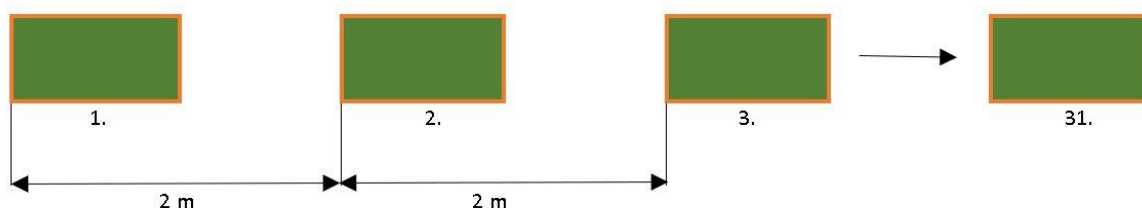
n=62 (50X50cm)



4. ábra. A módszertani transzszekt 50 x 50 cm-es mintavételi egységeinek elhelyezkedése

- 31 db 50 x 100 cm-es téglalap alakú kvadrátokból álló transzszekt (5. ábra): ez a lépték az előbbi pontban bemutatott mintavételi elrendezésből vezethető le az érintkező két kvadrát számítógépes összevonásával, vagyis összeadásra került a két részkvadrátban mért fitomassza mennyisége, illetve a cönológiai felvétel összevonása során összegzésre kerültek a felvételekben előforduló fajok borításai.

n=31 (50X100 cm)



5. ábra. A módszertani transzszekt 50 x 50 cm-es mintavételi egységeinek elhelyezkedése

A fentiekben bemutatott, módszertani transzszektekre vonatkozó mintavételi elrendezés lehetővé tette, hogy vizsgáljam, hogy a mintavételi egységek méretének változtatása, a becsléshez használt mintaelemszám, illetve a mintavételi transzszekt hosszának változtatása hogyan befolyásolja a mért változókat, elsősorban a fitomasszaminták tömegének átlagát és azok tömegének variabilitását. Ezen túlmenően az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján javaslatok fogalmazhatóak meg arra vonatkozóan, hogy a különböző élőhelyek gyepársulásai esetében milyen kvadrátméret és mintaelemszám szükséges a fitomassza produkció fent említett paramétereinek megfelelő becsléséhez.

### *3.2.3. A cönológiai mintavétel módszere*

A 25x25 cm és 50x50 cm léptékekben felvett kvadrátokban a fitomassza mennyiségét adó növényzet fajösszetételének és az egyes fajok tömegességi viszonyainak megismerése céljából Braun-Blanquet módosított módszere alapján (Braun-Blanquet 1964) cönológiai felvételeket készítettem. Ennek során megbecsültem a kvadrátokban gyökerező növényfajok %-os borítását, továbbá a talajszinten található kriptogám fajok borítását és a talajon fekvő avar borítását.

### *3.2.4. A fitomassza mintavétel bemutatása és a begyűjtött minták kezelése*

A cönológiai felvételezést követően 2 cm tarlómagaság meghagyásával levágásra és bezacskózásra kerültek a kvadrátokban található edényes növényfajok föld feletti fitomasszája. A mintavétel minden esetben tartalmazza az adott vegetációs időszak teljes addigi növedékét, vagyis minden esetben úgy vettem a fitomassza mintákat, hogy azt megelőzően az adott évben nem volt még semmilyen fitomasszát érintő tájhasználat a transzszekt helyén. A fitomassza minták gyűjtése során begyűjtöttem a még álló, így biztosan az adott évi növedék részét képező, de már elszáradt növényanyagot is, azonban nem képezte a minta részét a több éve a talajszinten felhalmozódó avarréteg. Ezzel a módszerrel a standard mintavétel esetén 31 darab, a módszertani transzszektetek esetében 62 db 25x25 cm-es léptékben gyűjtött, valamint 62 db, az 50x50 cm-es kvadrát fennmaradó részéről levágott fitomassza mintát kaptam, melyeket 48 órán át 80 °C-on szárítószekrényben szárítottam, majd a tömegüket századgramm pontossággal lemértem.

### *3.2.5. Talajmintavétel*

Annak érdekében, hogy jellemezni lehessen az egyes vegetációtípusok termőhelyének részét képező talaj legalapvetőbb fizikai és kémiai tulajdonságait, minden gyeptípusból, illetve azok vizsgált parlagjaiból egy alkalommal talajminták gyűjtésére is sor került. Egy transzszektet egy öt részmintából készített átlagminta reprezentált. A részminták mintavételi helye egyenletesen került kijelölésre a 60 méteres transzszekt teljes hosszában. A talajminta a talaj felső 0-10 cm rétegeből történt. A részminták tömege 0,5 kg volt. Az előkészítés során a részminták összeöntésre, majd alapos összekeverésre kerültek. Az így előállított, egész transzszektre reprezentatív átlagmintából összesen 1 kg-ot különítettünk el a laboratóriumi vizsgálatokra. A laborba küldést megelőzően a minták mechanikai tisztításra kerültek, ennek során eltávolításra kerültek a mintába került avardarabok és a gyökérzet fragmentumai. A mintákat a debreceni székhelyű HL-LAB Környezetvédelmi és Talajvizsgáló Laboratóriumban kerültek elemzésre, ennek keretében meghatározásra került a talajminták kémhatása, Arany-féle kötöttsége, vízben oldható összes sótartalma, szénsavas mész, humusz-, nitrogén-nitrit és -nitrát, kálium-oxid, foszfor-pentoxid tartalma, valamint mechanikai összetétele.

### *3.2.6. Takarmányérték szerinti értékelés a battonyai mintaterület esetében*

A gyepek mezőgazdasági értékének egyik fontos jellemzője, hogy az adott gyeptípusban mekkora a zöld növényi fitomassza produkció mennyisége, azonban legalább ennyire fontos, hogy milyen a megtermelt takarmány minősége abból a szempontból, hogy a takarmányozni kívánt haszonállatok mennyire fogyasztják szívesen a gyepterületen megtermő, vagy onnan lekerülő növényi anyagot. Miután a gypalkotó fajok jelenlétükkel vagy hiányukkal, illetve jelenlétük esetén előfordulásuk mennyiségével válaszolnak a gyeptársulást érő külső környezeti hatásokra (klímaváltozás, gyephasznosítási módok változása, szukcessziós folyamatok előrehaladása), természetszerűnek tekinthető, hogy a gyepek takarmányértéke nem állandó,

hanem folyamatos változásban van. A gyeptársulás térbeli szerveződésének jellemzőiből adódóan ez a változékonyság térben, illetve az egyes évek közötti időjárási paraméterekben mérhető eltéréseknek, illetve a vegetációfejlődési folyamatoknak köszönhetően időben is jelentkezik. Előbbiek gyepgazdálkodási jelentőségét alapul véve megvizsgáltam, hogy az általam fejlesztett mintavételi módszer használatával milyen eredményeket kapunk egy parlagszukcesszió korai fázisának folyamatát vizsgálva, az hogyan képes detektálni a parlag növényzetében lezajló változásokat a takarmányérték szempontjából.

Ehhez a battonyai mintaterület adatait használtam fel, mert ezen a területen elegendő időbeli ismétlés áll rendelkezésre a parlagterületről, illetve a referenciaként használt gyepről. A vizsgálathoz a mintavételi elrendezések közül a standard elrendezést használtam, illetve a terepi adatgyűjtés során meghatároztam a gyepalkotók átlagmagasság értékeit.

### *3.2.7. Meteorológiai adatok gyűjtése*

Tekintettel arra, hogy a csapadékviszonyok alakulása alapvetően képes befolyásolni a mezőgazdasági rendszerek működőképességét, valamint az az azokban érvényesülő ökológiai folyamatokra közvetlenül hatást gyakorol, célszerű megvizsgálni, hogy a csapadékmennyiség alakulása hogyan hatott egyes kiválasztott vizsgálati területek esetében a fitomassza mennyiségére és annak térbeli variációs koefficiensére. A globális klímaváltozás hatására nem csupán az éves csapadékösszegek változása következhet be, hanem annak változatlansága mellett a csapadékhullással járó időjárási események gyakoriságának, intenzitásának, illetve bekövetkezési idejének éven belüli eloszlása is módosulhat. Ezt figyelembe véve célszerű azt is meghatározni, hogy az adott éven belül vannak-e olyan néhány hónapos időszakok, melyek kiemelten fontosak a fitomassza produkció előbbiekben említett jellemzőinek alakulásában. Ennek vizsgálatára a battonyai mintaterületet választottam, tekintettel arra, hogy itt elegendő időbeli ismétlés áll rendelkezésre a kérdés statisztikai vizsgálatához, illetve a fenti kérdéseket külön vizsgálhatjuk egy kiemelkedően jó, természetközeli állapotú löszgyep, valamint egy azonos termőhelyen lévő parlag esetében.

A battonyai mintaterület meteorológiai adatai (havi csapadékösszeg és havi átlaghőmérséklet) az 1960-2020 közötti időszakra vonatkozóan az OMSZ területhez legközelebb eső mérési helyről, a szegedi meteorológiai állomásáról származnak, és nyilvánosan hozzáférhetőek az alábbi honlapon: [https://odp.met.hu/climate/station\\_data\\_series/daily/from\\_1901/](https://odp.met.hu/climate/station_data_series/daily/from_1901/). A 2021-es és 2022-es év adatait az alábbi adatbázisból gyűjtöttem ki: <https://www.metnet.hu/napi-adatok?sub=2&order=1>.

### *3.2.8. Mintavételi elrendezés a gyepekben zajló regenerációs és degradációs folyamatok értékelésére*

A dolgozatom alapját képező terepi adatgyűjtés alapvető koncepciója az volt, hogy az általam fejlesztett mintavételi elrendezést minél többféle gyeptípus esetében kipróbáljam. Egy új mintavételi eljárás alkalmazhatóságának vizsgálatkor a tesztelés kezdeti fázisában célszerű olyan vizsgálati objektumokat választani, melyek között kellően nagy értékkülönbségek vannak a vizsgált tulajdonságok tekintetében, így láthatjuk, hogy a módszer hogyan detektálja azokat. A tesztelés következő fázisában már a kisebb értékkülönbségekkel jellemezhető objektumok vizsgálatba vonása következhet. Ebben az adatgyűjtésben az egyes gyeptípusok tekintetében a nagy különbségekkel jellemezhető vizsgált objektumok a természetközeli állapotú gyepek, illetve a velük termőhelyi szempontból párhuzamba állítható parlagok. Gyepgazdálkodási és ökológiai szempontból egyaránt kiemelkedően fontos azonban, hogy az ökoszisztéma működési stabilitását és így a gyepek gazdasági értékteremtő képességének állandóságát számszerűsítő módszer megfelelő információkat szolgáltatasson a még jó állapotban lévő gyepek

leromlásának kezdeti szakaszában jelentkező funkcióváltozásról. Ehhez hasonlóan értékesek lehetnek számunkra a leromlott állományok korai regenerációs időszakában mérhető, a gyepek működési jellemzőire vonatkozó indikátorok javuló értékei. Ilyen információk birtokában finomhangolható az adott gyeptípusban végzett gyepgazdálkodási tevékenység és a természetvédelmi kezelés eszköztára annak érdekében, hogy a gyepek degradációja még a leromlás kezdeti, esetleg szemmel látható jelekkel nem rendelkező fázisában megállítható legyen, a regenerációs folyamatok pedig támogatottak legyenek.

A fenti probléma különböző mintavételi módszerekkel került vizsgálatra két mintavételi helyszínen. Egy parlag szekunder szukcessziója alatt a növényzetben zajló regenerációs folyamatok mintavételezésére a battonyai parlagterületen nyílt lehetőségem, ahol 2013 és 2022 között minden évben sor került a 3.2.2.1. fejezetben ismertetett standard mintavételre. Ebben az időszakban a parlagszukcesszió a fiatal parlagokra jellemző stádiumban volt, a vegetáció fajösszetételében és szerkezetében egyaránt produkálta a löszparlagok regenerációja során várható stádiumok jellemzőit. Az általam végzett terepi mintavételezéssel nyomon követhetjük a parlag fitomassza termelésének térbeli és időbeli variabilitását, ezáltal vizsgálhatjuk, hogy a nagy értékű különbségekkel jellemezhető növényzeti típusok esetében a térbeli variabilitásra vonatkozó jellemzők hogyan érvényesülnek egy parlagon belül a parlagszukcesszió vizsgált szakaszának egyes éveiben.

A jó természetességű, koordinált gyepek leromlásának két példáját Kunpeszér térségében vizsgáltam, ahol 2017-ben és 2018-ban, egy-egy legeltetési gradiens különböző legelési intenzitású fázisait vizsgáltam. Annak érdekében, hogy az egyes fázisok közötti különbség kialakításában minél kisebb szerepet játszanak a földrajzi távolságból, a mintaterületen rendelkezésre álló fajkészlet különbségeiből, valamint a termőhelyi eltérésekből eredő hatások, ezért mindkét esetben egy-egy legelőn belül lettek elkülönítve a különböző legeltetési intenzitással kezelt területek. A legeltetési intenzitás hatásait vizsgáló módszertannak megfelelően (Szentés et al. 2009, Penksza et al. 2010, Kiss et al. 2011, Turcsányi-Járdi et al. 2022) feltételezzük, hogy a legeltetési nyomás az itató közelében a legnagyobb, mert ezen a területen a legelő jószágok sok időt tartózkodnak. Ennek következtében a növényzetre nem csak a legelés, hanem a legeltetett állatok taposása és trágyázása is hatást gyakorol. Ettől a ponttól távolodva a legelő szélé felé a jószágok egyre kevesebb időt töltenek egy adott helyen, ennek megfelelően a legeltetési intenzitás csökken. Előbbiek figyelembevételével a legintenzívebben legelt területen helyeztem el az első hatvan méteres transzszektet, majd attól egyenesen távolodva, egymástól 100 m távolságra egy erősen legelt és egy közepesen legelt transzszektet helyeztem el. Tekintettel arra, hogy a gyepek, különösen a fás vegetáció helyén másodlagosan kialakult gyepek esetében nem kizárólag az állományok túlhasználata, hanem a tájgazdálkodás teljes felhagyása következtében is beindulhatnak kedvezőtlen leromlási folyamatok, a legeltetett gyepterület közelében egy több éve felhagyott mintaterületen is vettem fel egy 60 méteres transzszektet a mintavételi elrendezésnél ismertetett standard módon. A legelt terület szomszédságában lehetőségem nyílt egy, a legelt területtel megegyező vegetációtípusba sorolható, de kaszálóként hasznosított állományt is felvételezni, ezért itt is elkészítettem a standard mintavételt.

A 2017-es év eredményeinek ellenőrzésére és további pontosítására 2018-ban egy másik - lehetőség szerint az előző évvel minél inkább összehasonlítható- kunpeszéri legelő esetében ismételttem meg a mintavételt. Ez esetben egy enyhén legelt, egy közepesen legelt, egy erősen legelt és egy túllegetett területrészeken került felvételezésre egy-egy transzszekt. A standard mintavételi elrendezést itt egy speciális, mikrocönológiai mintavételezéssel egészítettem ki. Ennek során a transzszektek mindegyikénél a transzszekt hosszának 0-5 m, 28-33 m, valamint 55-60 m közötti szakaszán három rövid (100 mikrovadrátból álló, 5 m-es) lineáris transzszekt került elhelyezésre. Ezzel a mintavételi elrendezéssel igyekeztem biztosítani, hogy a felvett lineák a reprezentatívak legyenek a 60 m-es transzszekt egészére. A 3 db rövid linea mentén



R környezetben egy algoritmust készítettem, amely egy általam meghatározott elemű random mintát állított elő az eredeti transzszektből. Tekintettel arra, hogy ez esetben a transzszekt hosszúsága konstans, a random minták előállításánál az algoritmus véletlenszerűen választ ki egy olyan kvadrát konstitúciót, melyben a kvadrátok közötti távolság nem előre meghatározott, hanem az a szomszédos kvadrátok között bárhol változhat. A vizsgálat során a 62 ismétlésszámmal készült transzszektből (25x25cm és 50x50 cm- és -es kvadrátméret) 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 és 62 kvadrátból álló random mintát választottam ki és kiszámítottam a kvadrátokban található fitomassza mennyiségének átlagát, szórását és variációs koefficiensét. Ezt minden kvadrátszám esetében ötezerszer megismételtem és az így kapott statisztikai mérőszámokból átlagokat képeztem. Az így kapott eredmények segítségével vizsgálható, hogy az egyes kvadrátméretek esetében a mintaelemszám változása hogyan befolyásolja a vizsgált statisztikai mutatók alakulását a különböző gyeptípusokban, illetve adott gyeptípuson belül a természetközeli állományok és azok parlagjai esetében. Tekintettel a sok ismétlésben történő random mintavételre, illetve a transzszekt hosszának konstans jellegére, ez a megközelítés elsősorban arról ad statisztikailag robosztus információt, hogy egy kiválasztott kvadrátméret esetében mekkora az a mintaelemszám, amellyel az alapsokaságot leíró statisztikai paraméterek már kielégítő stabilitással becsülhetőek, illetve a kvadrátmérettel együtt hogyan változnak ezek a jellemzők. Tekintettel arra, hogy a mintaelemszám növekedésével a monitorozás munkaigénye drasztikusan növekszik, célszerű volt megvizsgálni ezen jellemzők alakulását kisebb mintaelemszám esetében. Ezért ugyanezt a típusú vizsgálatot elvégeztem a 31 mintát tartalmazó elrendezésben (100x50 cm-es, 50x50 cm-es és 25x25 cm-es lépték) is.

- A másik megközelítés során olyan algoritmust készítettem, amely úgy állítja elő a növekvő elemszámú mintát, hogy a transzszekt soron következő kvadrátjait sorban hozzáadja a mintához, ezzel a mintaelemszámot is növeljük, de ugyanakkor a megmintázott terület kiterjedését is. További különbség az előbbi módszerhez képest, hogy ez esetben a kvadrátok közötti távolság állandó marad. Az így előállított minta esetében meghatároztam a kvadrátokban található fitomassza mennyiségének átlagát, szórását és variációs koefficiensét. Módszertani szempontból ez a megközelítés a nagyszámú ismétlés hiánya miatt statisztikailag kevésbé robosztus eredményeket ad, azonban alkalmas arra, hogy a változó hosszú transzszekt leképezze az eltérő gyeptípusok esetében jelenlévő foltmintázatokat és ezek számított statisztikai értékekre gyakorolt hatását. Ezt az analízist egyaránt elvégeztem a 62 és a 31 kvadrátból álló transzszekt esetében is.

### *3.3.2. A fitomasszaminták normáloszlásának vizsgálata és a variációs koefficiens számításának módja*

Az egyes transzszekt esetében Shapiro-Wilk teszttel vizsgáltam (Zar 1999), hogy az egy mintavételből származó minták tömegének eloszlása normáloszlást követ-e, ehhez az R program „shapiro.test” függvényét használtam.

Annak érdekében, hogy megvizsgáljam, a teljes adatsor felhasználásával számolt variációs koefficienssel és az adatok interkvartilis terjedelméből számolt variációs koefficienssel ( $CV_Q$ ) kapott eredmények viszonyát, utóbbi módon is meghatároztam a minták térbeli variációját. Az utóbbi mérőszám legfőbb jellemzője, hogy a CV számítása előtt az alsó és a felső kvartilisbe tartozó adatok kiugró értéknek minősülnek és eltávolításra kerülnek (Botta-Dukát 2023).

### *3.3.3. A fitomassza szezonális dinamikájának vizsgálata*

Annak érdekében, hogy adatokkal rendelkezünk a fitomassza mennyiségének és térbeli variabilitásának éven belüli alakulásáról, a battonyai, tiszalpäri és kunpeszeri mintaterületeken

a vegetációs időszakon során több alkalommal elvégeztem a mintavételezést, törekedve arra, hogy az egyes időbeli ismétlések minél inkább összehasonlíthatóak legyenek egymással. A mintavételekre a vegetációs időszak során a növényzet fejlődést követve, körülbelül egy hónap különbségekkel, március végétől október elejéig került sor. A dolgozatban csak a battonyai gyepeken felvett adatok elemzését mutatom be, melynek során az egyes időpontokban gyűjtött fitomasszaminták térbeli CV%-ának alakulását vizsgáltam a DOY (day of the year) adatok felhasználásával.

#### *3.3.4. A talajparaméterek sokváltozós elemzése*

A laboratóriumi talajvizsgálatok által megállapított talajparaméterek vizsgálatára NMDS ordinációt végeztem a „vegan” programcsomag „metaNMDS” függvénye segítségével, annak érdekében, hogy megvizsgáljam, hogy az egyes élőhelytípusok mennyire hasonlóak talajtani szempontból.

#### *3.3.5. A cönológiai felvételek kiértékelésének módszerei*

A standard mintavételi eljárással gyűjtött minták elemzése során meghatároztam a transzszekt kvadrátjaiban előforduló fajok számát, valamint a cönológiai felvételek felhasználásával kiszámítottam azok Shannon-diverzitását, melyhez a „vegan” programcsomagot használtam (Oksanen et al. 2022). Mivel az egyes funkciós csoportok eltérően reagálnak a környezeti változásokra, a transzszektben előforduló összes fajszámán kívül meghatároztam külön-külön az egyéves fajok és az évelő fajok fajszámát, összbörítést és Shannon-diverzitását kvadrátonként, és kiszámítottam ezek átlagértékeit az egyes transzszektben. Tekintettel arra, hogy a vegetáció állapotáról a mintavétel idején teljesebb képet kaphatunk, ha a fajokat tulajdonságaik alapján funkcionális csoportokba soroljuk és a csoportok egymáshoz viszonyított mennyiségét is megvizsgáljuk, kézenfekvő megoldás volt, hogy a fajokhoz hozzárendeljem a Borhidi-féle szociális magatartás típusok értékeit (Borhidi 1995).

Célszerű azt is megvizsgálni, hogy a vegetációs jellemzők (fajszám, összbörítés, diverzitás – az összes fajra nézve, valamint külön-külön az évelőkre és az egyévesekre) és az időjárási jellemzők (a mintavételt megelőző 4,6, és 12 hónapos időszak csapadékösszege – ld. a 3.3.7. fejezetet) között megfigyelhető-e összefüggés az egyes években. Ugyanezen összefüggést megvizsgáltam a fent említett vegetációs jellemzők és a fitomassza mennyiségének, valamint térbeli CV%-ának vonatkozásában. Ennek során vizsgáltam, hogy a mért változók között az évek közötti változások iránya mutat-e szinkronitást anélkül, hogy a változások mértékét számszerűsítsen. Erre a vizsgálatra a battonyai mintaterület esetében volt lehetőség, mivel ott álltak rendelkezésre meteorológiai adatok, és kellő számú időbeli ismétlés. A szinkronitás vizsgálatához Buonaccorsi et al. (2001) által kidolgozott indexet használtam. Szinkronitást mutató változásoknak tekintettem azokat az eseteket, melyek során a két mért változó egyszerre csökkent vagy növekedett, függetlenül a változás mértékétől. A teszt során R környezetben olyan algoritmust készítettem, melynek segítségével meghatároztam a valós adatsorok közötti szinkronitást mutató elmozdulások számát. Ezt követően 999 ismétlésben randomizált adatsorokat hoztam létre oly módon, hogy megtartottam az eredeti mért adatokat, azonban azok évek közötti sorrendjét, így a köztük lévő kapcsolatát is összekevertem. Minden ismétlés esetében meghatároztam azoknak az eseteknek a számát, melyek szinkronitást mutattak. Ahhoz, hogy megkapjuk az adott mintára jellemző szinkronitási indexet, a kapott szinkronitást mutató esetek számát elosztottuk  $n-1$ -gyel, ahol  $n$  a mintaelemszám (esetemben  $n=8$  a gyepek esetében, mivel 8 éves adatsorral rendelkezem és  $n=10$  a parlagok esetében, mivel ebben az esetben 10 éves adatsorral rendelkezem). Így minden ismétlésre előállt egy szinkronitási index, vagyis összesen 999 szinkronitási index eredményt kaptam a randomizált esetekre. Ezekhez

hozzávettem az eredeti terepi adatokból számolt szinkronitás indexet is, majd az így kapott ezer értéket csökkenő sorrendbe állítottam és vizsgáltam, hogy az eredeti terepi adatsor hányadik ebben a sorban. Ezt a számot elosztottam az összes mintaelemszámmal, vagyis ezerrel, az így kapott érték felel meg a randomizációs teszt p értékének, vagyis azt mutatja meg, hogy a terepi adatsor milyen valószínűséggel tér el a randomizált mintáktól. Amennyiben ez az érték alacsony (0,05-nél kisebb) akkor szignifikáns eltérés mutatkozik a terepi és a randomizált esetek között, vagyis a terepen megfigyelt szinkronitást nem a véletlen folytán állt elő, hanem valóban szinkronitás van a két változó között.

A fitomassza mennyisége és a fajszámok, valamint a fitomassza mennyisége és a diverzitás közötti összefüggést lineáris és kvadratikus regresszió illesztésével is elemeztem. Ennek az exploratív adatfeltárásnak a célja tájékoztató információk gyűjtése volt arra vonatkozóan, hogy egy adott élőhelytípus esetében állományon belül, illetve több állomány és élőhelytípus együttes vizsgálata során vannak-e olyan esetek, amikor szignifikáns kvadratikus kapcsolat mutatható ki a vizsgált változók között. Az illesztésekhez az 'lm' függvényt használtam. A többszörös összehasonlításból adódó hibalehetőségek csökkentésére post-hoc tesztként Holm-korrekción végeztem a 'p.adjust' függvény segítségével.

### *3.3.6. Adatelemzés a takarmányérték vizsgálatára a battonyai mintaterületen*

Az adatelemzés során a Balázs-féle kvadrátmódszert (Balázs 1949) alkalmaztam a takarmányérték meghatározására. A módszer lényege, hogy a kvadrátokban meghatározzuk az egyes fajok által elfoglalt terület nagyságát, valamint az egyes fajok átlagos magasságát, majd a két értéket összeszorozva megkapjuk az adott faj termésértékét. A módszer minden fajhoz hozzárendel egy minőségi értéket, ezt megszorozva a termésértékkel megkapjuk, hogy az adott kvadrát fajai milyen takarmányértékkel rendelkeznek. Vizsgálatom során a 60 m hosszú transzszektben lévő 31 kvadrátra meghatároztam a takarmányértéket, illetve a gyeperészére vonatkozó takarmányértéket. A gazdaságilag hasznosítható gyepek 5 minőségi osztályba sorolhatóak (Balázs 1960):

- I. osztályú, igen jó minőségű állomány: takarmányértéke 4-nél nagyobb
- II. osztályú: jó minőségű állomány: takarmányértéke 3 és 4 közé esik
- III. osztályú: közepes minőségű állomány: takarmányértéke 2 és 3 közé esik
- IV. osztályú: gyenge minőségű állomány: takarmányértéke 1-2 közé esik
- V. osztályú: rossz minőségű állomány: takarmányértéke 0 és 1 közé esik

Az egyes mintavételi kvadrátok takarmányértékéből kiszámítottam a takarmányérték térbeli variációs koefficiensét is.

### *3.3.7. A 4,6 és 12 hónapos csapadékösszegek hatásának vizsgálata a battonyai gyeperészére és térbeli variabilitására*

Az egyes évek hasonlóságát a havi csapadékösszegek alapján készült NMDS ordinációval elemeztem. A havi csapadékadatok összeadásával éves csapadékösszegeket képeztem. Ezt követően az 1960 és 2020 között az éves csapadékösszegeket átlagoltam és ezt tekintettem a térségre jellemző éves átlagos csapadékösszegnek. Ez az érték lehetőséget adott az egyes évek jellemzésére a csapadékmennyiség szempontjából. Azokat az éveket, melyek esetében a hatvanéves csapadékösszeg átlagánál 10%-kal több csapadék hullott, nedves éveknek, a hatvanéves csapadékösszeg átlagánál 10%-kal kevesebb csapadékmennyiséggel jellemezhető éveket száraz éveknek, a két érték közötti tartományba eső éveket pedig átlagos csapadékjárású éveknek minősítettem (Koncz et al. 2020 alapján). Mivel a vizsgálatot megelőző időszak (Bartha



et al. 2022 alapján 4 hónap) csapadékösszegének kiemelt szerepe lehet, ezt a minősítést a mintavételt megelőző 4 hónap, illetve 6 hónap esetében is elvégeztem. Az év jellege és a fitomassza átlagos mennyisége, valamint a fitomassza variációs koefficiense közötti kapcsolatot ANOVA teszttel elemeztem. Tekintettel arra, hogy a terepi mintavételezések május végén, június elején történtek, célszerű volt azt is kiértékelni, hogy a mintavételt megelőző időszakokban volt-e összefüggés a csapadékösszeg és a fitomassza mennyiségének átlaga és variációs koefficiense között. Ennek vizsgálata érdekében májustól kezdődően az időben visszafelé indulva 12 lépésben összeadtam a havi csapadékösszegeket oly módon, hogy minden lépésben növeltem eggyel az összeadott hónapok számát (pl. május és április havi csapadékösszegek összege, majd következő lépésként május, április és március hónapok csapadékösszegének összege). Az egyes lépések során képzett csapadékösszegeket minden évre vonatkozóan kiszámoltam, valamint kiszámítottam az adott évben felvett transzszektek 31 kvadrátjából számított fitomassza átlagos mennyiségét, valamint annak variációs koefficiensét. Minden hónapkombináció értékei és a fitomassza átlagos mennyisége, valamint CV% értékei között lineáris regressziót számoltam az R programcsomag 'lm' függvényének használatával. Ezt külön elvégeztem a gyepek és a parlagok esetében. A többszörös összehasonlításból eredő hibák valószínűségének csökkentésére ez esetben is elvégeztem a Holm-korrekciót. Az illeszkedését jóságát az  $R^2$  érték segítségével értékeltem.

A 3.3.5. fejezetben leírt módszer segítségével megvizsgáltam a fitomassza jellemzői (átlagos mennyiség és térbeli CV%) és az időjárási jellemzők (4,6 és 12 hónapos csapadékösszeg) közötti szinkronitást is.

### *3.3.8. Adatelemzés a gyepekben zajló regenerációs és degradációs folyamatok értékelésére*

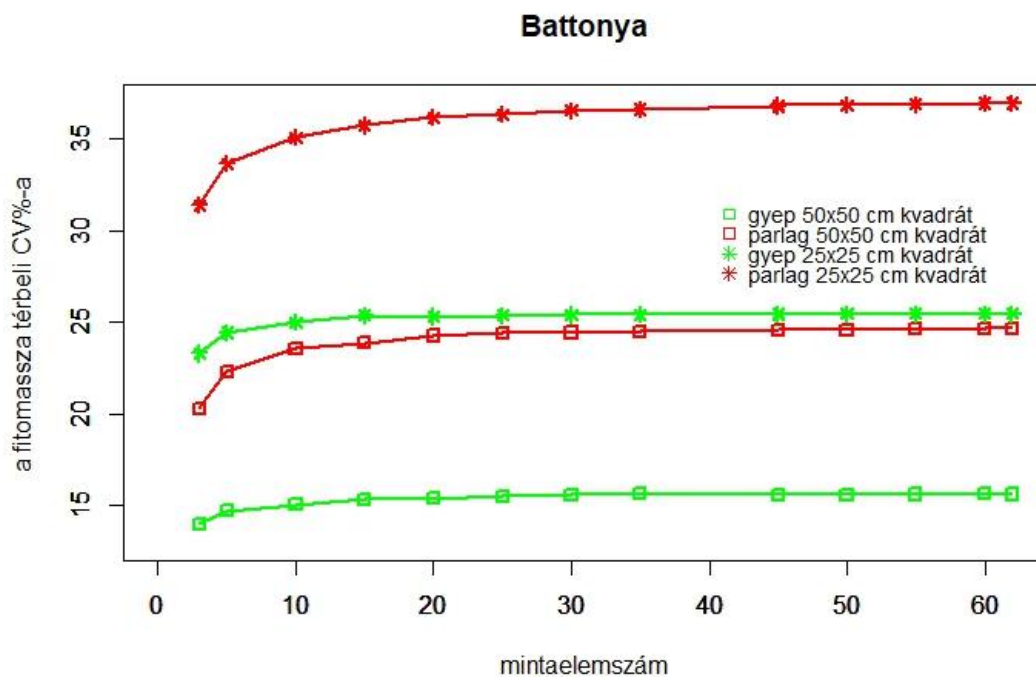
Az adatok elemzése során kiszámítottam a Juhász-Nagy Pál által kidolgozott módszer családba tartozó florális diverzitás függvényt (Juhász-Nagy 1980, Juhász-Nagy és Podani 1983), melyhez az R-ben elérhető „comspat” programcsomagot használtam (Tsakalos et al. 2022). A florális diverzitás a Shannon-diverzitáshoz hasonló mutató, azonban fajok helyett az egyes mikrokvadrátokban található fajok összességével, a fajkombinációkkal számol, ezáltal alkalmas a társuláson belüli finomléptékű együttlélési mintázatok vizsgálatára is. A florális diverzitást kiszámítottam külön az egyszikűek és a kétszikűek esetére, ekkor 5%-os küszöbértéket alkalmaztam, vagyis azokat a fajokat vettem be az analízisbe, melyek az 5 m hosszú linea 100 mikrokvadrátjában öt vagy több esetben fordultak elő. Tekintettel a mintaterület kiemelkedő fajgazdagságára, abban az esetben, amikor a teljes fajkészlettel összevontan számoltam, 20%-os küszöbértéket alkalmaztam. Ezt követően minden linea esetében meghatároztam a florális diverzitás függvény két jellegzetes pontját, a függvény maximumának értékét, illetve a karakterisztikus skálapontot, vagyis azt a térléptéket, ahol a függvény eléri a florális diverzitás maximum értékét. Ezt követően az egy 60 m hosszú transzszekthez tartozó 3 florális diverzitás függvény maximumait átlagoltam és így vizsgálhattam a fitomassza produkció térbeli variációs koefficiensének alakulását a florális diverzitás átlagos maximumértékeinek változása függvényében. Emellett a transzszekteken elvégeztem a korábban ismertetett analíziseket (Shannon-diverzitás számítása, fitomassza variációs koefficiensének számítása).

## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1. A módszertani vizsgálatok eredményei a mintavételi elrendezés optimalizálása érdekében

#### 4.1.1. Azonos kiterjedésű területről módszertani mintavétellel vett minták számának növelésével kapott eredmények

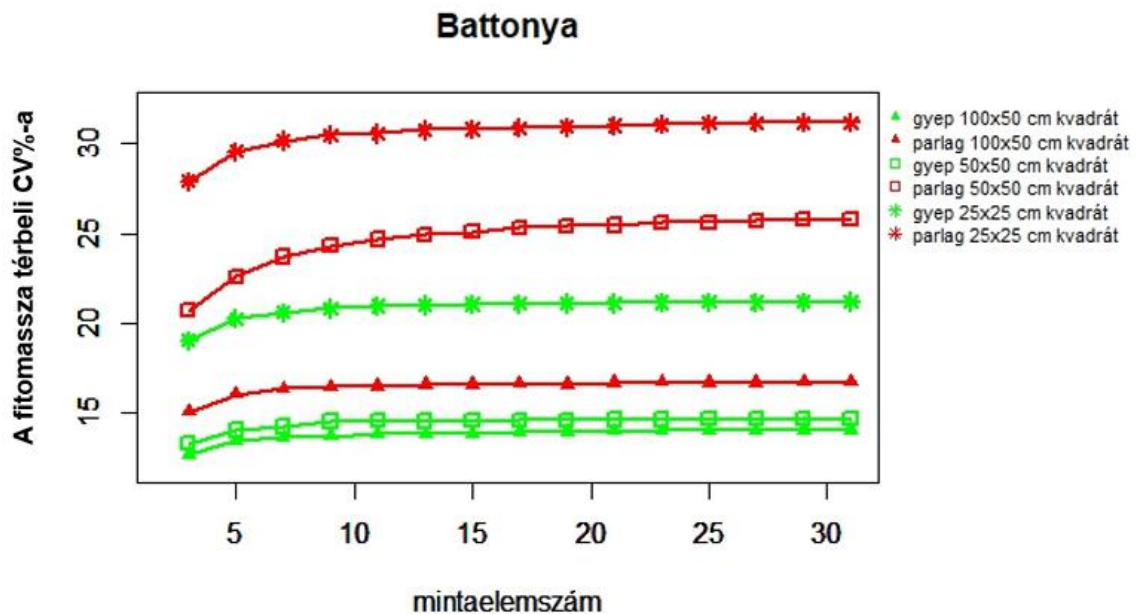
Az elemzés során kapott eredmények alapján láthatjuk, hogy a különböző gyepes esetekben a 60 m hosszú transzszektből hány elemből álló mintát kell vizsgálnunk ahhoz, hogy a fitomassza átlagos mennyiségét, szórását és variációs koefficiensét (CV%) megbízhatóan becsülni tudjuk. Természetesen az ehhez szükséges kvadrátszám függ a vizsgált gyep típus fajgazdagságától, térbeli heterogenitásától, a vegetáció horizontális struktúrájában megjelenő foltmintázat jellemzőitől (pl. a foltok nagysága). Az elvégzett analízisek adataiból olyan görbék szerkeszthetők, melyekről leolvasható, hogy hogyan változott a vizsgált statisztikai mérőszám a mintaelemszám növelésével. Az elkészült ábrákat két, nagymértékben eltérő élőhelytípus (H5a és G1) esetén keresztül mutatom be, a további mintaterületek analíziséből készült grafikonok terjedelmi okok miatt dolgozatomban 1-3. mellékletben kerültek elhelyezésre.



6. ábra. A fitomassza CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a battonyai mintaterületen a 62 kvadrátos mintavételi elrendezés esetén

A 62 elemű mintavételi elrendezés 50x50 cm-es és 25x25 cm-es kvadrátjai egyaránt nagy biztonsággal különítették el a gyepeseket és a parlagokat a fitomassza CV%-a alapján, mert mindkét léptéket vizsgálva a parlagok esetében ez az érték jóval magasabb volt (6. ábra). Ez az elkülönülés bármely mintaelemszámmal számolt minta esetén megmaradt. Ezen görbék általános jellemzője, hogy a mintaelemszámok növelésével kezdetben a CV% értéke növekedést mutat, majd a görbe kisimul, vagyis a variációs koefficiens értéke stabilizálódik. A görbe ellaposodott, vízszintes szakaszában a mintaelemszám növelése nem eredményezte a

variációs koefficiens értékének növekedését. Ennek következtében feltételezhetjük, hogy amennyiben az egyenes szakaszba eső kvadrátszámú mintából végezzük el a variációs mérőszám becslését egy adott léptékben, becslésünk megfelelő pontossággal adja meg annak értékét. A görbék előbbiéhez hasonló lefutásúak voltak a 31 elemű mintavételi elrendezés esetében (7. ábra).

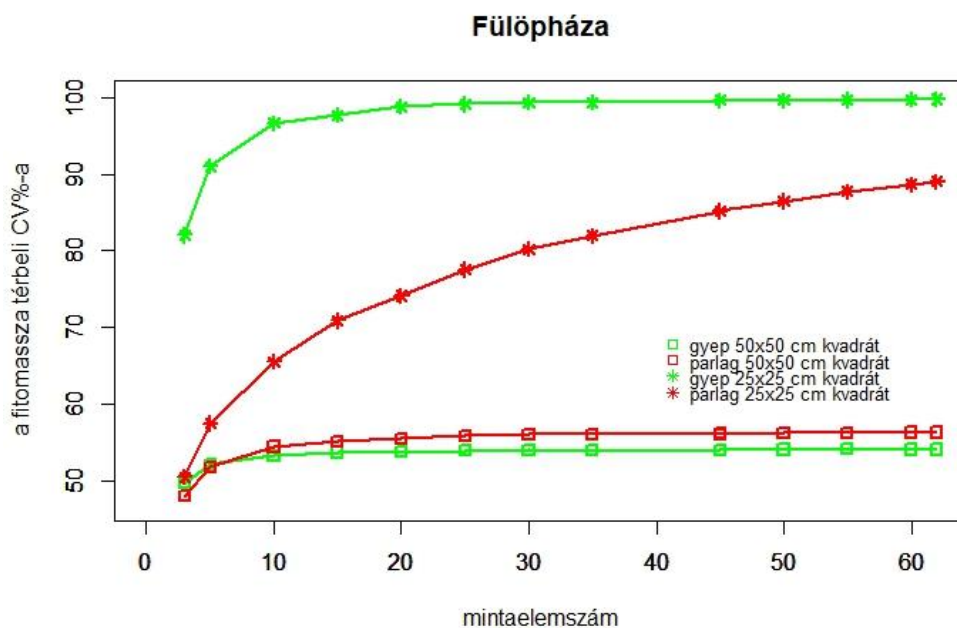


7. ábra. A fitomassza CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a battonyai mintaterületen a 31 kvadrátos mintavételi elrendezés esetén

Ebben a mintavételi elrendezésben a 25x25 cm-es, az 50x50 cm-es és az 50x100 cm-es kvadrátokból álló, különböző mintaelemszámú minták alapján egyaránt elkülönült a gyep és a parlag. Amennyiben a parlagok és a gyepek esetében külön-külön megvizsgáljuk a kvadrátnagyság hatását a CV% értékének nagyságára, láthatjuk, hogy minden esetben (vö. a függelékben található ábrákkal) az 50x100 cm-es kvadrátokból álló transzszektek esetében kaptam a legalacsonyabb variációs koefficiens értékeket, illetve az 50x50 cm-es kvadrátnagysággal vett mintákból számolt variációs koefficiens értékek voltak a második legalacsonyabbak, míg a legmagasabb értékeket a 25x25 cm-es, kisméretű kvadrátok adták. Nem törvényszerű, de nagyon gyakran megfigyelhető különbség az azonos gyeptípusban készített transzszektek esetében, hogy az ugyanabból a léptékből számolt eredmények esetében a felrajzolt görbék alakjában különbség van a gyepek és a parlagok között. A gyepek esetében a görbék kezdeti szakasza kevésbé meredeken emelkedik, illetve hamarabb, kisebb mintaelemszámnál bekövetkezik a CV% stabilizálódása. A parlagok esetében, ha a kezdeti kis mintaelemszámot növelni kezdjük, a mintaelemszám növelésével a CV% a gyepekhez képest meredekebben emelkedik, illetve az érték stabilizálódása jellemzően csak nagyobb mintaelemszámok alkalmazása esetén stabilizálódik. Ez a különbség a gyepek és a parlagok között meglévő horizontális struktúrájukban lévő különbségekkel magyarázható. A gyepek parlagokhoz képest homogénebb szerkezete, a fajok együttélési lehetőségeinek magasabb száma miatt kialakuló finomszemcsés struktúrája következtében az egyes minták között kisebb különbségek vannak a fitomassza mennyiségének tekintetében, így az újonnan mintába kerülő kvadrátok nem okozzák a variációs koefficiens olyan mértékű emelkedését, mint a durva szemcsés, a fajok izolált, vagy egymással csak kismértékben elegyedő foltjai esetében. Ennek következtében – ahogy azt a későbbiekben részletesebben is be fogom mutatni - egy adott

kvadrátnagyság esetében a parlagok esetén jellemzően magasabb, míg a gyepeknél alacsonyabb mintaelemszám elegendő a variációs koefficiens megbízható becsléséhez.

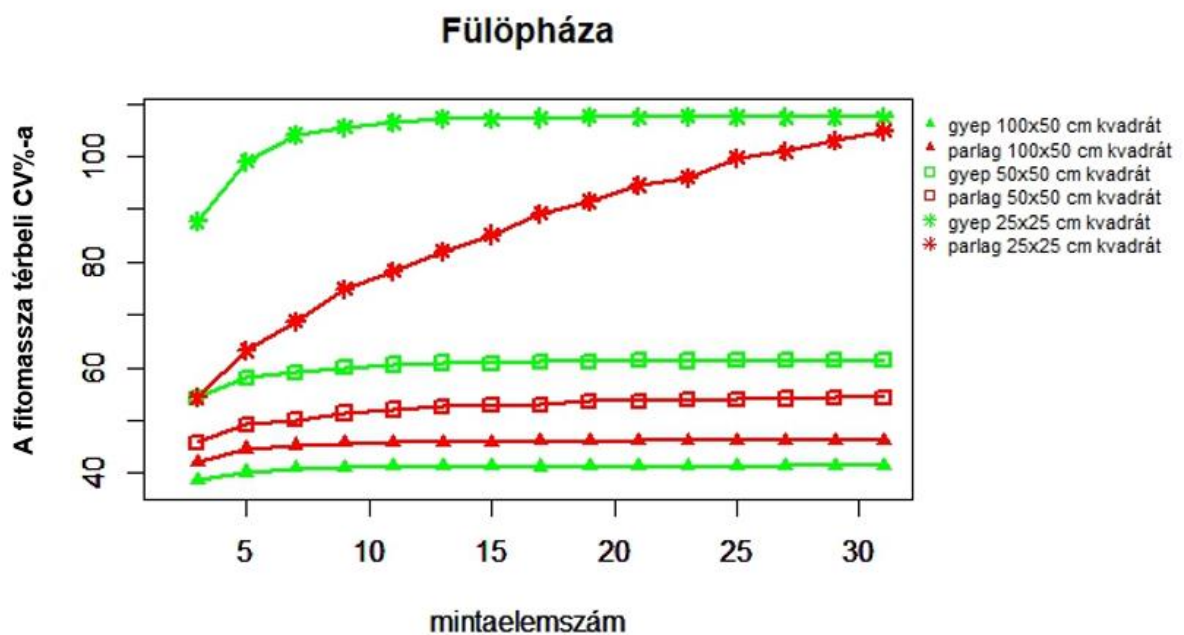
Amennyiben a zárt, természet szerű, jól koordinált szerveződésű gyepeket és a velük analóg, azonban leromlott természetességű parlagokat hasonlítjuk össze egymással, a többi, itt részletesen nem bemutatott, de az 1-3. mellékletben megjelenített mintaterület esetében is általánosíthatóak a fentebb megfogalmazott jellemzők. Ezekről a területektől több szempontól jelentősen eltér a speciális termőhelyen lévő, felnyíló növényzetű homoki gyepek esete, ezért az innen származó eredményeket érdemes röviden áttekintenünk. Ahogy az a 8. ábrán látható, a homoki gyepek az eredmények tekintetében részben kivételt képeznek a többi gyeptípus között.



8. ábra: A fitomassza CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a fülöpházi mintaterületen a 62 kvadratos mintavételi elrendezés esetén

A 62 elemű mintavételi elrendezés eredményeit tanulmányozva látható, hogy az 50x50 cm-es léptékben előfordult olyan kis mintaelemszám, melynek esetében, ha sok ismétlésben veszünk mintát a 60 m hosszú transzszektből, akkor a CV% átlagos értéke a parlag esetében alacsonyabb volt, mint a gyepeknél kapott érték. Ez a különbség hamar kiegyenlítődik, tíz mintából számolt esetben pedig már a parlag CV%-ai voltak magasabbak az összes mintaelemszám esetében. Ebben a gyeptípusban is érvényes megállapítás, hogy a kvadrátméret csökkentésével a variációs koefficiens értéke növekszik. A 25x25cm-es kvadrát esetében érdekes eredményt kaptam, mert a parlag esetében a variációs koefficiens átlagos értékei minden mintaelemszám esetében alacsonyabbak voltak, mint a gyepekéi. Ez a különbség a 31 elemű mintavételi elrendezés esetén is megmarad (9. ábra), illetve ennél az elrendezésnél az 50x50 cm-es kvadrátméret alkalmazásával számított CV% a gyepekben volt a magasabb. A fülöpházi mintaterület esetében az eredmények értelmezéséhez figyelembe kell venni a vizsgált gyeptársulás szerkezetében és termőhelyi adottságaiban jelentkező sajátosságokat. A nyílt homokpusztagyep szerkezetére jellemző, hogy a társulás vázát adó pázsitfűfajok (legnagyobb mennyiségben a *Festuca vaginata* és *Stipa borysthena* megjelenése jellemző) egyedei egymástól kisebb-nagyobb távolságban helyezkednek el, míg az ezek között lévő teret kis termetű egyévesek, elterülő növekedésű törpecserjék és évelő kétszikűek, valamint a fitomassza-mintába nem kerülő

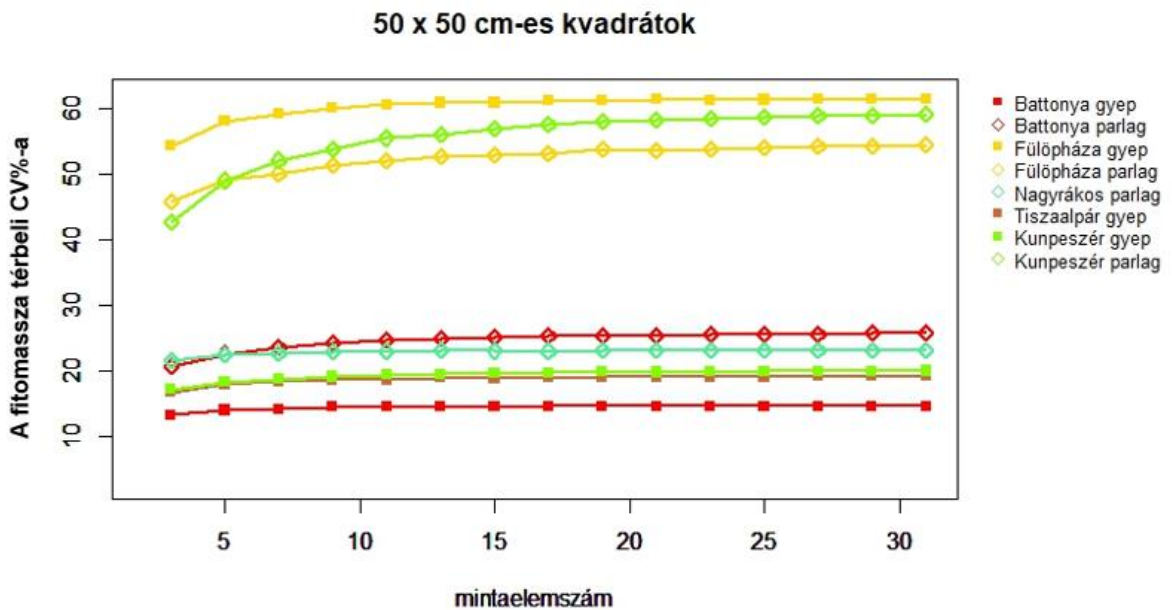
kriptogámok (moha- és zuzmófajok), illetve növényzeti borítással nem fedett homokfelszín töltik ki. Így egy olyan speciális, laza szövetű vegetációstruktúra alakul ki, amely a fitomassza-produkció szempontjából kis léptékek választása esetén nagyfokú variabilitást mutat, így a mintavétel által reprezentált eredmények alakulásában a véletlennek nagyobb szerepe van. A 25x25 cm-es kvadrát ezen küszöbérték alatt van. Ennek eredményeként amennyiben a kvadrát élőlő fücsomóra esett, abban nagy mennyiségű fitomassza került begyűjtésre, míg a csak egyéves fajok által borított kvadrátokban minimális fitomassza volt megtalálható, a növényzettel nem fedett talajfelszínre eső kvadrátokban pedig ez az érték nulla volt. Ennek következtében a legkisebb léptékben a fitomassza variációs koefficiense nagyon magas, azonban a kvadrátméret 50x50 cm-esre növelésével jelentősen csökken a variáció, mert ez a térlépték jobban képes kiegyenlíteni a fitomassza-produkcióban mutatkozó finom térléptékben mérhető nagyságú különbségeit.



9. ábra. A fitomassza térbeli CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a fülöpházi mintaterületen a 31 kvadrátos mintavételi elrendezés esetén

A nyílt homokpusztagyepékénél konszolidáltabb termőhelyen található homoki parlagok esetében a növényzetre kevésbé jellemző az előbbieken bemutatott felnyílt szerkezet, továbbá az ezzel együtt járó fitomassza maximum és minimum pozíciók, ezért itt a kisméretű kvadrátok alkalmazása esetén egyes mintavételi elrendezések a parlagok esetében egyenletesebb fitomassza-produkciót jeleztek. Véleményem szerint ez a dolgozatban bemutatott eredményeim fő mondanivalóját nem befolyásolja, inkább azt a következtetést kell levonnunk, hogy a nyílt homoki gyepék esetében, mint hazánk egyik legszélsőségesebb termőhelyen előforduló és legegységesebb kifejlődésű vegetációtípusa esetében alaposan meg kell gondolnunk, hogy milyen vegetációtípust tekintünk azok leromlott állapotának. A homoki parlagok a jobb termőhelyi tényezők miatt csak korlátozottan tekinthetők ennek. A kérdés megválaszolását nehezíti, hogy a nyílt homokpusztagyepék sovány termőhelyein nem jellemző a mezőgazdasági művelés nyomán létrejövő parlagok kialakulása, mert ezeket a termőhelyeket jellemzően nem vonták szántóföldi művelésbe. Természetesen a nyílt homoki gyepék esetében is működnek leromlási folyamatok, melyek jellemzően finom térléptékben mérhetőek a legpontosabban, azonban ezek a finom térléptékben kivitelezett vizsgálatok nem képezhették részét egy országos léptékű, exploratív vizsgálatnak, így jelen módszertani vizsgálatnak sem. Ezek jövőbeni végrehajtása esetén további megoldást jelenthet a homoki parlagok termőhelyével nagyobb analógiát mutató

természetszerű gyepek állományainak keresése is. Tekintettel arra, hogy ezek a humuszosabb talajú termőhelyek a homokfelszíneken jelentős mezőgazdasági értéket képviselnek, jellemzően művelésben tartják őket, így felkutatásuk nagyobb előkészületet igényel. Amennyiben az általam sok ismétlésben, számos mintavételi helyszínen található standard mintavételi elrendezéssel készített minták görbéit egy grafikonon ábrázoljuk (10. ábra), akkor azok lefutása alapján vizsgálható, hogy az általam használt mintavételi módszer mennyire becsülte stabilan a variációs koefficiens értékét. Ennek alapján megállapítható, hogy az alkalmazott mintaelemszám a CV% becsülésére megfelelő volt.



10. ábra: A fitomassza térbeli CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a módszertani transzszekt esetében a 31 kvadrátos mintavételi elrendezés esetén 50x50 cm léptékben

Az elvégzett elemzés során az egyes ismétlésszámonkénti 5000 random ismétlés során előállt mintákból nem csupán a variációs koefficiens került meghatározásra, hanem a minták átlaga és szórása is. Ezen statisztikai mérőszámok esetében feltehető az a kérdés, hogy hány kvadrátra van szükségünk ahhoz, hogy a fitomassza mennyiségének az összes kvadrátból számolt átlagát, szórását és CV%-át 1 %-os pontossággal megbecsüljük. Ennek eredményeiről ad tájékoztatást a 3. táblázat. A statisztikai mérőszámok között szembetűnő különbség van a szükséges mintaelemszámok tekintetében, ugyanis az átlag becsülésére élőhelytípustól és kvadrátmérettől függetlenül már mindössze 3 minta elegendő, ennél több kvadrát használata már nem eredményez számottevő javulást a becslés pontosságában. A szórás és a variációs koefficiens becsülésére ennél jóval nagyobb mintaelemszámok szükségesek, a szükséges ismétlésszám különbözik az egyes élőhelyek, léptékek között és függ attól, hogy gyeget, vagy parlagot kívánunk vizsgálni. A kvadrátméret esetében nem volt olyan általános, minden mintaterület esetében érvényes szabályszerűség, mely a mintavétel kialakításában döntő szerepet játszana, azonban a 25x25 cm-es kvadrátméret esetén egyes parlagokon (pl. Fülöpháza, Kunpeszér) megemelkedett a szükséges ismétlésszám. A parlagok esetében a fitomassza térbeli CV%-ának becsülésére jellemzően magasabb számú kvadrát volt szükség, mint a jó természetességű gyepek esetében. Ez alól bizonyos léptékekben és mintavételi elrendezésekben előfordulhatnak kivételek, ezek esetén a gyepek esetében szükséges mintaelemszám elégséges volt a parlagok esetében is, és mindössze egy esetben volt szükséges a gyepeknél kevesebb kvadrátszám a parlag esetében a CV% 1%-os becsüléséhez. Jelen esetben amennyiben a 31 elemű mintavételi

elrendezés eredményeit nézzük az 50x50 cm-es kvadrátnagyság esetén, látható, hogy a CV% becsléséhez szükséges mintaelemszám 9 (Nagyrákos – parlag) és 25 (Fülőpháza - parlag) között változik. Tekintettel arra, hogy a terepi mintavétel során alkalmazott kvadrátszámot a nagyobb ismétlésszámú mintavételt igénylő gyepekhez célszerű igazítani, ezt a nagyobb értéket célszerű figyelembe venni. Ennek alapján megállapítható, hogy a 31 kvadrátot tartalmazó standard mintavételi módszer az eddig összegyűlt adatok alapján megfelelő a vizsgálat statisztikai paraméterek 1%-os hibahatárral történő becslésére. Megemlítendő, hogy a táblázatban bemutatott kiértékelést 5%-os hibahatárnak való megfelelésre törekvéssel is elkészítettem, ebben az esetben jelentősen csökkentek a szükséges mintaelemszámok. Ilyen elvárt pontosság mellett a legkisebb szükséges kvadrátszám 5 (Battonya – gyp), a legnagyobb pedig 15 (Kunpeszér – parlag) volt.

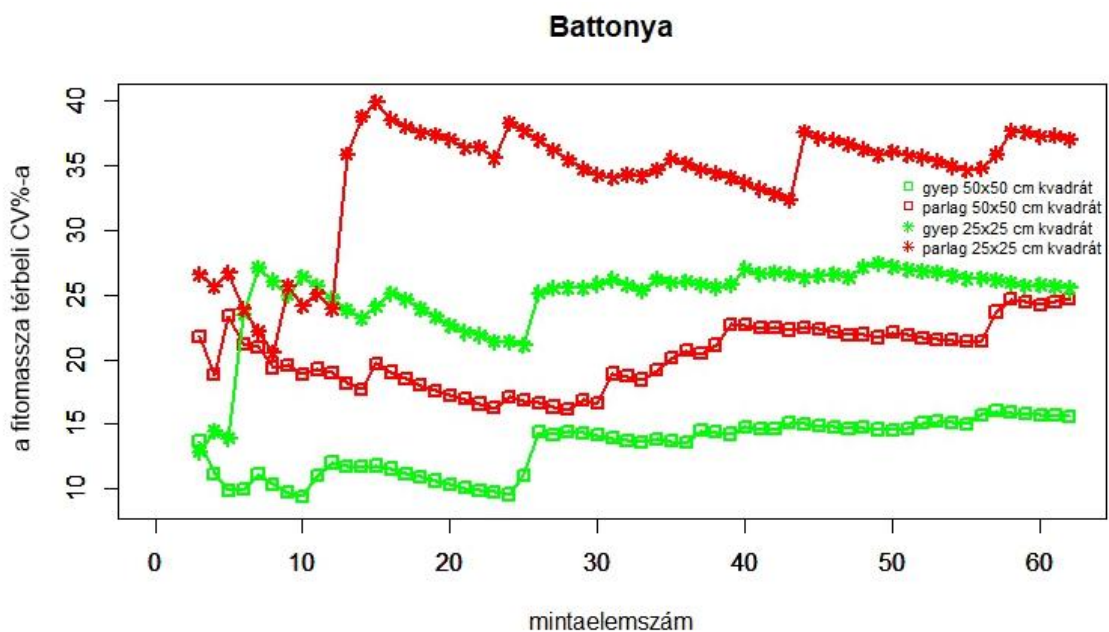
3. táblázat: Az egyes mintavételi elrendezések és kvadrátméretük esetében szükséges mintaelemszámok a fitomassza átlagos mennyiségének, szórásának és CV%-ának becslésére az egyes gyeptípusokban (a standard mintavételi elrendezésre vonatkozó adatok félkövérrel kerültek kiemelésre)

Mintaterület	Típus	Kvadrátméret	62 elemű mintavételi elrendezés			31 elemű mintavételi elrendezés		
			átlag	szórás	CV%	átlag	szórás	CV%
Battonya	gyp	25x25	3	20	15	3	15	13
Battonya	gyp	50x50	3	30	25	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>11</b>
Battonya	gyp	50x100	-	-	-	3	17	17
Battonya	parlag	25x25	3	35	35	3	17	17
Battonya	parlag	50x50	3	35	30	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>23</b>
Battonya	parlag	50x100	-	-	-	3	15	13
Fülőpháza	gyp	25x25	3	35	20	3	19	11
Fülőpháza	gyp	50x50	3	20	15	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>13</b>
Fülőpháza	gyp	50x100	-	-	-	3	17	9
Fülőpháza	parlag	25x25	3	55	60	3	31	31
Fülőpháza	parlag	50x50	3	25	25	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
Fülőpháza	parlag	50x100	-	-	-	3	15	11
Kunpeszér	gyp	25x25	3	30	30	3	13	19
Kunpeszér	gyp	50x50	3	30	45	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>19</b>
Kunpeszér	gyp	50x100	-	-	-	3	17	17
Kunpeszér	parlag	25x25	3	30	45	3	23	23
Kunpeszér	parlag	50x50	3	30	35	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>23</b>
Kunpeszér	parlag	50x100	-	-	-	3	25	25
Nagyrákos	parlag	25x25	3	20	30	3	17	17
Nagyrákos	parlag	50x50	3	15	15	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>9</b>
Nagyrákos	parlag	50x100	-	-	-	3	13	13
Tiszaalpár	gyp	25x25	3	20	20	3	17	13
Tiszaalpár	gyp	50x50	3	20	25	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>19</b>
Tiszaalpár	gyp	50x100	-	-	-	3	13	13

#### 4.1.2. A transzsekt hosszának növelésével változtatott mintaelemszámokkal kapott eredmények

A másik mintaelemszám növelési stratégiával készült elemzés (vagyis amely esetben a transzsekt soron következő kvadrátjait sorban hozzáadjuk a mintához, ezzel a

mintaelemszámot is növeljük, miközben a megmintázott terület kiterjedése is növekszik) eredményeiből hasonló, a fentiekben bemutatott elrendezésű ábrákat készíthetünk. Ezek esetében a felrajzolt görbék kevésbé egyenletes lefutásúak, mint a fenti esetekben, ahogy ez a battonyai mintaterület esetében is látható. Ebben az esetben arról kapunk tájékoztatást, hogy amennyiben egy stabilan tartott kezdőpontból egyre növekvő számú kvadrátból álló mintavételt valósítunk meg, a belépő kvadrátok által leképezett foltmintázatok hogyan változtatják meg az addig foltmintázatok által generált variációs koefficiens értékeket. Annak következtében, hogy a vizsgált gyepek szerveződése nem tökéletesen homogén és ebből adódóan a kvadrátokban mért fitomassza mennyisége sem teljesen egyforma, még a homogénnek minősíthető állományok esetében sem simul ki teljesen a görbe, hanem finom változások még a stabil görbeszakaszokon is vannak.

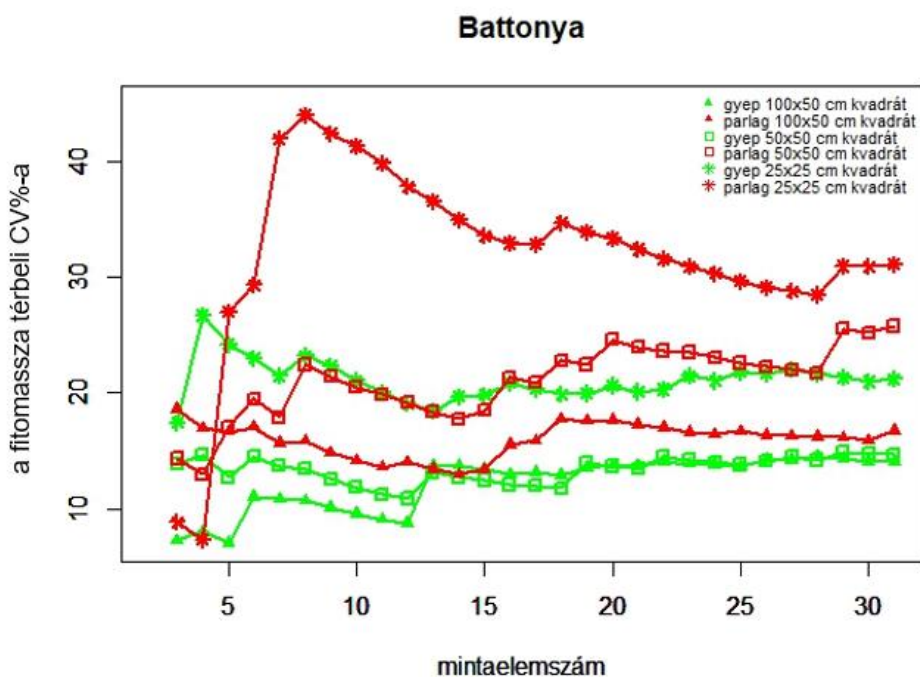


11. ábra: A fitomassza térbeli CV%-ának változása a mintaelemszám és a vizsgált terület növelésével a módszertani transzszekt esetében a 62 kvadrátos mintavételi elrendezés esetén

A battonyai mintaterületen a 62 kvadrátot tartalmazó mintavételi elrendezésben az 50x50 cm-es kvadrátméret esetében a gyepek esetében az egymás melletti pontok kevésbé ugrálnak, mint a parlag esetében (11. ábra). Ez azt jelzi számunkra, hogy a gyepek növényzete homogénebb, finom térléptékben jobban elkevert, kevesebb élesen elkülönülő folthatár található a vegetáció horizontális struktúrájában. A parlagok görbéje ennél diverzebb képet mutat, ez különösen kifejezett a 25x25 cm-es kvadrátméretnél, ahol az újabb kvadrátok belépésekor a transzszekt az előbbtől élesen elhatárolódó foltba ér. A görbén látható ugrások gyakorisága és nagysága tájékoztatást ad a foltok méretéről és különbözőségének mértékéről. Ugyanezek a jellemzők a 31 kvadrátot tartalmazó mintavételi elrendezésben is láthatóak (12. ábra). A további területek adataiból elkészült ábrák a dolgozat 4-7. mellékletében tekinthetőek meg.

A módszertani vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a 60 m-es transzszekthosszon belül a kvadrátokban található fitomassza meglehetősen heterogén térbeli jellemző, azonban a gyepek átlagos fitomassza-mennyiségének becsléséhez már kevés minta is elegendő. A variációs koefficiens méréséhez ennél több kvadrátra van szükség, azonban az általam javasolt 31 minta nagy pontossággal becsülte ezt a jellemzőt a vizsgált gyeptársulásokban. A kvadrátméret növelése során az egyes állományokban a CV% értéke csökkent, a parlagok esetében a homoki parlagok kivételével magasabb volt, mint az azokkal párba állítható gyepek esetében.





12. ábra. A fitomassza CV%-ának változása a mintaelemszám és a vizsgált terület növelésével a módszertani transzszektek esetében a 31 kvadrátos mintavételi elrendezés esetén

#### 4.2. A normalitásvizsgálat eredményei

Feltételezhető, hogy a társulásszinten koordináltabb gyepek fitomassza-mintái normáloszlást követnek, vagyis a legtöbb érték az átlag körül koncentrálódik, emellett kiugró értékek a vizsgált változó tekintetében ritkábban fordulnak elő. A felvett transzszektek fitomassza-mintáinak tömege a legtöbb esetben a Shapiro-teszt alapján normál eloszlást követett (az erre vonatkozó transzszektek szintű eredményeket a 8. melléklet tartalmazza). Az egyes élőhelytípusok természetközeli gyepek és parlag állományai eloszlásának jellemzőit a gyepek és a parlagok esetében a 4. táblázat mutatja be.

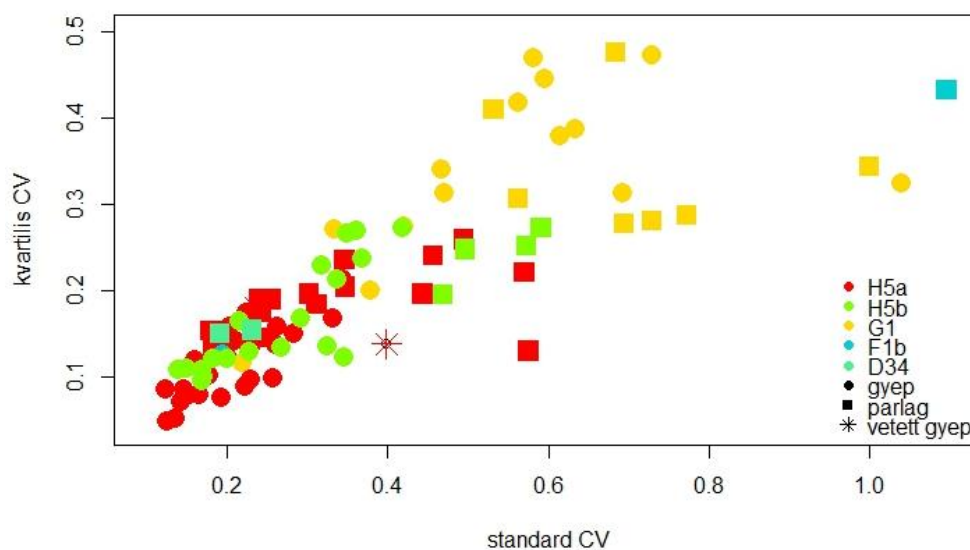
4. táblázat: A normáloszlást követő és nem követő transzszektek száma a vizsgált élőhelytípusok természetközeli állapotú és parlag állományaiban a Shapiro-teszt alapján

Élőhelytípus	Normáloszlást követ	Nem normáloszlást követ	Összesen
Löszgyepek és kötött talajú sztyeprétek (H5a)	39	7	46
H5a helyén lévő parlag	7	9	16
Homoki sztyeprét (H5b)	13	9	22
H5b helyén lévő parlag	0	6	6
Nyílt homokpusztagyep (G1)	5	11	16
G1 helyén lévő parlag	0	9	9
Cickórós puszták (F1b)	0	1	1
F1b helyén lévő parlag	0	1	1
Mocsárrét (D34)	2	0	2

Az eredmények alapján a leggyakrabban normáloszlást követő minták a löszgyepekből kerültek ki. Ezek esetében a vegetáció borítása egyenletes, a gyepek horizontális szerkezetében nem jelennek meg nagyon nagy méretű egyedek és az ezek okozta fitomasszacúcsok, továbbá a gyérből növényzet okozta fitomassza minimumok. Ugyanez a hatás érvényesül a nagyrákosi mocsárrét esetében is. A sztyepprétek esetében a többi magas növényborítású gyepekhez képest magasabb arányban találunk nem normál eloszlást követő adatsorokat. Ennek oka a sztyepprétek vegetációs szerkezetében keresendő, a társulásalkotó nagy méretű *Chrysopogon* tövek nagyobb valószínűséggel produkálnak fitomasszacúcsokat és ha a közöttük lévő teret nem töltik ki a szubordinált fajok, bizonyos pozíciókban fitomassza minimumok alakulnak ki. A nyílt homokpusztagyeppek és azok parlagjai esetében szintén a térben foltos vegetációs szerkezet okoz fitomasszacúcsokat, illetve minimumokat, melyek meglete esetén nem lesz normáloszlású az adatsor. Az egyes növényfajokból felépülő kompozicionális elemek hatását a fitomassza mennyiségének alakulására a 4.8. fejezetben mutatom be néhány szemléletes eset vizsgálatán keresztül.

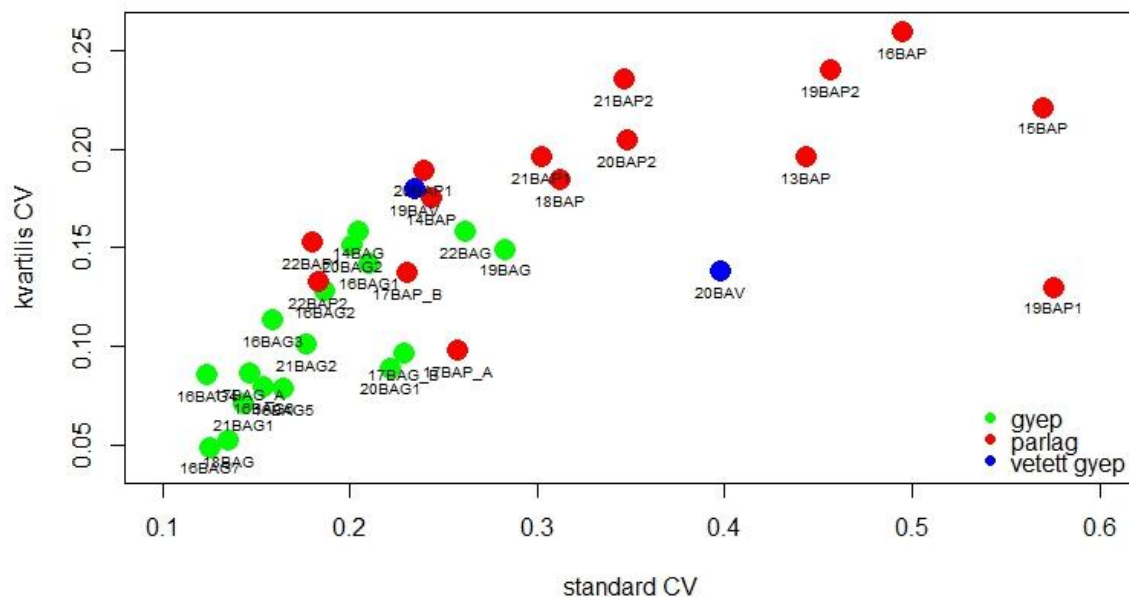
### 4.3. A standard és kvartilis CV elemzésével kapott eredmények összehasonlítása

Amennyiben a fitomassza adatok interkvartilis terjedelméből számolt CV-t ábrázoljuk a standard CV függvényében, a 13. ábrán látható összefüggést kapjuk. Abban az esetben, ha a standard CV értéke alacsony (és az eloszlás normális vagy ahhoz nagyon közelít), akkor a kvartilis CV előbbihez hasonló értéket ad. Ebben a tartományban a kvartilis CV értéke szűk tartományon belül mozog. Ennek oka, hogy a homogén gyepekben az alsó és a felső kvartilisbe kerülő adatok sem térnek el igazán a többi értéktől, hiszen ezek mindegyike az átlaghoz viszonylag közel helyezkedik el. Ennek következtében az adatok kihagyása nem befolyásolja lényegesen az eredményeket. A magasabb standard CV értékek esetén megnő az adatok átlag körüli szóródása és a kiugró értékek hatása (ez a normális eloszlástól erősen eltérő fitomassza eloszlásokra volt jellemző). Ezzel párhuzamosan láthatjuk, hogy azonos standard CV érték esetén a kvartilis CV értéke is többféleképpen alakulhat, ahogy ezt jól megfigyelhetjük amikor a standard CV 0,6 értéket vesz fel. Az, hogy ettől mennyire tér el a kvartilis CV, a vegetáció strukturális és kompozicionális szerkezetével összefüggő jelenség.



13. ábra. A kvartilis CV és a standard CV összefüggése az egyes élőhelyek esetében

A löszgyepek esetében az alapvetően homogén állományban, néhány, az alsó vagy a felső kvartilisbe tartozó adat emeli meg a standard CV értékét, ezek elhagyása esetén a kvartilis CV visszaesik. Azokban az esetekben, ahol a vegetáció sok, az átlagtól messze eső adatot tartalmaz és ezek az interkvartilis tartományban is megtalálhatóak, az elhagyott adatok csökkentik ugyan a kvartilis CV értékét, de az továbbra is emelkedett marad. Minél erősebb az alsó és a felső kvartilisbe eső adatok kiugró jellege, annál nagyobb lesz a két CV számítási mód közötti különbség. A fenti ábrán a zártabb gyepektől elkülönülnek a nyílt homoki gyepek adatpontjai, ezek esetében nagyobb a két CV érték közötti különbség.



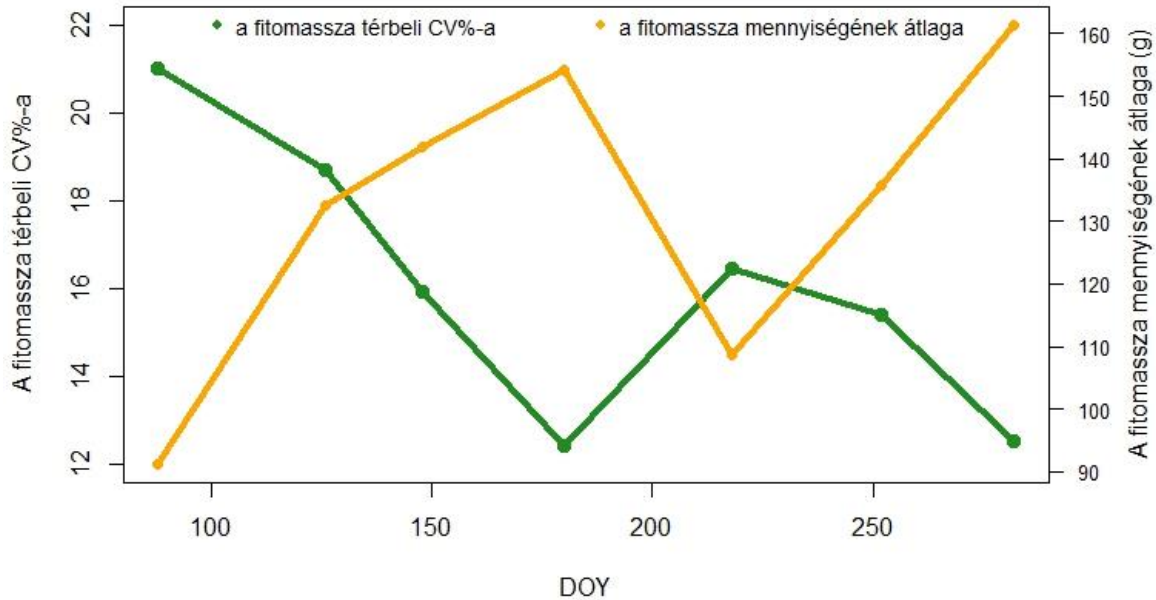
14. ábra. A kvartilis CV és a standard CV összefüggése a battonyai mintaterületen. Az adatpontok melletti feliratok a transzszektek azonosítóit jelölik.

A 14. ábrán látható fontos jellemző, hogy egy adott mintavételi helyszín (esetünkben Battonya) vonatkozásában a természetközeli állapotú gyepek és a parlagok mindkét CV mutató felhasználásával elég jól elkülönülnek egymástól.

#### 4.4. A fitomassza szezonális dinamikájának vizsgálatával kapcsolatos eredmények

Az egyes vegetációtípusok esetében a vegetációs időszak során a növényzet, igazodva az egyes fajok fenológiai ciklusaihoz, folyamatosan átalakulásban van. Ez a hatás egyaránt érvényesül az egyes mintavételek idején megtalálható fajkészlet váltakozásában (pl. kora tavaszi egyéves fajok időszakos aktivitása, majd eltűnése) illetve a területen található fitomassza mennyiségében. Amennyiben a fitomassza térbeli variációs koefficiensét egy, az ökoszisztéma működését jellemző indikátorként kívánjuk alkalmazni, figyelembe kell vennünk ezen tenyészedőszak alatt jelentkező hatásokat. Az általam fejlesztett mintavételi módszerrel különböző állományok működését kívánom jellemezni, azonban az ilyen jellegű összehasonlítások esetén minden esetben meg kell határoznunk azt az összehasonlítási alapot, melyhez az egyes viszonyítási alapok történnek. Ez a feladat különösen fontos és bonyolult lehet egy olyan dinamikusan változó paraméter esetében, mint a gyepek adott pillanatban mérhető fitomassza produkcióját jellemző mérőszámok, jelen esetben a térbeli variációs koefficiens. Amennyiben egy ábrán vizsgáljuk az egyes hónapokban készült transzszektek átlagos fitomassza mennyiségét és térbeli variációs koefficiensét, láthatjuk, hogy a két változó

értékei ellentétesen változnak a vegetációs időszak során, azokban az időszakokban amikor a fitomassza mennyisége növekszik, a CV% értéke csökkenő tendenciát mutat (15. ábra).



15. ábra. A transzszektekben, 50x50 cm-es léptékben mért átlagos fitomassza és annak térbeli variációs koefficiense az egyes mintavételi időpontokban a battonyai mintaterületen. Az x tengelyen a DOY („day of the year”) a mintavétel időpontját jelöli

A CV% értéke június végére eléri a minimumát, amely a fitomassza nyári maximumával esik egybe. Ezt követően a fitomassza mennyisége csökkenni, a variációs koefficiens értéke pedig növekedni kezd, ennek következtében augusztusban egy újabb csúcs volt megfigyelhető a CV% értékében, amely azonban alacsonyabb volt, mint a tavaszi időszakban megfigyelhető magas érték. Ezt követően a variációs koefficiens értéke a fitomassza mennyiségének növekedésével ismételen csökkenni kezd, míg októberben a június végi, július eleji mélypontra süllyed.

A fenti ábrát szemlélve egyértelműen megállapítható, hogy a fitomassza mennyisége térbeli variációs koefficiensének jelentős, a területen lévő fitomassza mennyiségével összefüggő szezonális dinamikája van. A tavaszi időszakban, amikor a gyep még fenológiai optimumán kívül van, még nem alakultak ki a társulásra jellemző növényzeti struktúrák, melyek a vegetációs időszakban többé-kevésbé az egész év folyamán jelen vannak. Ezen szerkezeti elemek esetében meghatározó szerepe van az élőlő fajok által alkotott mátrixnak, amely fontos szerepet játszik a fitomassza térbeli variációjának stabilizálásban. Emiatt a kora tavaszi időszakban átmenetileg megnő a hatása a fenológiai éppén aktív szubordinált fajoknak, melyek kevésbé hatékonyan egyenlítik ki a fitomassza térbeli variációját. Ezt jól ellenőrizhetjük, ha a szezonális dinamika tanulmányozása céljából készített transzszektek esetében az egyes transzszektekben található fajok borítását havonként átlagoljuk és megvizsgáljuk, majd a leggyakoribb átlagos borítást adó faj (ez minden hónapban a *Festuca valesiaca* volt) hogyan korrelál a fitomassza térbeli variációs koefficiensével. Amennyiben ezt elvégezzük, láthatjuk, hogy a *Festuca valesiaca* átlagos borításai és a transzszektek fitomasszájának variációs koefficiensai között a Pearson-féle korrelációs együttható értéke -0,81 ( $p = 0,02$ ). Ez mutatja számunkra, hogy a *Festuca valesiaca*, mint a löszgyep egyik

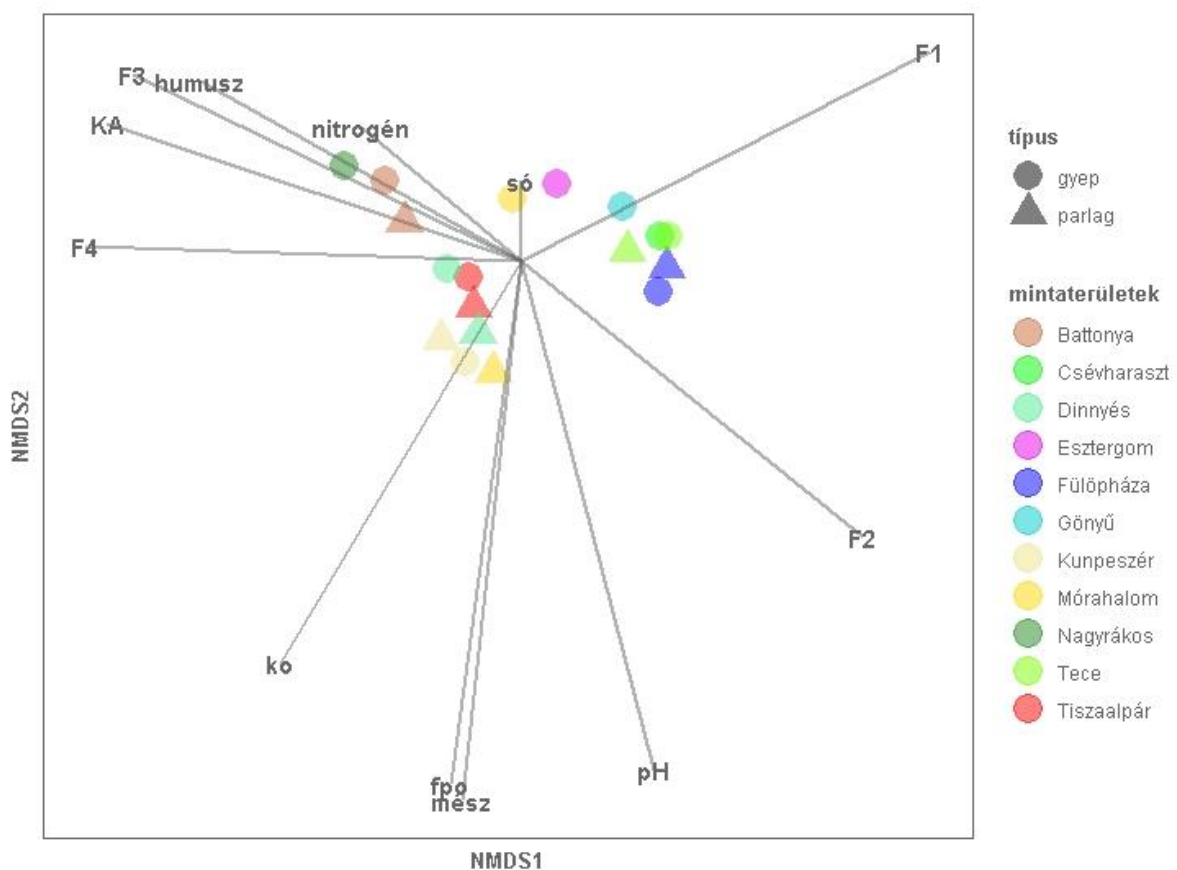
vázfajának mennyisége mennyire meghatározó hatást gyakorolhat a térbeli CV% értékének alakulására. Érdekesképpen megemlíthető, hogy amennyiben a *Festuca* borításértékeihez hozzáadjuk a havi rendszerességgel felvett transzszektek második legnagyobb átlagos borítást elérő faj által képzett borításokat (ez áprilisban a *Poa angustifolia*, a többi hónapban pedig a *Teucrium chamaedrys* volt), akkor a korrelációs együttható értéke csak igen kis mértékben javul (Pearson-féle korrelációs együttható = -0,85, p = 0,01). Amennyiben a három legnagyobb átlagborítást adó faj borításait összegezzük az egyes hónapokban, ez már nem jár a korrelációs együttható értékének növekedésével. (Itt kell megemlíteni, hogy természetesen a térbeli variációs koefficiens értékének alakításában a fajok borításának alakulásán túl ugyanolyan hangsúlyosan esik latba azok kompozicionális elrendeződése is az erre vonatkozó értékelést a 4.8. fejezetben láthatjuk.)

Az ebben a fejezetben bemutatott, a fitomassza térbeli variációs koefficiensének szezonális dinamikájára vonatkozó ábra legfontosabb tanulsága, hogy a CV% értékének minimuma a gyep fenológiai optimumának idején következik be. Ekkora egyrészt a domináns fajok megfelelően kialakították a társulásra jellemző struktúrákat, másrészt a kísérő fajok is ebben az időben jelennek meg a legnagyobb mennyiségben. Minél több faj jelenik meg a gyep szerkezetében nagy mennyiségben, vagyis társulásalkotó minőségben, annál inkább fontossá válik, hogy az erőforrások hatékony kihasználásának érdekében az egyes fajok egyedeinek törekednie kell a tér minél egyenletesebb kitöltésére. Ezáltal az állomány egyre strukturáltabbá válik és eközben a sok faj részvételével kialakul egy csúcs az átlagos fitomassza mennyiségében. Minden olyan esetben, amikor a környezeti limitáció erősödik, az optimális állapothoz képest kevésbé telítődik az állomány fajokkal és az azok fitomasszájával. Ilyen esetekben felerősödik a helyi limitációk hatása és az ennek következtében bekövetkező felnyílás maga után vonja a fitomassza térbeli variációjának növekedését. Ilyen esetekre lehet példa a tavaszi időszak, melynek során a vázképző fajok, illetve a nagyobb mennyiségben megjelenő kísérőfajok (Battonya esetében elsősorban a *Festuca valesiaca*) még nem hajtottak ki a gyeptársulás optimumára jellemző mennyiségben, továbbá a nyár közepén jelentkező aszályok okozta gyeptársulás kiélezés, amikor a növényfajok egyedei nagy mennyiségben elszáradnak, így a gyep felnyílik. Az eddigi gyepgazdálkodási gyakorlat szerint a fitomassza mennyiségének becslését a gyep legnagyobb hozamának idején végzik el. Eredményeim alapján emellett feltételezhetjük, hogy a fitomassza térbeli variabilitásának becslésére is ez a legmegfelelőbb időpont. Ez Battonya esetében június közepe és július eleje között következik be, ezen időpont előtt és ezen időpont után felülbecsüljük a vizsgált változó értékét, ami az évek közötti, vagy az egyes állományok összehasonlításakor nem kedvező. Természetesen az itt bemutatott dinamika egy év adataiból származik, valószínűleg az időjárási tényezők évek közötti eltéréseinek megfelelően bizonyos mértékben az évek között is lehet variáció ugyanazon állomány esetében is. Ezen túlmenően az egyes élőhelytípusokra jellemző fenológiai sajátosságoknak megfelelően más gyeptársulások esetében ez a fitomassza csúcs és CV% minimum eltérő időpontban következhet be, mint az itt példaként bemutatott battonyai löszgyep esetében. Azért, hogy megismerjük az egyes gyeses élőhelyeken talált fitomassza térbeli variációs koefficiensének szezonális dinamikáját, további alapozó vizsgálatokra van szükség.

Az eddigi eredmények alapján valószínűsíthető, hogy tekintettel arra, hogy minden évben nem lehetséges a teljes szezonális dinamika vizsgálata, a CV% becslését abban az időszakban javasolt elvégezni, amikor a gyep maximális kifejlődésének állapotában van. A mezőgazdasági gyakorlat szerint ez az időszak a domináns fűfaj virágzatainak kifejlődése és a portokok megjelenése közötti intervallumot jelenti.

#### 4.5. A talajvizsgálatok eredményei

A talajadatokból készült ordinációs ábrán a mórachalmi mintaterület kivételével az egyes mintavételi helyeken vett minták egymás közelében helyezkedtek el, függetlenül attól, hogy az adott talajminta gyeppen vagy az ahhoz tartozó parlagon került begyűjtésre. Az ordinációs térben (16. ábra) jól elkülönülő csoportot alkotnak a szerkezet nélküli homok váztalajokon lévő mintavételi helyszínek (Fülöpháza, Csévharaszt, Gönyű, Tece). Hasonlóképpen egy helyen megjelenő pontpárost alkotnak a lösz alapkőzeten kialakult csernozjom talajok (battonyai területek), valamint elszigetelten jelenik meg a szintén löszön kialakult, de meredek kitérítésben lévő, ezért sekélyebb termőrétegű esztergomi mintaterület talaja és a nagyrákosi mocsárrét alatt található talajtípus. Egymáshoz közelebb helyezkedtek el a mélyebb fekvésű, teljesen sík és a talajvízszinthez közel fekvő réti talajok (Dinnyés, Tiszaalpár), melyek esetében a tavaszi időszakban a talajvíz huzamosabb keresztül megállhat a felszínen, illetve a legmélyebb területrészekben a növényzet fajösszetételében enyhe szikesedésre utaló fajok fordulnak elő. Ezen mintaterületek pontjai közelében helyezkednek el a kunpeszéri mintaterületről származó, illetve a mórachalmi parlagon gyűjtött talajminták. A pontfelhő mintázatának elhelyezkedésére legnagyobb hatással a talajok fizikai tulajdonságaira utaló szemcseméret eloszlás és az Arany-féle kötöttségi szám volt. Emellett szintén jelentősek voltak a tápanyagtartalommal kapcsolatos mért változók (humusz-, nitrogén-, kálium- és foszfortartalom).



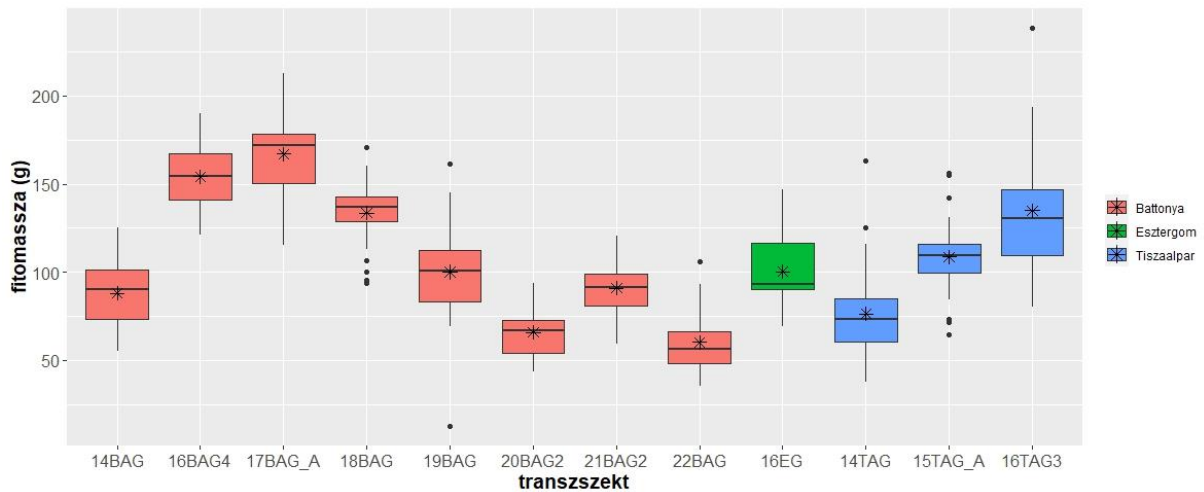
16. ábra. A talajparaméterek ordinációjának eredményei (F1: >0,25 mm [m/m%] szemcseméret; F2: 0,25-0,05 mm [m/m%] szemcseméret; F3: 0,05-0,02 mm [m/m%] szemcseméret; F4: leiszapolható rész (<0,02 mm) [m/m%]; humusz: humusztartalom [m/m%]; fpo: foszfor-pentoxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]; KA: Arany-féle kötöttség; kő: Kálium-oxid (ammónium-laktát oldható) [mg/kg légsz.a.]; mész: szénsavas mész [m/m%] nitrogén: nitrogén-nitrit+nitrát (kálium-klorid oldható) [mg/kg légsz.a.]; pH: pH (H<sub>2</sub>O 1:2,5) [-]; só: vízben oldható összes só [m/m%])

Az egyes mintaterületek esetében külön kiértékelésre kerültek a gyepek és a parlagok termőhelyi jellemzőiben mutatkozó különbségek. A talajvizsgálatok eredményei az 1. táblázatban kerültek összefoglalásra. Az Arany-féle kötöttségi számban a homokon kialakult váztalajok esetében nem mutatkozott különbség, megjegyzendő, hogy az összes ilyen jellegű homoki termőhely esetében (Fülöpháza, Tece, Csévharaszt, Gönyű) ugyanolyan értéket vett fel a vizsgált változó. Minden más mintaterület esetében a parlagon mérhető értékek alacsonyabbak voltak a gyepek értékeinél. A sótartalom tekintetében nem jelentek jelentős eltérések. A mésztartalom tekintetében sem voltak tendenciózus különbségek, azonban a mórhalmi és a kunpeszéri területek esetében a parlagok mészben gazdagabbnak bizonyultak. A humusztartalom tekintetében a parlagok jellemzően alacsonyabb értékekkel rendelkeztek, ennek feltehetőleg oka, hogy a talajművelés során a feltalajban raktározott humuszréteg átkeverésre került az alsóbb talajrétegekkel. A nitrogéntartalomban mutatkozó különbségek nem voltak köthetőek egyik természetességi állapothoz sem. A foszfortartalomban Fülöpháza kivételével a parlagokon mutatkozott nagyobb érték, ez a különbség esetlegesen a múltbéli mezőgazdasági tápanyagpótlás hatása lehet. A szemcseméret eloszlásban nem mutatkoztak olyan különbségek, melyek a talajok tulajdonságait oly módon változtatná meg, hogy a gyepek és parlagok vegetációfejlődési szempontból meghatározó tulajdonságainak jelentős eltérését okozná. A fent részletezett vizsgálati eredmények, valamint az azonos gyeptípushoz tartozó parlagok és a gyepek ordinációs térben való hasonló leképeződése alapján feltételezhető, hogy az egyes mintaterületek esetében a parlagok és a gyepek között talált különbségek nem következnek egyenesen a korábbi tájhasználat talajalakító, termőhelymódosító hatásából és nem vezethetők le pusztán az élettelen környezeti paraméterek különbségeiből, hanem azok megértéséhez a biocönózis jellemzőinek vizsgálata is szükséges.

#### **4.6. A fitomassza mennyiségének alakulása az egyes élőhelytípusokban**

A dolgozat alapját képező terepi adatgyűjtés során számos élőhelyen, egyes élőhelyek esetén pedig több mintavételi helyszínen gyűjtöttem adatokat a gyepek fitomasszájának térbeli alakulásáról. Ennek során egyes vizsgálati helyszíneken 10 évet felölelő adatsor gyűlt össze, az ezen idő alatt elkészült 87 transzszekt segítségével áttekintést kaphatunk a különböző élőhelytípusok, valamint az azok helyén lévő parlagok fitomasszájának térbeli variabilitásáról, az ezekre vonatkozó adatokat terjedelmi okokból a 9. mellékletben mutatom be. Az összegyűjtött adatok alapján kijelenthetjük, hogy a téma tekintetében az egyes élőhelytípusok jelentősen különbözhetnek egymástól, illetve az egyes élőhelytípusokon belül is mutathatnak eltéréseket az azonos években, de eltérő helyszínen készült transzszekttek, sőt az egyes mintavételi helyszínek esetében is mutatkoznak különbségek az egyes évek között.

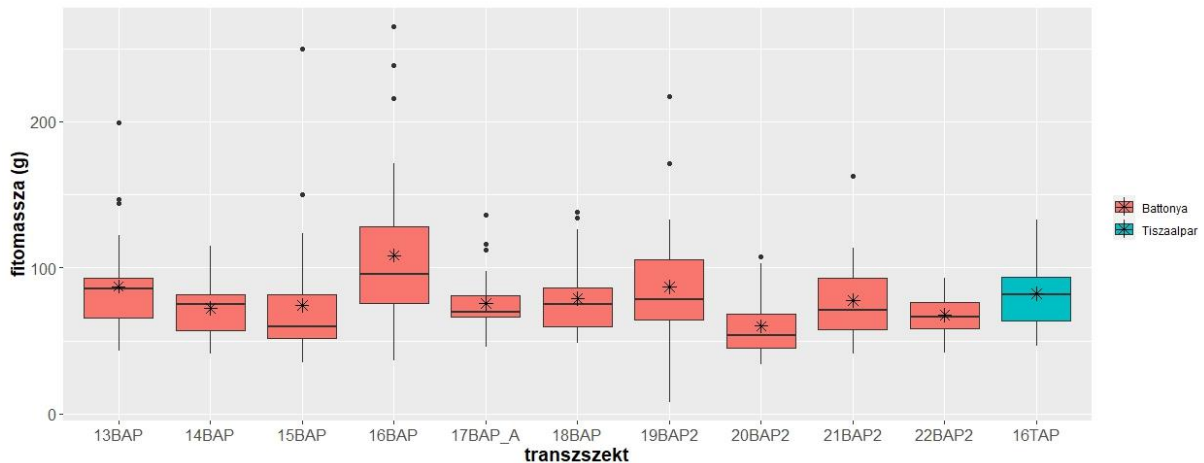
A **lőszgyepek és kötött talajú sztyepprétek (H5a)** esetében (17. ábra) a legnagyobb fitomassza értékek a battonyai mintaterületen adódtak. Ezen mintaterület esetében rendelkezésre állt megfelelő mennyiségű időbeli ismétlés annak érdekében, hogy megvizsgáljam a különböző intervallumokban mért csapadékösszegek és a fitomassza mennyiségének kapcsolatát. Az erre vonatkozó elemzést a 4.10. fejezet részleteiben tartalmazza, azonban a lent látható 7. ábra kapcsán érdemes megemlíteni, hogy a fitomassza mennyisége és az éves csapadékösszegek között szinkron kapcsolat mutatkozott. Ennek megfelelően a legcsapadékosabb években 2016-ban (16BAG4) és 2017-ben (17BAG\_A) volt a legmagasabb a fitomassza mennyisége. Bár a tiszalparti mintaterület esetében ez a kapcsolat a kevesebb időbeli ismétlés miatt nem került részleteiben megvizsgálásra, látható, hogy a fitomassza mennyisége a vizsgált években szintén 2016-ban volt a legnagyobb. Ezen eltéréseket a finom termőhelyi különbségek, illetve az egyes területek közötti csapadékmennyiségben megnyilvánuló különbségek okozhatják.



17. ábra. Az 50x50 cm-es kvadrátok fitomasszájának alakulása a H5a élőhelytípus esetében az egyes transzszektokban (a boxplotokon a csillag a mintákból számolt átlagot jelzi)

A boxplotok alapján következtetéseket vonhatunk le az egyes transzszektok fitomassza mennyiségének eloszlásáról is. A legszimmetrikusabb eloszlást a 16BAG4 jelű transzszekt mutatta, míg a 2017-ben felvett transzszekt (17BAG\_A) esetében az eloszlás kissé balra ferde volt, vagyis a fitomasszaminták között nagyobb gyakorisággal fordultak elő nagyobb tömegű minták. Tekintettel arra, hogy a mintavételt megelőző 12 havi csapadékösszegeket tekintve ez az év volt a legcsapadékosabb, ez az eltolódás feltehetően a több csapadék gyep növekedésére gyakorolt kedvező hatásával magyarázható. 2018-ban (18BAG) a minták tömegének nagy része a középértékek körül csoportosult, így egy csúcsosabb eloszlás alakult ki, néhány kiugró értékkel. Megjegyzendő, hogy a battonyai minták esetében összességében kevéssé volt jellemző a kiugró értékek megjelenése, míg a tiszalpäri gyepben a három vizsgált évből kettőből megjelentek ezek a középértékektől távol eső értékek. A battonyai gyep esetében ebből a fitomassza mennyiség térbeli variációjának magasabb szintű koordináltságára következtethetünk. Az esztergomi állomány (16EG) esetében az eloszlás jobbra ferde volt, vagyis többségben voltak a kisebb és közepes tömegű minták az eloszlásban. Tekintettel arra, hogy csak egy mintavétel történt ebben az állományban, a rendelkezésünkre álló adatok alapján nem dönthető el teljes bizonyossággal, hogy ez az eloszlás az adott területre állandóan jellemző termőhelyi tényezők, vagy az adott év csapadékviszonyai alakították-e ki.

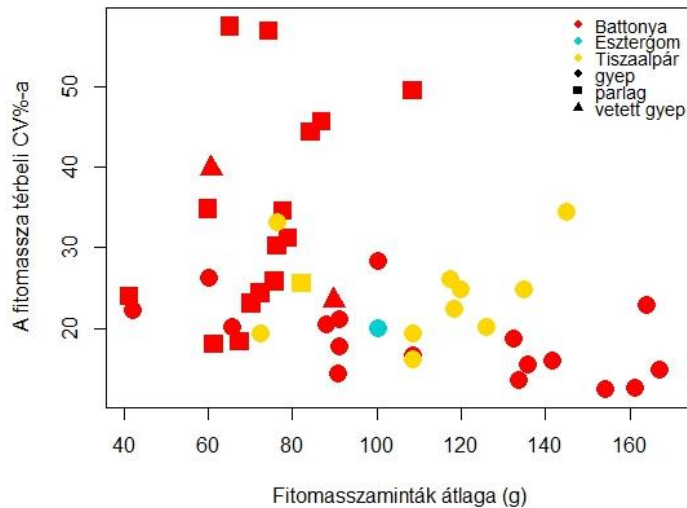




18. ábra. Az 50x50 cm-es kvadrátok fitomasszájának alakulása a H5a termőhelyén lévő parlagok esetében az egyes transzszektokban (a boxplotokon a csillag a mintákból számolt átlagot jelzi)

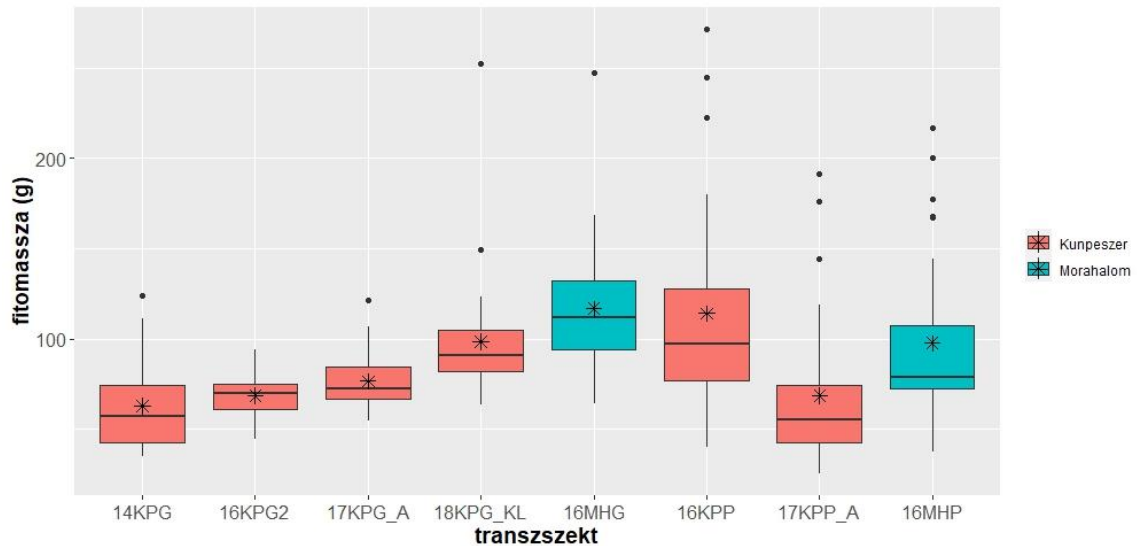
A parlagok esetében (18. ábra) az egyes transzszektok esetében a fitomassza átlaga az egyes évek között némileg változott ugyan, azonban e tekintetben nagyon nagy különbségek nem adódtak. Annál érdekesebb eltérések vannak a minták eloszlásában, melyek jól mutatják az egyes szukcessziós stádiumokra jellemző növényzet hatását a fitomassza mennyiségére és térbeli eloszlására. 2013-ban a négyéves állomány (13BAP) jobbra ferde az eloszlás, többségében vannak a kisebb tömegű minták, ezek fitomasszáját a szukcesszió elejére jellemző fajok adták. 2014-ben (14BAP) igen jelentős volt a *Bromus sterilis* fitomasszája a mintavételi egységekben, amely viszonylag kiegyenlíti a fitomassza térbeli eloszlását, ennek köszönhetően a közepes értékek gyakorisága nő meg az eloszlásban. 2015-re (15BAP) a *Bromus* hirtelen és jelentősen visszaszorult, a növényzet kiritkult és a kvadrátokban lévő fitomassza mennyisége lecsökkent, melynek következtében az eloszlás kifejezetten jobbra ferde lett. Az egyes fajok által meghatározott vegetációfejlődési események többször módosították az eloszlás jellegét, 2020-tól kezdve egyre szimmetrikusabb az eloszlás, a 2022-es évben (22BAP2) a felhagyás utáni tizenharmadik évben pedig már nagyon szép szimmetriát láthatunk. A tiszalpari parlag (16TAP) a szukcesszió hetedik évében már egy szimmetrikusabb eloszlást mutat.

Amennyiben a fitomassza térbeli variációs koefficiensét ábrázoljuk a fitomasszaminták átlagos tömegének függvényében (19. ábra) az egyes transzszektok esetében, néhány kiugró értéktől eltekintve megállapítható, hogy a nagyobb fitomasszaértékek esetében annak térbeli CV%-a alacsony marad. Ez az összefüggés leginkább a nagyon jó termőhelyi feltételek mellett kialakult és kiemelkedően jó természetességű battonyai állomány esetében kifejezett. A tiszalpari terület esetében is feltételezhető ez az összefüggés, azonban ez esetben az kevésbé kifejezett, illetve ezen a területen a legmagasabb fitomasszájú transzszekt CV%-a is magas volt. Annak eldöntésére, hogy ez kiugró értéknek minősíthető-e, illetve, hogy a két változó közötti összefüggés mennyire erős ezen a területen, további adatgyűjtésre van szükség. A battonyai parlagok esetében ez az összefüggés nem rajzolódik ki, ennek valószínűsíthető oka, hogy az itt zajló a szukcesszió során néhány évente egymástól nagyon eltérő tulajdonságokkal jellemezhető növényfajok alkotják a vegetáció egyes foltjait (*Cirsium arvense* fázis és *Bromus sterilis* fázis, majd a *Calamagrostis epigeios*, *Alopecurus pratensis* foltszerű megjelenése, végül a *Festuca valesiaca* mennyiségének növekedése. Tekintettel a felsorolt fajok méreteire és az általuk képzett fitomassza mennyiségére, nem meglepő, hogy a növényzet regenerációja során a fitomassza mennyisége csökken. Ezzel egyidőben, ahogy azt a 4.11. fejezetben látjuk, a fitomassza térbeli variációs koefficiens csökken, így ebből következően a fitomassza átlagos mennyisége és térbeli CV%-a között nem alakul ki negatív összefüggés.



19. ábra. A fitomasszaminták átlaga és térbeli CV%-a a H5a élőhelyek és az azok termőhelyén kialakult parlagok esetében

A **homoki sztyeprétek (H5b)** esetében (20. ábra) a természetközeli gyepekben készült transzszektek fitomasszájának átlagértéke 2014 és 2018 között folyamatosan növekedett (14KPG, 16KPG, 17KPG\_A, 18KPG\_KL). Az átlag értékében mutatkozó különbségek valószínűsíthető oka a most nem vizsgált, a csapadék mennyiségében bekövetkező változásokon túlmenően az egyes transzszektek esetében a kiugró értékek megjelenése (pl. 18KPG\_KL).

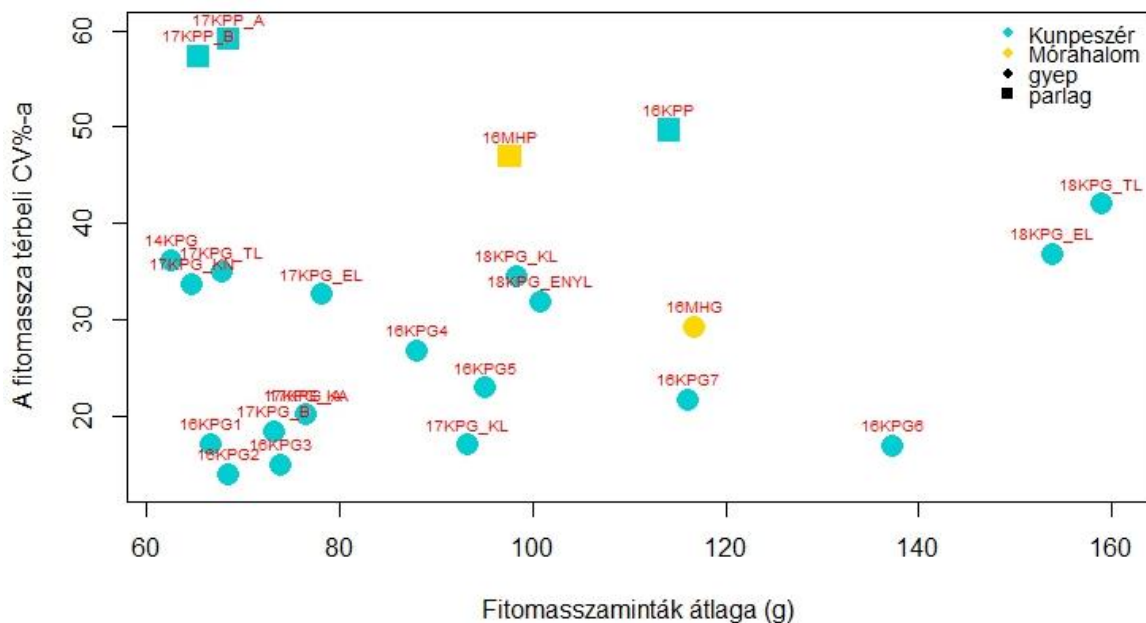


20. ábra. Az egyes transzszektek fitomasszájának alakulása a H5b élőhelytípus és az azok termőhelyén kialakult parlagok esetében, 50x50 cm-es léptékben (a boxplotokon a csillag a mintákból számolt átlagot jelzi)

Fontos megjegyezni, hogy a mintavételek nem állandósított kvadrátok alkalmazásával történtek, ugyanis a kunpeszéri mintaterület esetében nem az volt a cél, hogy egy kiválasztott mintavételi területen az évek közötti eltéréseket nagy pontossággal regisztráljam. A transzszektek helyének kiválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy egy, a kiskunsági tájban kiemelkedő gyepgazdálkodási jelentőségű és természeti értékekben rendkívül gazdag élőhelytípus esetében exploratív adatgyűjtés során minél több

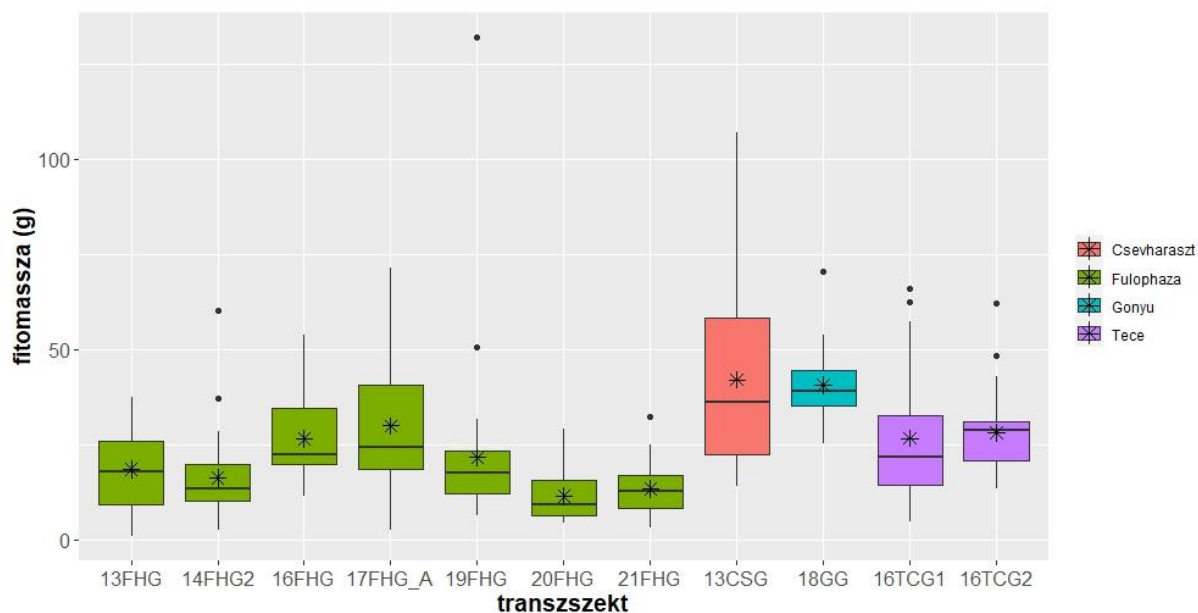
állományban vizsgáljam a fitomassza mennyiségének térbeli heterogenitását. Ennek következtében az ábrán szereplő diagrammok korlátozottan használhatóak az évek közötti időjárási eltérésekkel kapcsolatos elemzésekre. Ennek oka, hogy a meteorológiai paramétereken kívül egyéb tényezők (pl. talajtani különbségek) is befolyásolhatták az egyes évek közötti finom különbségeket. A battonyai mintaterület esetében bemutatott, az egyes évek időjárásának hatását is pontosan lekövető vizsgálat kivitelezése a jövőbeni kutatások feladata. A kunpeszéri gyepek esetében a fitomassza minták eloszlása viszonylag szimmetrikus, kiugró értékek kis számban fordultak elő és a 2018-ban felvett közepesen legelt mintaterület (18KPG\_KL) kivételével a mediántól távoli outlier értékek nem fordultak elő. Ebben az egy kvadrátban a kiemelkedően magas fitomassza mennyiséget a *Chrysopogon gryllus* magas borítása okozta. A mórahalmi mintaterületen egyetlen transzszekt készült (16MHG), amelynél szintén szimmetrikus a minták tömegének eloszlása, mindössze egyetlen kiugró értékkel (ezt szintén egy kiemelkedően nagy *Chrysopogon* csomó eredményezte). A mórahalmi gyepterület transzszekt fitomassza tömegének átlaga jóval magasabb volt az ebben az évben felvett kunpeszéri linea értékénél (16KPG2). A 2016-ban készült kunpeszéri transzszekt (16KPP) mintáinak átlaga és mediánja magasabb volt a természetközeli gyepterület értékeinél. Itt több kiugró érték is megjelent, illetve az eloszlás kifejezetten jobbra ferde volt, vagyis a kisebb tömegű minták voltak gyakoribbak a transzszektben. Ezt az eloszlást a kis termetű fajok gyakorisága és néhány nagyon termetű *Melilotus albus* és *M. officinalis* egyed mintába kerülése alakította ki. A 2016-ban felvett mórahalmi (16MHP) és a 2017-ben felvett kunpeszéri transzszekt (17 KPP\_A) esetében is erősen jobbra ferde volt az eloszlás, a kiugró értéként megjelenő, nagy tömegű fitomassza mintákat a *Calamagrostis epigeios* alakította ki.

A fitomassza minták tömegének átlaga és térbeli variációs koefficiense között nem látható olyan egyértelmű negatív összefüggés, mint a H5a élőhely esetében. Ha az egyes pontok esetében szerepeltetjük a transzszekt nevét is (21. ábra), akkor jobban vizsgálhatóak a szokatlanul viselkedő adatpontok, melyet két csoportra oszthatók. Ezek egyike a kis fitomassza mennyiség mellett kis térbeli CV%-ot mutató esetek. A 3.3.3. fejezetben bemutatott módon a battonyai mintaterülethez hasonló elvek mentén a CV% szezonális dinamikájának tanulmányozására készítettem egy-egy transzszektet áprilisban (16KPG1), májusban (16KPG2) és júniusban (16KPG3) is. Tekintettel arra, hogy a későbbi hónapokban készült 16KPG4 (július), 16KPG5 (augusztus), 16KPG6 (szeptember), 16KPG7 (október) jelű transzszekt is ugyanazon állomány azonosnak mondható feltételét reprezentálja, feltételezhető, hogy a korai (április-június közötti) adatpontok még nem a gyepterület fenológiai optimumára jellemző összefüggést mutatják. A másik csoportot a nagy fitomassza mellett nagy térbeli CV%-ot mutató adatpontok adják (18KPG\_EL és 18KPG\_TL). Ezek a transzszekt az egyes állományok leromlását mintázó 2018-ban készült legelési gradiens nagyon intenzíven meglegeltetett területrészein lettek felvételezve. A CV% magas értéke ezekben feltehetően azt a lehetőséget jelzi, hogy egy kunpeszéri gyepterületre hasonló fajgazdag és a zavarásokkal szemben sokáig rezilienciát mutató ökoszisztéma esetében is átléphet a túlhasználás mértéke egy olyan szintet, amikor az életközösségre addig jellemző szabályozottság felborul. Ennek következtében az ökoszisztémára addig jellemző funkcionális paraméterek kilengése hirtelen jelentős mértékűt ölthet.



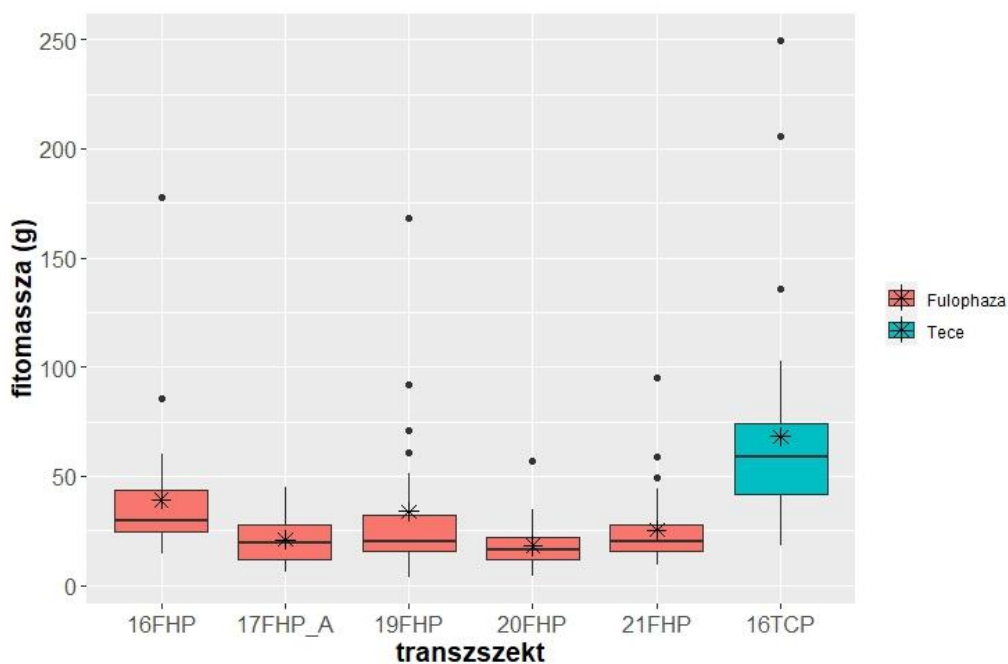
21. ábra. A fitomasszaminták átlaga és térbeli CV%-a a H5b élőhelyek és az azok termőhelyén kialakult parlagok esetében

A **nyílt homokpusztagyep** (G1) vizsgálata során (22. ábra) a legalacsonyabb átlagos fitomassza értéket a fülöpházi mintaterületek esetében kaptam. Az élőhelytípus egyik legszimmetrikusabb eloszlását a 2013-ban felvett *Stipa borysthenica* alkotta állomány adta. Fülöpházán jellemzően a kiugró értékeket a *Fumana procumbens*, *Stipa borysthenica* és a *Festuca vaginata* nagyobb mennyiségű fitomasszáját tartalmazó minták adták. Tekintettel a gyeptípus nyitott jellegére, ezekben a gyepekben nagyon gyakran alakulnak ki kifejezetten jobbra ferde eloszlások, melyek esetében a kvadrátok többségében kevés fitomassza található meg. A Tecén felvett transzszektek esetében egyre nagyobb gyakorisággal jelentek meg a mintavételi egységekben a nagyobb fitomassza értékek is. A kiugró értékeket a *Stipa borysthenica*, a *Festuca vaginata* és az *Alkanna tinctoria* fitomasszája adta. A legmagasabb fitomassza tömeg átlagokat a csévharaszi (13CSG) és a gönyüi(18GG) mintaterületek adták. A csévharaszi minta esetében feltűnő az adatok nagyon széles terjedelemben fordulnak elő. A nagyobb értékeket a *Festuca vaginata*, a *Stipa borysthenica* és az *Artemisia campestris* fitomasszája alakította ki, melyek az átlagot is elhúzták a mediántól a magasabb értékek felé. A gönyüi mintaterületen készült egyetlen transzszekt egy szimmetrikus, sok közepes értéket tartalmazó eloszlással jellemezhető. Ez esetben a magasabb átlag és a szép eloszlás kialakításában termőhelyi feltételek is szerepet játszanak, tekintettel arra, hogy a vizsgált négy nyílt homokpusztagyep terület közül ez a leghumidabb klímájú terület.



22. ábra. Az egyes transzszektetek fitomasszájának alakulása a G1 élőhelytípus esetében, 50x50 cm-es léptékben (a boxplotokon a csillag a mintákból számolt átlagot jelzi)

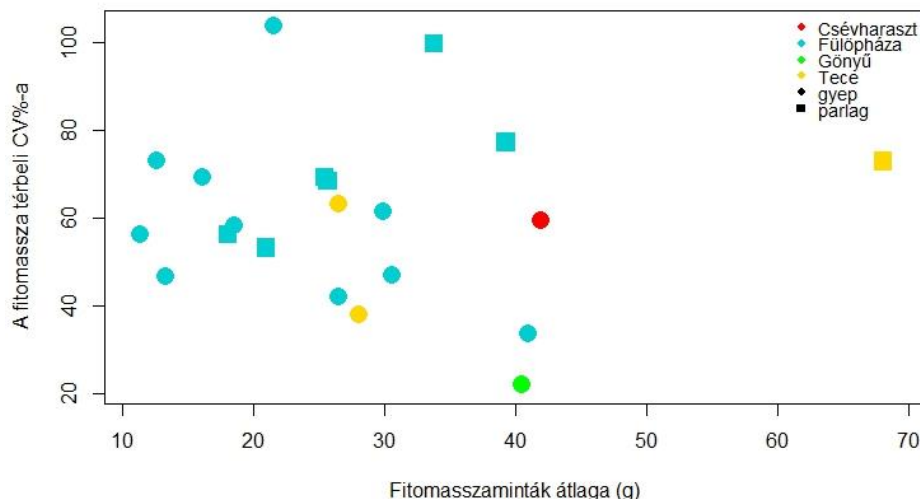
A G1 élőhelynek leginkább megfelelő parlagok esetében (23. ábra) az állományokat túlnyomórészt az erős jobbra ferde eloszlás és gyakran az igen nagy kiugró értékek megléte jellemezte. A parlagok esetében nagyon gyakori, hogy a túlnyomórészt nyitott és kis termetű fajok által gyéren fedett talajfelszínre eső kvadrátok között megtalálhatóak olyan mintavételi egységek is, melyek növényzetében nagy borítást érnek el a nagy termetű kétszikűek, mint például az *Artemisia campestris*, egyes *Verbascum* fajok, illetve az *Asclepias syriaca*. Ezek nagy mennyiségű fitomasszája kiugró értéként jelenik meg a többi adat között.



23. ábra. Az egyes transzszektetek fitomasszájának alakulása a G1 élőhely termőhelyén lévő parlagok esetében, 50x50 cm-es léptékben (a boxplotokon a csillag a mintákból számolt átlagot jelzi)

Ha az egyes transzszektek esetében ábrázoljuk a fitomassza térbeli variációs koefficiensét a fitomassza minták átlagos tömegének függvényében (24. ábra), akkor a fülöpházi mintaterületek természetközeli gyepeket reprezentáló adatpontjaira ismételten jellemző a negatív összefüggés a két változó között. Ebbe a negatív trendbe viszonylag jól beleillenek a Tecén, valamint a Gönyűnél felvett gyep transzszektek is. Érdeemes megfigyelni, hogy a megközelítőleg azonos fitomassza mennyiség mellett azonos az azonos élőhelytípushoz tartozó három mintavételi terület eltérő CV% értékeket produkált. A gönyői és a fülöpházi mintaterületek között nem volt jelentős különbség, azonban a Csévharasztnál felvett transzszekt esetében a CV% már jelentősen magasabb volt. Természetesen egy-egy adatpont összehasonlításával nem lehetséges messzemenő következtetéseket levonni, azonban ez az eset felveti annak lehetőségét, hogy az egyes termőhelyeknek létezhetnek olyan egyedi sajátosságai, melyeket CV% eredmények értékelése és a területek egymással való összehasonlítása során figyelembe kell venni. A parlagok esetében a negatív összefüggés a battonyai parlagokhoz hasonlóan nem volt látható.

Az egyes élőhelytípusok és transzszektek esetében nem csupán a fitomassza értékek átlagának alakulása és az eloszlás ferdesége szolgáltatnak fontos információkat a vizsgált életközösség működéséről, hanem célszerű megvizsgálni az adatok a minta átlaga körüli szóródásának mértékét is. A mintának az a tulajdonsága, hogy a középértéktől távolodva milyen gyakorisággal fordulnak elő az átlagtól távoli, illetve akörül csoportosuló adatok, utalhat a rendszer működésének szabályozottságára. A szabályozott rendszerek működésére jellemző ugyanis, hogy a szabályozottság jellemzésére választott paraméter értékei nem vehetnek fel bármely átlagtól távol eső értéket, hanem az egyes mérések értékei nagyon nagy valószínűséggel az átlag körül többé-kevésbé véletlenszerűen jelennek meg. Az értékek átlag körüli szóródásának egyik jellemző mutatója a szórás, ennek felhasználásával könnyen definiálhatóak azok a tartományok, melyekben az egyes mérések adatainak gyakoriságát összeszámoljuk.



24. ábra. A fitomasszaminták átlaga és térbeli CV%-a G1 élőhelyek és az azok termőhelyén kialakult parlagok esetében

Az egyes élőhelyek fent említett jellemzőinek exploratív vizsgálatára kiválasztottam egy-egy az adott gyeptípusra reprezentatív transzszektet, meghatároztam a minták átlagát és szórását, és vizsgáltam, hogy az egyes transzszektek kvadrátjaiban mért fitomassza adatok közül hány esik

a mintaátlagtól vett egy, kettő, illetve három szórásnyi tartományba. Az erre vonatkozó eredmények az 5. táblázatban kerültek feltüntetésre.

5. táblázat. A kvadrátok fitomassza-mennyiségének gyakorisága az átlagtól mért egyes szórástartományokban a különböző élőhelyek esetében

Á-NÉR kód	Típus	transzszekt	átlag-3SD	átlag-2SD	átlag+/-SD	átlag+2SD	átlag+3SD
G1	gyep	16TCG2	0	4	22	4	1
-	parlag	16TCP	0	0	28	1	2
G1	gyep	17FHG_A	0	0	22	6	3
-	parlag	17FHP_A	0	0	19	11	1
H5b	gyep	16MHG	0	3	25	2	1
-	parlag	16MHP	0	3	22	4	2
H5a	gyep	22BAG	0	3	24	2	2
H5a	gyep	16BAG4	0	7	20	4	0
-	parlag	13BAP	0	0	25	5	1
-	parlag	16BAP	0	2	25	1	3
-	parlag	22BAP2	1	3	23	4	0
D34	parlag	15ORP_A	0	6	20	5	0

A fitomassza mennyiségek szóródásának minden transzszektre jellemző tulajdonsága, hogy a legtöbb adat értelemszerűen az átlagtól számított egy szórásnyi tartományban volt megtalálható. Az átlagtól számított két szórásnyi tartományban az adatok száma meglehetősen variált az egyes transzszektek között, azonban ez alapján még kevésbé vonhatók le biológiailag is értelmezhető tanulságok az egyes transzszektek esetében. Az átlagtól számított három szórásnyi tartományban elhelyezkedő adatpontok száma azonban már jobban illeszkedett az adott gyeptípus cönológiai karakteréhez. A 2016-ban készült battonyai gyepes transzszekt esetében (16BAG4) nem fordultak elő ebben a tartományban értékek. Ebben az időszakban az ösgyepben a *Festuca valesiaca* nagy borítással fordult elő, a térbeli variációs koefficiens értéke alacsony volt, a gyep horizontális szerkezete kiegyenlített volt. 2022-ben az igen aszályos év során a gyep szerkezete felnyílt, a fitomassza térbeli CV%-a a 2016-ban mért értékhez képest megemelkedett, amivel egyidőben a vizsgált adattartományban megjelentek adatpontok. A fenti táblázatot tanulmányozva feltételezhető, hogy az átlag +/- 3 SD tartományban a horizontálisan nyílt, kevésbé strukturált gyepek (pl. a G1 élőhelytípusba sorolt 16TCG2 és 17FHG\_A jelű transzszektek esetében), illetve a parlagok esetében jelennek meg nagyobb eséllyel értékek. A parlagok esetében erre különösen nagy az esély azokban az időszakokban, amikor az egyes parlagszukcessziós fázisokra jellemző domináns fajok váltják egymást, ezért a parlag foltossága még inkább kifejezetté válik. Erre példa a 16BAP jelű transzszekt, ebben az időszakban a parlag 7 éves volt. Hat évvel később, a 13 éves parlag már ebből a szempontból is a gyepekre hasonlít, mert az átlag +/- 3 SD tartományban nem jelenik meg adatpont. Hasonlóképpen, funkcionális szempontból már inkább a gyepekhez sorolható a nagyrákosi, több évtizede hasznosítás alól kivont óparlag is (15ORP\_A).

Természetesen ezen néhány transzszekt bevonásával végzett elemzés eredményeiből nem vonhatóak le messzemenő következtetések, azonban a bemutatott elemzéstípus a jövőben jól kiegészítheti az általam fejlesztett mintavételi módszer kiértékelésének eszköztárát.

## 4.7. A cönológiai felvételek kiértékelésének eredményei

### 4.7.1. A fajszámok és a diverzitás áttekintése

A botanikai elemzés során minden transzszekt esetében meghatároztam az azokban előforduló összes fajszámot, a kvadrátok adataiból számolt egy kvadrátra jutó átlagos fajszámot, a kvadrátok összborítását, a kvadrátok Shannon-diverzitásából számolt átlagos diverzitásértéket. Az adatok átlag körüli szóródásának jellemzése céljából minden szerepeltetett átlagérték mellett megadtam a minta szórását is. Terjedelmi okokból összes transzszektre vonatkozó adatok a 10. mellékletben kerültek elhelyezésre, azonban az alábbiakban röviden áttekintem az egyes élőhelytípusokra vonatkozó fő jellemzőket.

A **lőszgyepek és kötött talajú sztyepprétek (H5a)** esetében a Battonyán készült összes transzszekt átlagos fajszáma 38 (SD = 6,24) volt, a legkevesebb fajt (26) a 2018 júniusában készült transzszektben (18BAG) vettem fel, a legtöbb pedig 49, ezt a 2021 májusában felvett, 21BAG1 jelű transzszekt tartalmazta. A diverzitásértékek 0,88 és 1,51 között változtak a gyepek esetében, a nagyobb diverzitásértékek jellemzően a vizsgálati időszak második felében 2019-2022 között adódtak. Ennek feltételezhető oka, hogy az egyre nyitottabbá váló gyepekben egyre nagyobb mennyiségben tudnak megjelenni az állományalkotó csenkeszfajon kívül egyéb növényfajok is. A parlag esetében a fajszámok érdekes módon 2013-ban és 2022-ben voltak a legalacsonyabbak, a két időpont között magasabb fajszámok voltak jellemzőek. 2013-ban az akkor 4 éves parlagon elsősorban még a szukcesszió kezdetére jellemző gyomfajok fordultak elő, míg 2022-ben a 13 éves parlagon már számos cél faj megjelent. Ennek következtében érzékelhető, hogy a közbeeső években számos fajcsere történt és jelentős változások következtek be a parlag fajkészletében. A közbeeső magasabb fajszámú években a korai fázisra jellemző gyomok, valamint az újonnan megjelenő célfajok keveredése adta a magasabb fajszámot. A vizsgált időszak alatt a parlag átlagos fajszáma 33 volt (SD = 3,55), diverzitása 0,8 és 1,42 között változott.

A battonyai mintaterületen rendelkezésre álltak a meteorológiai adatok, illetve elegendő időbeli ismétlés annak vizsgálatára, hogy az egyes évek között tapasztalható csapadékmennyiség változások és a gyepek fajszámában, valamint diverzitásában bekövetkező különbségek szinkronitást mutatnak-e. Ezenfelül szintén vizsgálható volt, hogy az egyes évek között a fajszám és a diverzitás mutatott-e szinkronitást a fitomassza mennyiségével, illetve térbeli variációs koefficiensével. Ehhez a 3.3.6 fejezetben bemutatott módon képzett és a mintavételt megelőző 4, 6, 12 hónapok csapadékmennyiségéből képzett csapadékösszegeket, valamint a 3.3.5. fejezetben ismertetett randomizációs adatelemzést használtam. Az elemzéseket elvégeztem a transzszektokban található összes fajszámmal és az összes fajból számolt diverzitással, továbbá az egyéves fajszámával, diverzitásával és összesített borításával, valamint az évelő fajok fajszámával, diverzitásával és összesített borításával. Az analízisek részletes eredményeit a 11. melléklet tartalmazza. Az összes fajszámmal számolva a parlag és a gyepek esetében sem találtam szignifikáns szinkron kapcsolatot a vizsgált változók változásaiban. Amennyiben az elemzést csak az egyéves fajok adatainak felhasználásával végezzük el, a mintavételt megelőző hat hónapos csapadékösszeg és az egyéves fajok száma, valamint borítása közötti szinkronitás 1%-os szignifikanciaszinten szignifikáns volt. A jelenség hátterében az állhat, hogy a csapadékban szegény téli és kora tavaszi hónapok nem kedveznek az egyéves fajok csírázásának és nagyobb arányú borításának.

Az évelő fajok esetében az összborítás a gyepek és a parlagok esetében is szignifikáns volt a fitomassza mennyiségével. Az évelő fajok diverzitása és a fitomassza mennyiségének térbeli variációs koefficiensé között szintén erős szinkronitás mutatkozott. Ahogy a 4.8. fejezetben ismertettem, a gyepek fajkompozíciójában megjelenő fajok nem egyforma jelentőséggel bírnak



a fitomassza mennyiségének kialakításában. A fajkompozíció hatásának vizsgálatakor a battonyai gyepterületen bemutattam, hogy a fitomassza CV%-a magasabb értékű volt azokban az esetekben, amikor a *Festuca valesiaca* borítása csökkent. A társulásalkotó faj dominanciájának háttérben jellemzően valamilyen zavarás, vagy termőhelyi stressz (például aszály) áll, melynek következtében lehetőség nyílik a szubordinált fajok mennyiségének növekedésére. Bár a természetes, jól koordinált gyepek esetében ezek a helyettesítő funkciók jól működnek, előfordultak, hogy a fitomassza mennyisége ezekben az esetekben nem minden esetben éri el a térben lehetséges maximális telítettséget. Ennek következtében a diverzitás növekedése utalhat egy közepesen erős zavarás jelenlétére, melyet a térbeli CV% emelkedése is indikál. A hat hónapos csapadékösszeg és az évelő fajok borítása között szintén kimutatható volt szignifikáns szinkronitás, amely szintén azzal magyarázható, hogy a csapadékhiány gátolja az egyedszámok növekedését.

A tiszalparti mintaterületen a fajszám jelentősen ingadozott 23 és 43 között változott (átlag=32,8; SD=7,13). A nagy változások megértéséhez érdemes megemlíteni, hogy az itteni gyepterület fenológiaiilag rendkívül változékony, minél inkább kívül esünk a májusi, júniusi optimum időszakon, annál kevesebb faj található meg a növényzetben. Az őszi időszakban jellemző a *Cynodon dactylon* és a *Securigera varia* borításának jelentős növekedése, ebben az időszakban a fenológiaiilag aktív fajok száma korlátozott. A vizsgálati időszakban az állomány diverzitása 1,05-2,13 között mozgott.

Az esztergomi állományban mindössze egyetlen transzszekt készült, azonban ez meglehetősen fajgazdag volt, mert benne 71 faj fordult elő, diverzitása pedig 2,52 volt.

A **homoki sztyepprétek (H5b)** esetében a mórhalmi mintaterületen egyetlen transzszekt készült természetközeli gyepterületen. Ebben 39 faj fordult elő, diverzitása 1,24 volt. A természetközeli gyepterület termőhelyének megfelelő fiatal (kb. 5-8 éves) parlag esetében a fajszám szintén 39 volt, azonban a gyomfajok nagyobb arányú jelenléte miatt a diverzitás magasabb volt (1,55), mint az ösgyep esetében.

A kunpeszéri állományok esetében az átlagos fajszám 38 volt, az átlaghoz tartozó szórás 6,03 volt. Általánosságban itt is elmondható, hogy a legmagasabb fajszámok a fenológiaiilag optimumban lévő gyepterületen készült transzszekt esetében adódtak. A legelési gradiens esetében látható, hogy az erősen, illetve túllegetett állományfoltokban készült transzszekt esetében a fajszámok csökkennek. Hasonló figyelhető meg a felhagyott, semmilyen módon nem kezelt transzszekt esetében is. A diverzitásértékek viszonylag tág határok között változtak (0,8-2,02). A legalacsonyabb diverzitást a túllegetett területfoltban készült transzszekt adta, míg a legmagasabb értékeket a fenológiai optimumban lévő természetközeli állományok adták. A parlagok esetében az átlagos fajszám kissé alacsonyabb volt (átlag=34, SD=3,51) mint a gyepek esetében, a diverzitásértékek 1,23-1,3 között változtak.

A **nyílt homoki gyepek (G1)** esetében a fülöpházi mintaterületeken az átlagos fajszám 24 volt (SD=6,27), a legkevesebb transzszekt szinten előforduló fajszám 14 volt, míg a legtöbb 34. A transzszekt diverzitása 0,81 és 1,46 között változott. A parlagok esetében a kedvezőbb termőhelyi feltételek és a parlagzsuccessióra jellemző gyomfajok jelenléte miatt a magasabb átlagos fajszám volt jellemző (átlag=35, SD=2,7), a legkisebb fajszám 33 a legnagyobb 40 volt. A parlagok esetében jellemzően a diverzitás is magasabb volt, értéke 1,01 és 1,73 között változott.

A vácrátóti Tece legelő esetében a gyepterületen készült transzszektben 31, illetve 32 faj fordult elő, a két transzszekt diverzitásának középértéke 1,53. Az itteni parlagtranszszekt fajszáma 58, diverzitása 1,72 volt, vagyis ez a parlag fajgazdagabbnak bizonyult a fülöpházi parlagterületeknél.

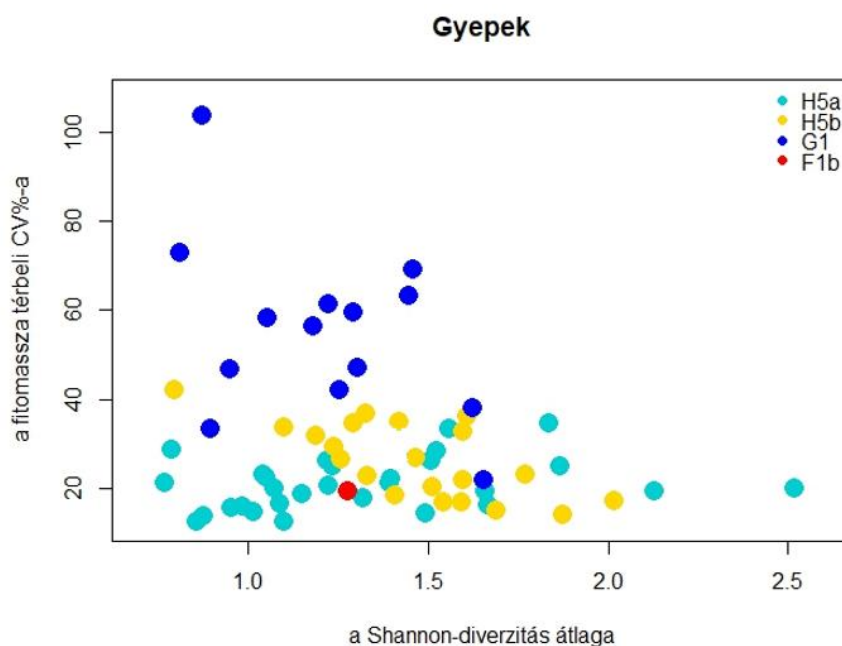
A csévharaszi állományban készült transzszekt fajszáma 33, diverzitása 1,29 volt, míg a gönyői mintaterületen készült transzszekt esetében a fajszám 34, volt, míg a diverzitás 1,65 volt.

A **cickóros pusztákhoz (F1b)** sorolt dinnyési gyep esetében a természetközeli gyepben készült transzszekt fajszáma 25, diverzitása 1,28 volt, míg a vele szomszédos, azonos termőhelyen lévő másodéves parlag esetében a fajsám 28 volt, a diverzitás pedig 1,11.

A **mocsárrét (D34)** élőhelybe sorolt nagyrákosi mintaterületen egyetlen módszertani vizsgálat céljából készített transzszektet vettem fel, amely két darab 31 kvadrátból álló hagyományos transzszektre bontható. Ez esetben a fajsám mindkét résztranszszektben 58, a diverzitás pedig 1,85 és 1,89 volt. Természetesen a feltételezhető erős térbeli autokorreláltság miatt ezek nem tekintendők valós ismétléseknek.

Ha a természetközeli gyepekben készült transzszekték fitomassza mennyiségének térbeli variációs koefficiensét az egyes transzszekték átlagos Shannon-diverzitásának függvényében ábrázoljuk (25. ábra), akkor láthatjuk, hogy egy bizonyos diverzitásértéket vizsgálva minden esetben a G1 élőhelynek volt magasabb a CV%-a. Ha a két változó összefüggését élőhelytípuson belüli vizsgáljuk, akkora látható, hogy a CV% értéke a G1 esetben mutatta a legnagyobb változásokat, a legalacsonyabb CV%-ot mutató pont a legmagasabb Shannon diverzitású volt egyben. A H5b élőhelyen belül valószínűsíthető egy negatív összefüggés a két változó között, legalábbis a legmagasabb CV%-ú pont a legalacsonyabb diverzitású is egyben, továbbá a legdiverzebb transzszekték CV%-a alacsonyabb volt. A löszgyepek és kötött talajú sztyeprétek (H5a) esetében ilyen negatív összefüggés a jelenlegi adatok alapján nem rajzolódik ki. Ennek kapcsán két tanulság vonható le. Egyrészt a két változó összefüggésének vizsgálata során a jövőben nagyobb számban kell bevonni a vizsgálatba a nagyon alacsony, illetve a lehetőleg minél magasabb diverzitású mintaterületeket. Tekintettel arra, hogy a parlagok fitomassza CV%-a a parlagok esetében jellemzően magasabb volt a gyepkénel, várható, hogy a leromlott, alacsony diverzitású gyepék fitomassza CV%-a magasabb lesz, azonban eddig ilyen állományok nem kerültek a mintába. Ugyanez mondható el G1 állományok esetében, ezen élőhely esetében is meg kell vizsgálni a jövőben a magasabb diverzitású állományok fitomassza mennyiségének térbeli alakulását. A másik konklúzió, hogy amennyiben egy élőhelytípuson belül több mintaterület adatait hasonlítjuk össze, az ábra értékelésénél figyelembe kell venni a mintaterületek közötti finom különbségeket is. A H5a élőhely esetében például a diverzitás 1,5-2 értékei között megjelennek magasabb CV%-ú pontok is, ezek a tiszalpári mintaterület adatpontjai, míg ugyanezen diverzitásértékek mellett Battonyán alacsonyabb CV% értékeket kaptam.

A jövőben javasolt a két változó összefüggésének további vizsgálata, tekintettel arra, hogy amennyiben a célzott vizsgálatok alapján bizonyítható a köztük lévő összefüggés, akkor fontos konklúzió birtokába juthatunk, nevezetesen, hogy az életközösségek diverzitásának megőrzése stabilizálja azok működését. Ennek következtében az ökoszisztéma szolgáltatások funkcionális megbízhatósága a diverzitás növekedésével szintén növekedhet.



25. ábra. Az egyes gyepekben felvett transzszektek átlagos Shannon-diverzitásának és a fitomassza térbeli CV%-ának összefüggése

#### 4.7.2. Lineáris és kvadratikus regressziós vizsgálatok

A fitomassza mennyiség és a fajszámok közötti kapcsolat lineáris és kvadratikus regresszióval való vizsgálatának részletes eredményeit a 12. melléklet tartalmazza. Az összes felvett transzszekt közül mindössze 17 esetben kaptam szignifikáns kvadratikus összefüggést a két változó között (6. táblázat). A lineáris regresszióval kapott eredmények (13. melléklet) nagyan átfednek a kvadratikus regresszió illesztésével kapottakkal, azonban ezzel a módszerrel nem lett szignifikáns a 13BAP transzszekt illesztése. A lineáris illesztéssel szignifikáns lett a 17BAP\_B és a 16TAG5. Abban a 16 esetben, amikor mindkét módszer szignifikáns illesztést adott, a kvadratikus regresszió  $R^2$  értékei 11 esetben mutattak jobb illeszkedést, azonban a két módszer közötti különbség e tekintetben a fajszámok esetén elhanyagolható volt (14. melléklet).

6. táblázat. A fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés kvadratikus regresszióval szignifikáns esetei [a transzszekt kódja melletti csillagok száma a szignifikanciaszintet jelöli:  $p=0,05(*)$  és  $p=0,01(**)$ ]. Az egyes sorokban szürke árnyékolás jelzi a kvadratikus regresszió lineárishez közel álló görbéjét, kék árnyékolás pedig azok az eseteket, amikor néhány kiugró érték jelentősen befolyásolta a görbe alakját

transzszekt	év	típus	p érték	korr. p érték	$R^2$	intercept	BIOM - b	$BIOM^2 - c$
13BAP*	2013	parlag	0,027	1	0,17	4,17	0,10	-0,0005
14BAP**	2014	parlag	0,009	0,927	0,23	6,91	0,06	-0,0008
16BAG2**	2016	gyep	0,008	0,832	0,24	17,41	0,01	-0,0003
19BAP1*	2019	parlag	0,036	1	0,16	13,55	-0,08	0,0002
20BAG1*	2020	gyep	0,022	1	0,18	12,89	0,06	-0,0019
21BAP1**	2021	parlag	0,007	0,735	0,25	17,38	-0,18	0,0008
21BAP2*	2021	parlag	0,017	1	0,20	13,43	-0,11	0,0004
17FHP_K2*	2017	parlag	0,041	1	0,15	4,25	0,68	-0,0238

19FHG*	2019	gyep	0,043	1	0,14	4,92	0,09	-0,0007
17KPP_A**	2017	parlag	0,006	0,636	0,26	13,32	-0,08	0,0003
17KPG_EL*	2017	gyep	0,023	1	0,18	11,09	0,08	-0,0006
16MHP**	2016	parlag	0,003	0,324	0,30	15,86	-0,07	0,0001
16TCG1*	2016	gyep	0,045	1	0,14	7,54	0,00	0,0008
16TCP*	2016	parlag	0,021	1	0,19	10,84	0,01	-0,0001
14TAG*	2014	gyep	0,029	1	0,17	12,58	-0,07	0,0002
16TAG6**	2016	gyep	0,001	0,003	0,49	8,02	0,01	-0,0003
16TAG7**	2016	gyep	0,004	0,428	0,28	4,42	0,06	-0,0003

Amennyiben grafikusan is megvizsgáljuk a szignifikáns transzszekteket, többféle esettel találkozhatunk. Ezek közül az egyik, amikor az illeszkedés unimodális jellege kevésbé kifejezett, jellemzően az összefüggés inkább egy negatív lineáris regresszióra hasonlít. Ilyen eset volt a 2014-ben készült battonyai parlag transzszekt (14BAP), a 2016-ban Mórahalmon készült parlag transzszekt (16MHP), vagy a 2016-ban készült tiszalpäri gyep transzszekt (16TAG7). Terjedelmi okokból ezek grafikus ábrázolásai a 15. mellékletben kerültek elhelyezésre.

Egy másik jellemző típus, amikor az adatpontok többségét nézve nem igazán látható összefüggés a fajszám és a fitomassza mennyisége között, azonban néhány kiugró adatpont annyira eltér az adatsor egészének jellemzőitől, hogy ha ezeket is be vesszük az analízisbe, mégis szignifikáns lesz az összefüggés. Ilyen esetekre példa a 2016-ban a vácrátóti Tece legelőn készült transzszekt, melynek esetében két kilógó adat adja a szignifikáns regressziót. Az egyik esetben a fitomassza mennyisége 249 g volt és a cönológiai felvétel alapján ezt a nagy értéket egy nagy termetű *Artemisia campestris* tö alakította ki, melynek borítása 110% volt. Emellett csak kis borítással jelent meg a *Stipa borysthenica* (5%), a *Bromus tectorum* (5%), a *Cynodon dactylon* (2%), a *Festuca vaginata* (2%), és a *Galium verum* (0,5%). A másik kilógó kvadrátban a 205 g fitomassza-mennyiséget az *Artemisia campestris* 100%-os, a *Medicago minima* 30%-os, a *Bromus tectorum* 15%-os, a *Festuca vaginata* 4%-os és a *Cynodon dactylon* 3%-os borítása adta. A 2017-ben készült kunpeszéri legelési gradiens erősen legelt transzszektjében szintén két kiugró érték határozza meg a görbe alakját. Az egyik ilyen kvadrátban a fitomassza mennyisége 160,6 g volt, melyet az *Ononis spinosa* 50%-os, *Molinia coerulea* 25%-os, *Cynodon dactylon* 15%-os, az *Achillea setacea* 0,5%-os, az *Elymus repens* 0,5%-os, a *Festuca rupicola* 25%-os, a *Succisa pratensis* 5%-os, a *Carex distans* 0,1%-os, a *Galium verum* 0,1%-os, a *Poa angustifolia* 0,1%-os, valamint a *Scirpoides holoschoenus* 0,1%-os borítása alakította ki. A másik kvadrát esetében a 149,16 g tömegű fitomassza mennyiséget a *Chrysopogon gryllus* 100%-os, a *Festuca rupicola* 10%-os, a *Phragmites australis* 3%-os, a *Galium verum* 2%-os, a *Cynodon dactylon* 5%-os, az *Ononis spinosa* 1%-os, a *Dactylis glomerata* 0,1%-os, a *Lotus corniculatus* 0,1%-os borítása adta. Hasonló volt a 2019-ben Fülöpházán felvett gyep transzszekt (19FHG) is, itt is egy kiugró érték határozza meg a regresszió jellegét. Ebben a kvadrátban a fitomassza mennyisége 131,6 g volt, melyet az *Artemisia campestris* 100%-os, a *Crepis rhoeadifolia* 3%-os, a *Secale sylvestre* 1%-os és a *Stipa borysthenica* 1%-os borítása alakította ki.

A nyílt homokpusztagyeppek esetében állományon belül esetenként pozitív kapcsolat volt megfigyelhető a fitomassza mennyisége és a fajszám között (pl. 16TCG1). Az ilyen irányú kapcsolat kialakulása különösen az olyan gyeptársulások esetében lehet gyakori, melyek esetében a fitomassza mennyiségét meghatározó mátrixképző fajok egyedei egymástól távolabb helyezkednek el és nem kizárólag egy, hanem több faj körülbelül hasonló mértékben járul hozzá a fitomassza kialakításához. Ilyen esetekben az egyes fajok kvadrátba kerülésével a fitomassza mennyisége növekedhet. Természetesen ehhez szükséges, hogy a vegetáció az élőhelytípus

viszonylatában fajgazdag legyen és az egyes fajok egyedei a térben ne elkülönülten jelenjenek meg, hanem legyen lehetőség az együttes előfordulásukra.

A diverzitás és a fitomassza mennyiség közötti kapcsolat kvadratikus vizsgálata során több szignifikáns kapcsolat adódott, mint a fajsám esetében, a szignifikáns illeszkedések adatait a 7. táblázat tartalmazza, míg az összes transzszektre vonatkozó eredmények a 16. mellékletben kerültek elhelyezésre. A lineáris regresszióval végzett illesztések eredményét a 17. melléklet tartalmazza. Mindösszesen 31 olyan transzszekt volt, amely mindkét regressziótípussal szignifikáns eredményt adott, ezek közül 21 esetben a kvadratikus regresszió mutat jobb illeszkedést az  $R^2$  értékek alapján. (18. melléklet) Két esetben csak a kvadratikus regresszióval sikerült szignifikáns illesztést készíteni (17FHG, 17KPP\_K2), nyolc esetben pedig csak a lineáris regresszió lett szignifikáns (16MHG, 17KPG\_TL, 16KPG2, 20 FHP, 17FHG\_K2, 13CSG, 17BAP\_A, 17BAP\_B).

A szignifikáns illesztések közül néhány jellemző esetek ábrája megtekinthető a 19. mellékletben.

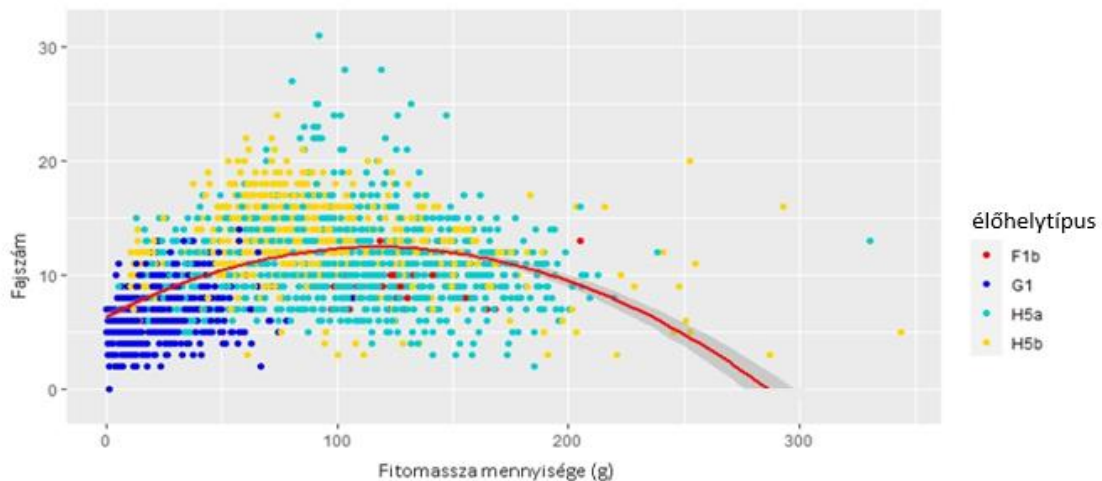
7. táblázat. A fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált diverzitás közötti összefüggés kvadratikus regresszióval szignifikáns esetei [a transzszekt kódja melletti csillagok száma a szignifikanciaszintet jelöli:  $p=0,05(*)$  és  $p=0,01(**)$ ]. Az egyes sorokban szürke árnyékolás jelzi, ha a kvadratikus regresszió görbéje hasonlít a lineárishoz, kék árnyékolás pedig azok az eseteket, amikor néhány kiugró érték jelentősen befolyásolta a görbe alakját

transzszekt	év	típus	p érték	p korr.	$R^2$	intercept	BIOM - b	BIOM <sup>2</sup> - c
13BAP*	2013	parlag	<b>0,034</b>	1	0,158043	1,347493	0,001847	-3,60E-05
14BAP**	2014	parlag	<b>0,003</b>	0,303	0,293926	2,808059	-0,04068	0,00017
15BAP**	2015	parlag	<b>0,001</b>	0,02	0,408354	2,285585	-0,01579	4,27E-05
16BAG2**	2016	gyep	<b>0,003</b>	0,303	0,287028	1,483796	0,002882	-3,94E-05
16BAP**	2016	parlag	<b>0,005</b>	0,49	0,264842	1,286252	0,001878	-1,67E-05
17BAP_K2*	2017	gyep	<b>0,025</b>	1	0,177646	1,981156	-0,07993	0,001267
17BAG_B**	2017	gyep	<b>0,002</b>	0,206	0,308517	0,833208	-0,00368	2,88E-05
19BAP1**	2019	parlag	<b>0,001</b>	0,052	0,378027	1,972392	-0,01876	4,75E-05
19BAG*	2019	gyep	<b>0,04</b>	1	0,148564	1,013063	0,00594	-7,82E-06
20BAG1**	2020	gyep	<b>0,007</b>	0,665	0,250905	2,031359	-0,0121	-6,51E-05
21BAP1*	2021	parlag	<b>0,013</b>	1	0,213612	3,061815	-0,04379	0,000221
21BAP2*	2021	parlag	<b>0,025</b>	1	0,176363	1,603987	-0,00147	-2,52E-05
16FHP**	2016	parlag	<b>0,004</b>	0,396	0,28433	1,611283	0,006681	-6,02E-05
17FHG**	2017	gyep	<b>0,005</b>	0,49	0,269737	-0,15817	0,066448	-0,0009
17FHP_K1*	2017	parlag	<b>0,043</b>	1	0,143755	1,644569	-0,01691	3,38E-05
17FHP_K2*	2017	parlag	<b>0,02</b>	1	0,188532	1,442734	0,041395	-0,00233
17FHG_B*	2017	gyep	<b>0,03</b>	1	0,166261	1,042997	0,009962	-0,00035
19FHP**	2019	parlag	<b>0,002</b>	0,206	0,319617	1,415225	-0,01622	6,52E-05
21FHP*	2021	parlag	<b>0,022</b>	1	0,18395	1,41181	0,004513	-0,00017
16KPG4*	2016	gyep	<b>0,043</b>	1	0,143705	0,945381	0,016114	-0,00011

17KPP_A*	2017	parlag	<b>0,016</b>	1	0,202846	1,614515	-0,00556	1,03E-06
17KPP_B*	2017	parlag	<b>0,021</b>	1	0,188051	1,026423	0,010844	-7,81E-05
17KPP_K1*	2017	parlag	<b>0,035</b>	1	0,157569	1,21195	-0,00347	-0,0002
17KPP_K2*	2017	parlag	<b>0,02</b>	1	0,190095	0,878742	0,040413	-0,00121
17KPG_KN**	2017	gyep	<b>0,001</b>	0,104	0,353661	1,112114	0,014231	-0,0002
17KPG_KL*	2017	gyep	<b>0,015</b>	1	0,208072	2,68255	-0,01506	3,54E-05
18KPG_ENYL**	2018	gyep	<b>0,001</b>	0,029	0,402617	3,4304	-0,03479	0,000113
18KPG_EL*	2018	gyep	<b>0,012</b>	1	0,219256	2,463482	-0,01205	2,69E-05
16MHP*	2016	parlag	<b>0,021</b>	1	0,188219	2,041615	-0,00616	9,43E-06
15ORP_B*	2015	parlag	<b>0,019</b>	1	0,193294	5,46723	-0,08307	0,000461
16TCP**	2016	parlag	<b>0,001</b>	0,012	0,43852	1,77597	0,001929	-2,69E-05
14TAG**	2014	gyep	<b>0,001</b>	0,001	0,512699	1,485884	0,007235	-7,44E-05
16TAG6**	2016	gyep	<b>0,006</b>	0,576	0,259843	0,499199	0,015323	-8,58E-05

Azon transzszektek közül, melyeket a fajszámokkal végzett illesztések bemutatásánál szövegesen is ismertettem, a 19FHG transzszekt kivételével a Shannon-diverzitással is szignifikáns illeszkedést mutattak. A diverzitással végzett illesztések esetében is érvényes, hogy a szignifikáns esetek egy része inkább negatív lineáris kapcsolatra emlékeztet, az esetek másik részében pedig egy összefüggést kevésbé mutató adatsort néhány kiugró érték tesz szignifikánssá. Utóbbiak magyarázata megegyezik a fajszámokkal kapott összefüggések értelmezésénél ismertetett és a többi adatponttól eltérően viselkedő kvadrátra vonatkozó cönológiai viszonyokkal.

Az állományszintű vizsgálatok után az egyes élőhelytípusok gyepes transzszektjeinek minden kvadrátját különálló adatpontként ábrázoltam és az adatfelhőre kvadratikus regressziót illesztettem (26. ábra). Az illesztés során a regresszió szignifikáns lett ( $p < 0,001$ ), viszont az adatok nem illeszkedtek jól a regressziós görbére ( $R^2 = 0,168$ ). A görbe felszálló ágában jellemzően a nyílt homokpusztagyepék (G1) kvadrátjai voltak megtalálhatóak. Ezek esetében a növényzeti borítás és a fajszám alacsony volt. Amennyiben egy kvadrátban újabb faj jelenik meg, az a fitomassza mennyiségét is megnövelheti. Természetesen ez függ az adott újonnan megjelenő faj jellemző méreteitől is, ezért a kis termetű fajok megjelenése nem növeli a fitomassza mennyiségét, vagyis nem várható, hogy a pontok jól illeszkedjenek a regresszió görbéjére. Az összefüggés unimodális görbét ír le, a görbe csúcsán jelennek meg azok a kvadrátok, melyek esetében a legtöbb faj járul hozzá a fitomassza mennyiség kialakításához, illetve a felhalmozódó fitomassza még nem limitálja az egyes szubordinált fajok megjelenésének lehetőségét. A görbének ez a régiója már a zárt gyepekre jellemző (H5a, H5b). A görbe leszálló ágán jelennek meg azok a kvadrátok, melyek esetében a biomassza fő tömegét egy, vagy néhány csekély számú faj adja. Ezekben az esetekben a felhalmozódó biomassza már gátolja a többi, jellemzően szubordinált faj megjelenését. Ilyen jellegű kvadrátok fordulhatnak el azokban az esetekben, amikor egy társulásalkotó faj nagy mennyiségben szaporodik fel. Az esetek többségében ezek pázsitfűfajok (Pl. *Chrysopogon gryllus*, *Festuca valesiaca*), melyek nagyméretű, sűrű csomói adják az élőhely vázát. Ezekben az esetekben az uralkodó faj tápanyag-konkurenciájával és árnyalásával kiszoríthatja a kísérőfajokat a vegetációból. Ilyen folyamatok következhetnek be a gyepes felhagyása esetén is, ekkor a fajszám csökkenését az avarréteg felhalmozódása is felgyorsíthatja. Hasonló szituációt eredményezhet, amikor bizonyos humán eredetű zavarások érik az élőhelyet (túllegeltetés okozta erőteljes gyomosodás, degradáció, illetve inváziós fajok térhódítása).

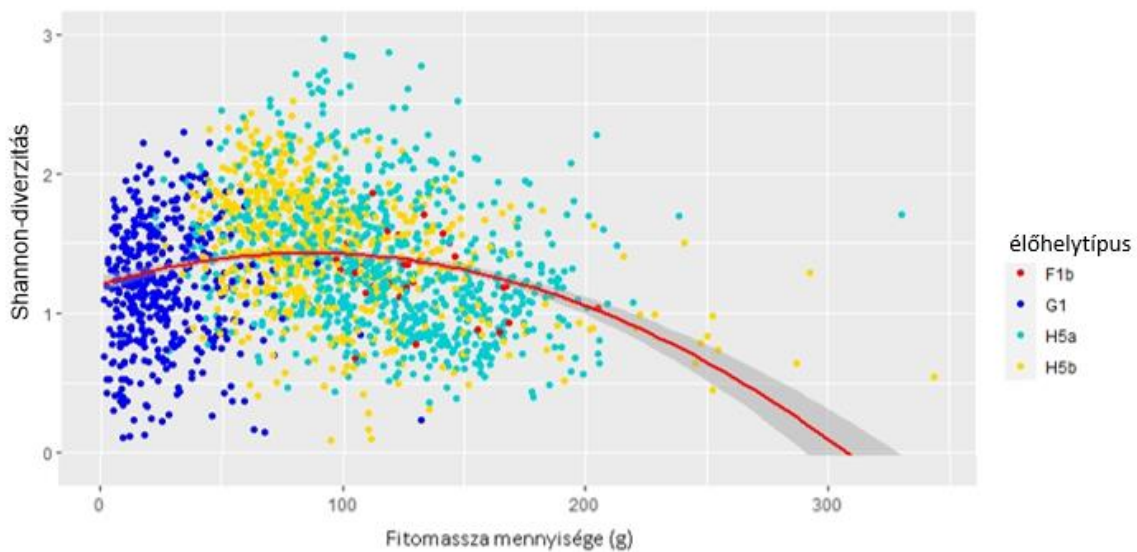


26. ábra. A fitomassza mennyisége és a fajszám közötti összefüggésre illesztett kvadratikus regresszió

Az illesztést elvégeztem hasonló módon az egyes kvadrátok Shannon-diverzitásával is, ebben az esetben is szignifikáns lett a regresszió ( $p < 0,01$ ), azonban az illeszkedés mértéke nagyon alacsony volt ( $R^2 = 0,059$ ) (27. ábra).

A fent bemutatott esetekben a szignifikáns esetek alatt mindig a regresszióhoz tartozó  $p$  értékek alapján minősítettem a szignifikanciát. Azonban figyelembe kell vennünk, hogy a Holm-korrektúra post-hoc végrehajtása után a  $p$  értékek jelentősen növekedtek, mindössze alig néhány esetben maradtak szignifikánsak az illesztések. A korrigált  $p$  értékeket minden esetben szerepeltettem a táblázatokban. Bár statisztikai szempontból a vizsgált összefüggések érvényessége jelentősen romlott, terepi ökológiai szempontból mégis indokoltan tartottam a fenti eredmények bemutatását. Ennek oka, hogy az egyes ábrák biológiai szempontból mégis tartogatnak érdekes információt. Ezek közül az egyik legérdekesebb pont a görbék alakját módosító és a többi adatponttól eltérő viselkedésű outlier pontok tanulmányozhatósága és ezek feltételezhetően érdekes szerepe a vizsgált életközösségek működésében. Bár ezen pontok az exploratív adatelemzés során számos esetben outlier értéknek minősülhetnek és statisztikai megfontolások alapján elhagyásra kerülnek, terepi botanikai szempontból feltételezhetjük, hogy ezek fontos információval szolgálhatnak az állomány belső működési mechanizmusairól. Ezen dinamikák részletekbe menő vizsgálata túlmutat dolgozatom témaválasztásán.

A fejezet végén fontos megemlíteni még, hogy dolgozatom elsődleges témája a fitomassza térbeli variációjának vizsgálata, így nem volt célom, hogy a fitomassza mennyiségének és a diverzitás vagy a fajszám viszonyainak alakulását részletesen, minden szempontra kiterjedően elemezzem. A jelenlegi exploratív jellegű vizsgálatnak az volt a célja, hogy előzetes információkat szerezzek a vizsgálati területek esetében a vizsgált változók összefüggéseiről. Ezek az eredmények alkalmasak lehetnek a jövőbeni, célzott vizsgálatok megalapozásához és vizsgálandó hipotézisek felállításához.

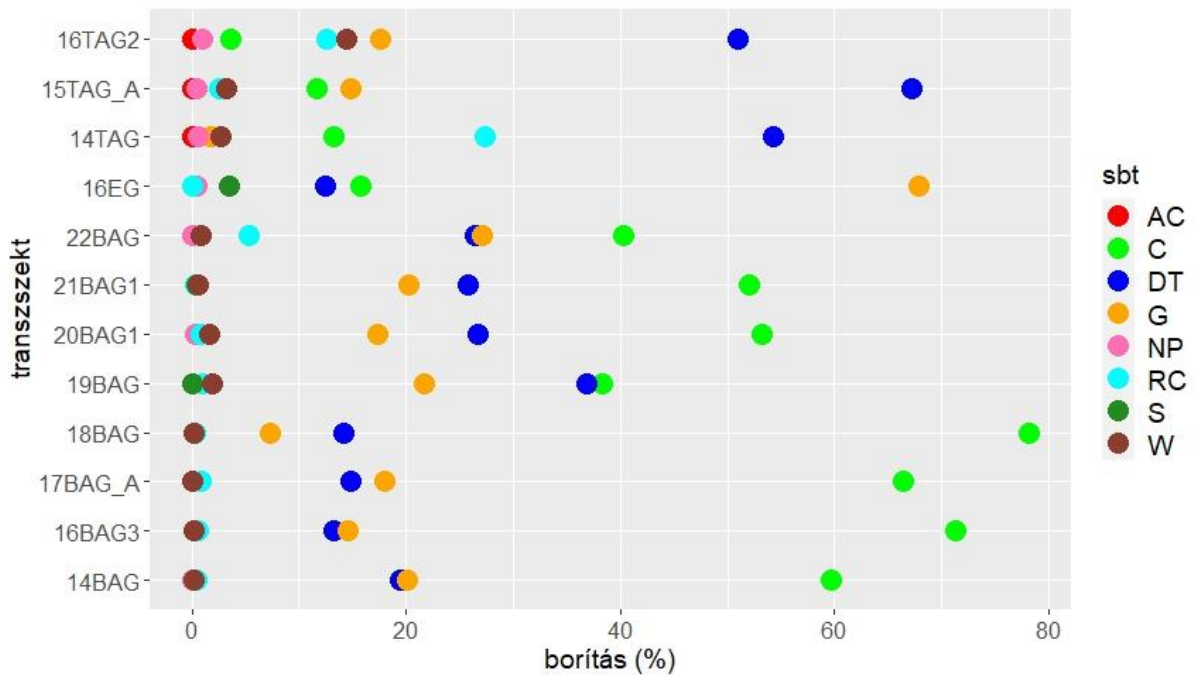


27. ábra. A fitomassza mennyisége és a Shannon-diverzitás közötti összefüggésre illesztett kvadratikus regresszió

#### 4.7.3. Az egyes mintaterületek vegetációjának szociális magatartás-típusok szerinti értékelése

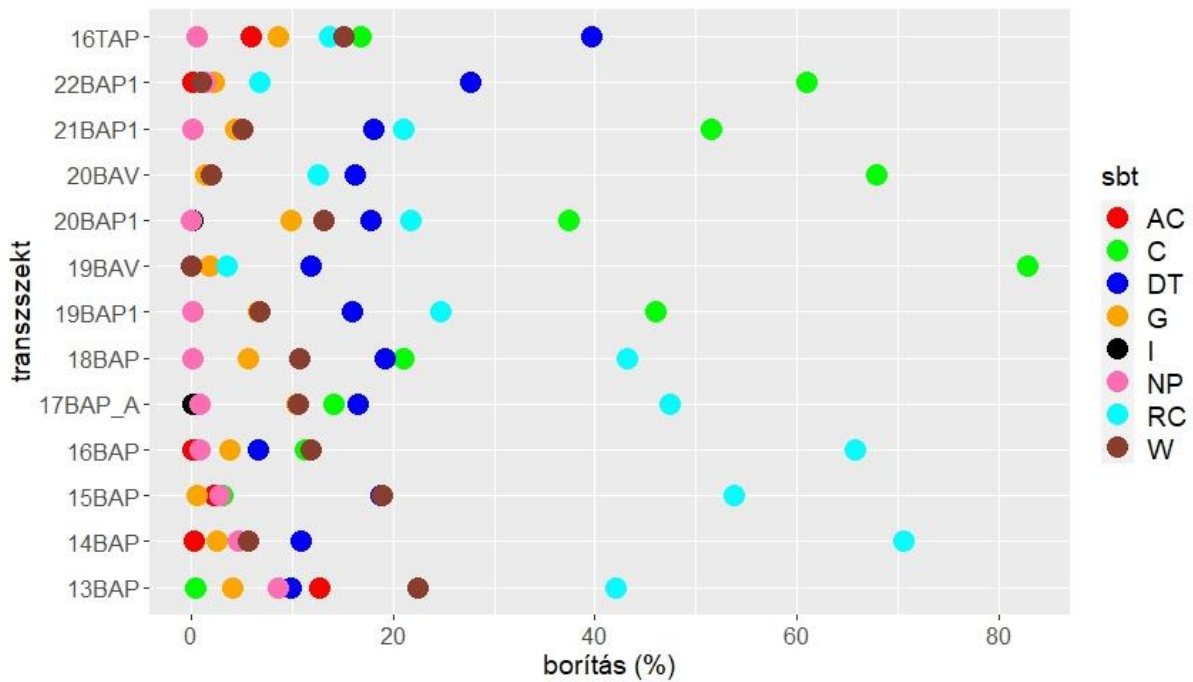
A **lössgyepek és kötött talajú sztyepprétek (H5a)** esetében Battonyán gyeppen felvett transzszektekben (28. ábra) az összes esetben a kompetitorok (főként a társulásalkotó *Festuca valesiaca*, kisebb arányban a *Bromus inermis*) domináltak, őket követték a generalisták (pl. *Carex praecox*, *Fragaria viridis*, *Koeleria cristata*, *Teucrium chamaedrys*) és a természetes zavarástűrő fajok (pl. *Galium verum*, *Poa angustifolia*, *Elymus hispidus*, *Salvia nemorosa*). A mintavétel első időszakában (2014-2018) magasabb volt a kompetitorok borítása (60% vagy annál több), a generalista fajoké 20% körül alakult. A 2019-es évtől kezdve csökkent a különbség a csoportok között, a kompetitorok aránya kissé lecsökkent, a természetes zavarástűrőké megnőtt, a generalisták aránya közel hasonlóan alakult, mint a korábbi években. A zavartabb élőhelyekre jellemző kategóriák (gyomok, ruderalis kompetitorok) fajai kis mennyiségben voltak jelen. A gyomok közül kiemelhető a *Lathyrus tuberosus* és a *Viola arvensis*, a ruderalis kompetitorok közül pedig a *Convolvulus arvensis* és a *Cynodon dactylon*. A 2019-től 2022-ig terjedő időszakban megfigyelhető a kompetitorok mennyiségének csökkenése, és a generalisták arányának növekedése, amely magyarázható a csapadékosabb évek elmaradásával és az aszályos évek gyakoribbá válásával. 2022 nagyon aszályos év volt, ennek következtében a gyepek felnyílása lehetővé tette a ruderalis kompetitorok mennyiségének növekedését.





28. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a battonyai (BAG-vel jelölt transzszektek), az esztergomi (EG-vel jelölt transzszektek) és a tiszalpäri (TAG-vel jelölt transzszektek) mintaterületen gyepen a különböző években (2014-2022) felvett transzszektekben

A parlagokon felvett transzszektekben (29. ábra) Battonyán a gyepetől nagyban eltérő mintázatot találunk. Több kategória van jelen a parlagon, mint a gyepben, és ezek eloszlása is eltérő. A szukcesszió korai szakaszában (2018-ig) a ruderalis kompetitorok dominálnak. Ez 2013-ban a *Cirsium arvense* magas borításának köszönhető, ezt a fajt 2014-ben leváltja a *Bromus sterilis*, 2015-ben a *Cirsium* borítása kissé megnő, de továbbra is a *Bromus sterilis* a domináns, 2016-ban számottevő borítással van jelen a *Calamagrostis epigeios* is. 2017-ben és 2018-ban is ez a három faj volt domináns, egyre csökkenő borításokkal. 2019-től a kompetitorok vették át a ruderalis kompetitorok helyét, ezen a kategórián belül az *Alopecurus pratensis* érte el a legnagyobb borítást, kisebb mennyiségben a *Festuca valesiaca* is jelen volt. 2020-ban, a *Festuca valesiaca* borítása már meghaladta az *Alopecurus*-ét, és 2021-ben és 2022-ben tovább növekedett a borítása. A zavarástűrő fajok mennyisége kismértékű növekedést mutatott az évek során ennek a kategóriának meghatározó fajai a *Bromus* fajok (főként a szukcesszió kezdeti fázisában), a *Medicago lupulina*, a *Poa trivialis*, és a *Galium verum*, amelynek mennyisége növekedő tendenciát mutat a szukcesszió előrehaladtával, ahogy a parlag vegetációja egyre inkább konvergál az ösgyepéhez, és megjelennek a céltársulásra jellemző fajok. A szukcesszió elején a gyomok aránya is magasabb, ebben a kategóriában a legnagyobb borítást elérő fajok a *Crepis rheoadifolia* és *pulchra*, a *Matricaria maritima*, a *Carduus acanthoides* és a *Sonchus asper*. A generalisták mennyisége kismértékű fluktuációt mutat, a kategória meghatározó fajai a *Fragaria viridis*, a *Teucrium chamaedrys*, a *Rumex stenophyllus* és a *Verbascum austriacum*. A szukcesszió korai fázisaiban jelen vannak az adventív kompetitor fajok, 2003-ban értek el relatíve magas borítást, amely a *Stenactis annua* és a *Sylibum marianum* jelenlétének köszönhető, 2014-ben kis borítással megjelent a *Conyza canadensis* is. A természetes pionírok aránya az első években magasabb volt, majd lecsökkent. Ebben a kategóriában a *Myosotis ramossissima*, a *Filago vulgaris* és a *Cerastium* fajok tartoznak.



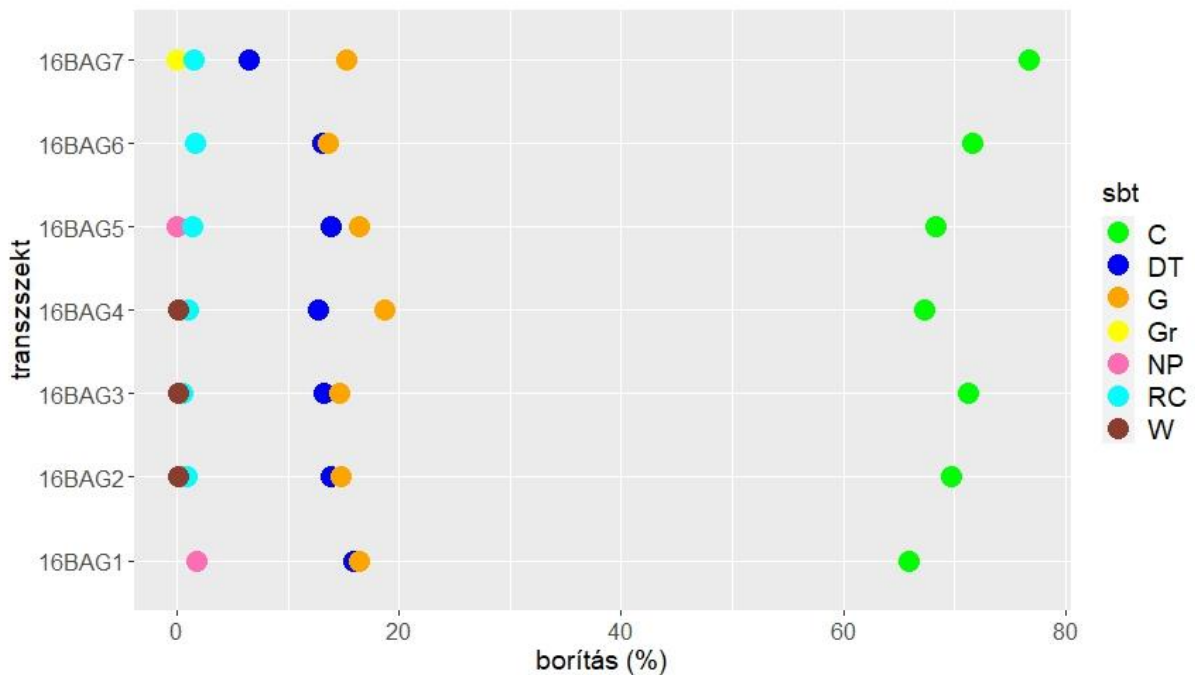
29. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a battonyai (BAP-vel jelölt transzszektek) és a tiszalpäri (TAP-vel jelölt transzszektek) mintaterületen parlagon a különböző években (2013-2022) felvett transzszektekben

Az esztergomi területen a generalisták domináltak, ezen belül is a *Brachypodium sylvaticum* és az *Anthericum ramosum* voltak jelen a legmagasabb borítással, a kategória egyéb fajai a következők voltak: *Carex liparicarpos*, *Dorycnium herbaceum*, *Filipendula vulgaris*, *Helictotrichon pubescens*, *Koeleria cristata*. A társuláskötők (*Festuca rupicola*, *Carex humilis*, *Antoxanthum odoratum*, *Chrysopogon gryllus*) jóval alacsonyabb borítást értek el. Kiseb arányban megjelentek a specialisták (*Stipa borysthena*, *Pulsatilla nigricans*, *Inula oculus-christi*, *Onobrychis arenaria*), a ruderalis kompetitorok (*Cynodon dactylon*) és a természetes pionírok (*Erysimum diffusum*, *Sedum sexangulare*) is.

Tiszalpäron a gyepen és parlagon felvett transzszektek között nem mutatkozott számottevő különbség (28. ábra – gyepék, 29. ábra – parlagok). Mindegyik típusban a természetes zavarástűrők voltak többségben, a gyepeken a *Poa angustifolia*, a *Plantago lanceolata*, a *Galium verum* és a *Vicia angustifolia* érték el a legmagasabb borítást, a parlagon pedig a *Bromus hordeaceus*, a *Poa angustifolia*, a *Plantago lanceolata* és a *Vicia angustifolia*. A 2014-ben felvett gyeppel kissé elkülönül a többitől, itt magasabb volt a ruderalis kompetitorok (az *Elymus repens* és a *Cynodon dactylon*) aránya, a generalistáké (pl. *Carex divisa*, *Achillea setacea*, *Phleum phleoides*) pedig alacsonyabb. Az agresszív tájidegen fajok (*Ambrosia artemisiifolia*, *Conyza canadensis*, *Solidago gigantea*, *Stenactis annua*) és a gyomok (pl. *Crepis rheadifolia*, *Lathyrus tuberosus*, *Melandrium album*, *Melilotus officinalis*) aránya is relatíve magas volt a parlagon.

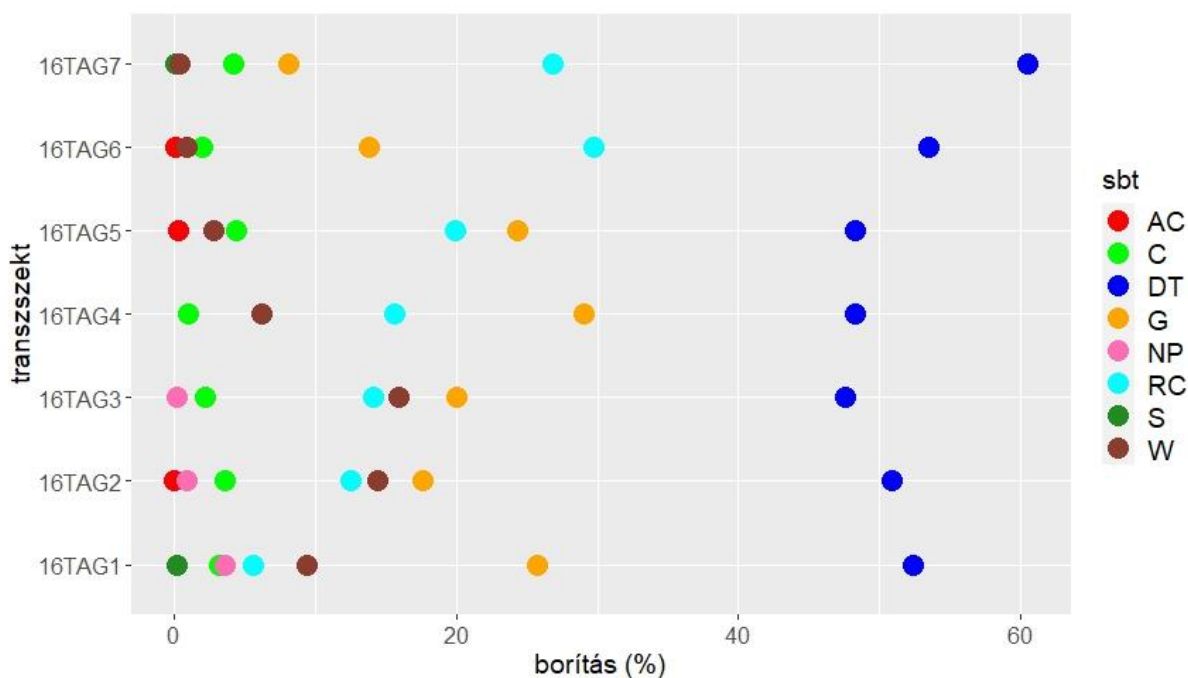
A 2016-os évben áprilistól októberig havonta megismételték a mintavételt Battonyán és Tiszalpäron. Battonyán (30. ábra) a *Festuca valesiaca* borítása a vegetációs időszak elején növekedett, majd egy júniusi csúcspont után csökkenni kezdett, ezután augusztustól ismét emelkedő tendenciát mutatott, az októberi borítási értéke kissé meghaladta a júniusban mért értéket. A generalisták és a természetes zavarástűrők borításában nem mutatkoztak nagy fluktuációk, az októberi mintát kivéve, amikor a generalista fajok aránya kissé lecsökkent, a *Galium verum* borításának enyhe visszaesése következett. A vegetációs időszak elején még

látható a kistermetű egyéves fajok (*Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium* fajok) jelenléte a természetes pionírok kategóriában, a vegetációs időszak előrehaladtával azonban ezek a fajok eltűnnek a gyeptől (kivéve az augusztusi transzszektekben, ahol a *Trifolium striatum* megjelenik).



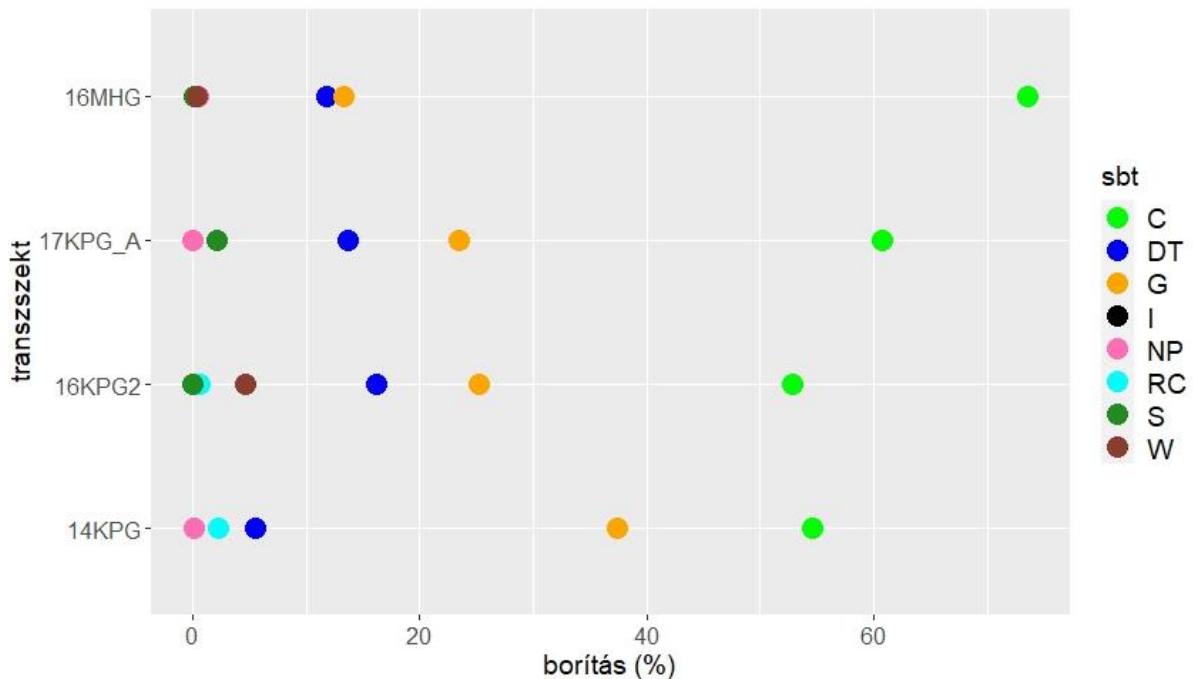
30. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a battonyai mintaterületen a havonta megismételt gyeptranszszektekben 2016-ban (A transzszektek jelölő kód utolsó számjegye a felvétel időpontját jelöli: 1: április, 2: május, 3: június, 4: július, 5: augusztus, 6: szeptember, 7: október)

Tiszaalpáron mindegyik időpontban a természetes zavarástűrők érték el a legnagyobb borítást (31. ábra), azonban mennyiségük a vegetációs időszak kezdetén magasabb volt, majd csökkenésnek indult, szeptembertől kezdett újra növekvő tendenciát mutatni. A generalisták mennyisége is ingadozott, egy júliusi csúcs után csökkenni, kezdett, ezzel párhuzamosan nőtt a ruderalis kompetitorok részesedése. A gyomok aránya a vegetációs időszak elején volt magasabb, júliustól csökkenő tendenciát mutatott, ezt elsősorban a *Lathyrus tuberosus* borításának változása okozta. A vegetációs időszak elején még jelen voltak a természetes pionírok, azonban ezek a fajok júliustól eltűntek a gyeptől.



31. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a tiszalpäri mintaterületen a havonta megismételt gyepranszszektekben 2016-ban (A transzszektek jelölő kód utolsó számjegye a felvétel időpontját jelöli: 1: április, 2: május, 3: június, 4: július, 5: augusztus, 6: szeptember, 7: október)

A **homoki sztyeprétek (H5b)** közül Kunpeszéken gyepekben és parlagokon felvett transzszektek között jól látszik a különbség a szociális magatartástípusok alapján (32. ábra). A gyepekben a kompetitorok érték el a legmagasabb borítást, a domináns fajok a *Chrysopogon gryllus*, a *Molinia coerulea* és a *Festuca rupicola* voltak, de előfordult a *Festuca pratensis* és a *Holoschoenus romanus* is. Magas volt a generalisták aránya is, ide tartozik pl. az *Betonica officinalis*, a *Carex* fajok, a *Centaurea jacea*, a *Genista tinctoria* és a *Serratula tinctoria*. Sok természetes zavarástűrő fajt is találunk a gyepekben: *Achillea setacea*, *Dactylis glomerata*, *Galium verum*, *Ononis spinosa*, *Poa angustifolia*, *Plantago lanceolata* és *media*, *Vicia angustifolia*. A gyomok és a ruderalis kompetitorok aránya alacsony volt.



32. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a kunpeszérei (KPG-vel jelölt transzszektek) és a mórachalmi (MHG-vel jelölt transzszektek) mintaterületen gyepekben a különböző években (2014-2017) felvett transzszektekben

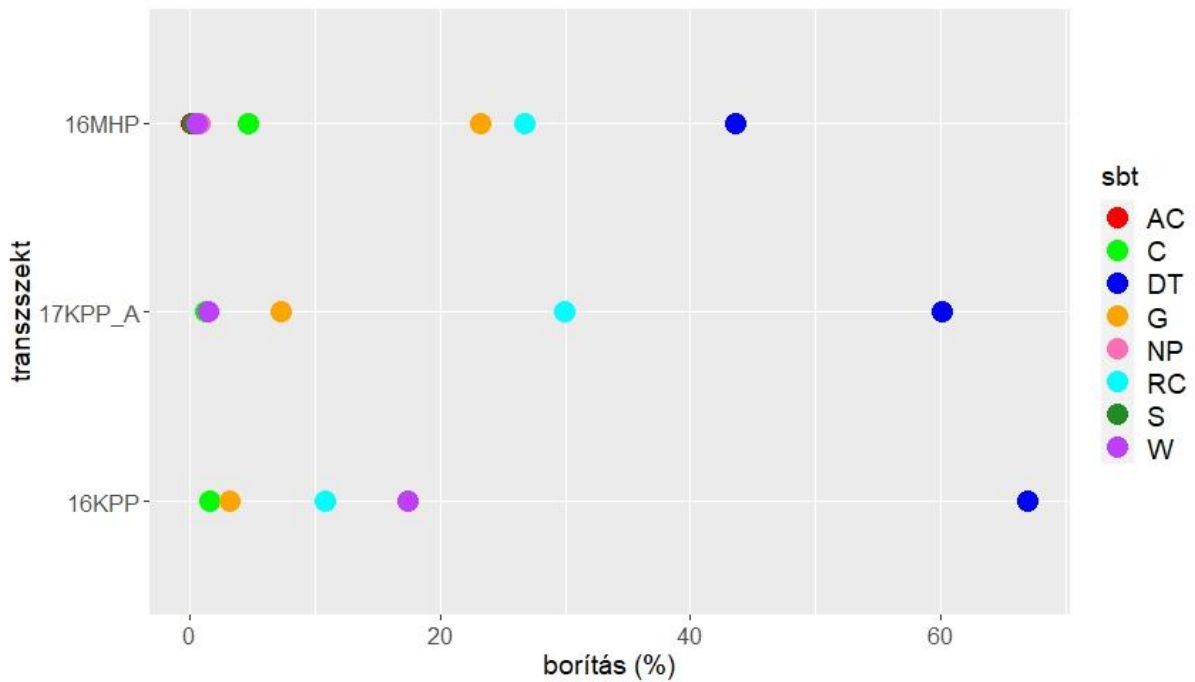
A parlagokon (33. ábra) ezzel szemben a természetes zavarástűrők voltak többségben, a transzszektekben előforduló fajok nagy része ebbe a kategóriába tartozik. Közülük a legmagasabb borítást a *Poa angustifolia* érte el, de megemlítendő még a *Galium verum*, az *Inula britannica*, a *Lotus corniculatus*, a *Medicago lupulina* és a *Vicia angustifolia* is. A 2016-ban felvett transzszektekben a gyomok aránya volt magasabb (az ide tartozó fajok: *Melilotus albus* és *officinalis*, *Cichorium intybus*, *Lactuca serriola*), a 2017-es transzszektekben pedig a ruderális kompetítorok domináltak (elsősorban a *Calamagrostis epigeios*, de jelen volt a *Cirsium arvense*, a *Taraxacum officinale* és a *Convolvulus arvensis* is).

A domináns kategória tekintetében Mórachalmon is jól látható a különbség a gyepek és parlagok között (32. ábra – gyepek, 33. ábra - parlag). A gyepekben a kompetítorok voltak többségben, amely a domináns faj, a *Chrysopogon gryllus* magas borításának köszönhető. Kiseb borítással a másik társulásképző faj, a *Festuca rupicola* is jelen volt. Alacsony volt a generalisták (pl. *Carex liparicarpos*, *Centaurea jacea*, *Hypochoeris maculata*, *Koeleria cristata*, *Salvia pratensis*) és a természetes zavarástűrők (*Dactylis glomerata*, *Achillea pannonica*, *Galium verum*, *Medicago falcata*) aránya. A parlagon a zavarástűrők voltak többségben, a legmagasabb borítást elérő fajok itt a *Poa angustifolia*, a *Picris hieracioides* és a *Dactylis glomerata* voltak. Magas volt a ruderális kompetítorok (pl. *Elymus repens*, *Calamagrostis epigeios*, *Cirsium arvense*) és a generalisták (pl. *Senecio erucifolius*, *Rhinanthus serotinus*) aránya is.

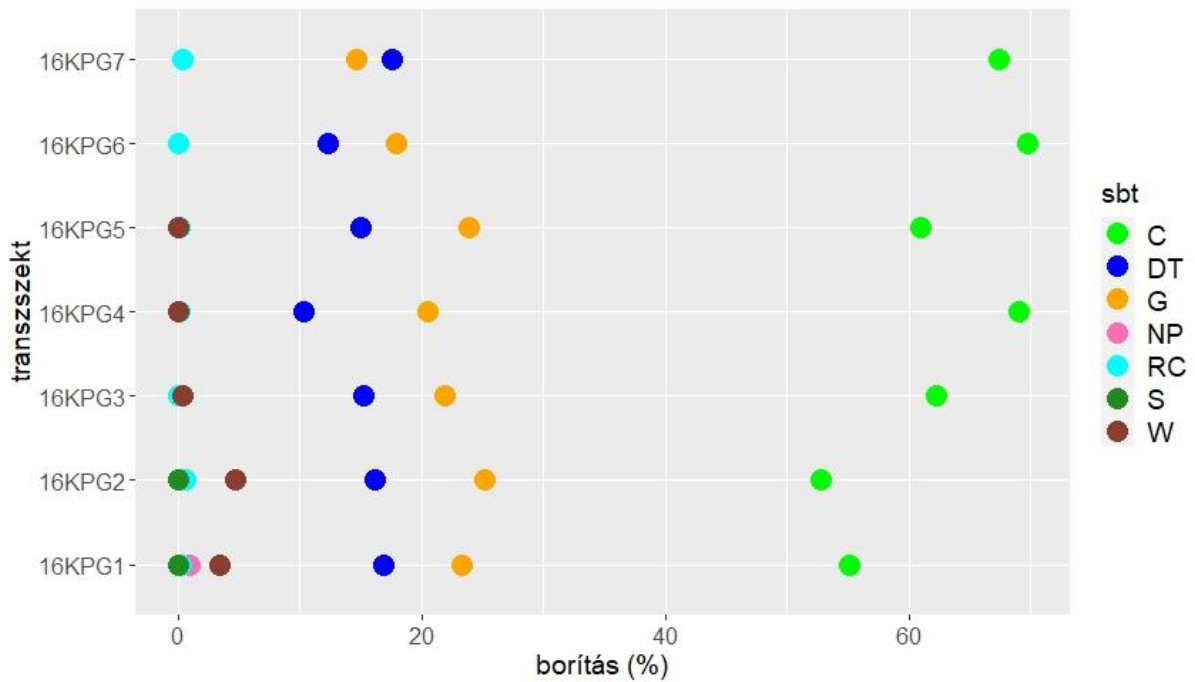
Kunpeszéren is elvégeztem a szezonális dinamikát vizsgáló, havonta megismételt mintavételt (34. ábra). A kompetítorok mennyisége ingadozást mutat az egyes mintavételek között: tavasszal alacsonyabb volt, majd megnövekedett, egy júliusi és egy szeptemberi csúcsot mutat. Ez a mintázat kisebb mértékben megismétlődik a generalisták és a természetes zavarástűrők esetében is. A vegetációs időszak elején még látható a természetes pionírok kategóriájába tartozó tavaszi egyéves fajok (*Arenaria serpyllifolia*, *Erophila verna*, *Myosotis stricta*), valamint specialista fajokat képviselő *Ophrys speghodes* jelenléte.

A legelési gradiens mentén 2017-ben végzett mintavétel eredményei alapján (35. ábra) számottevő különbségek nem látszanak a különböző intenzitással legelt, illetve kaszált terület

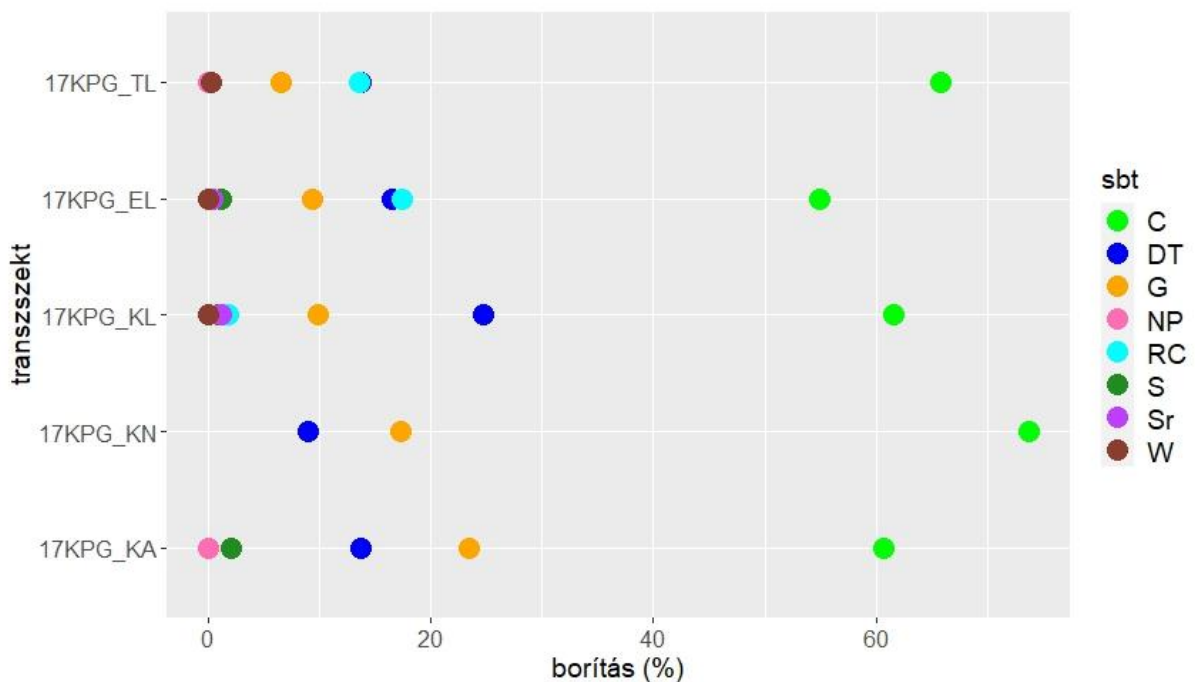
mintázatában. Az erősen legelt és a túllegelt területen megfigyelhető a ruderális kompetítorok arányának növekedése, a nem kezelt területen pedig a specialisták és természetes pionírok hiánya, amelyek azonban a kaszált transzszektben jelen voltak. Sokkal markánsabban elkülönülnek az egyes kezelések, ha a gyepek finomléptékű szerkezetét, valamint a működést jellemző paramétert, a fitomassza CV%-át vizsgáljuk, amint arról a 4.11. fejezetben lesz szó. Ez az eset jó példája annak a jelenségnek, hogy a zavarás hatására a gyepek textúrája kezd szétesni, degradálódni, azonban a nagyobb léptékben dolgozó ökológiai módszerekkel ezt még nem lehet kimutatni, mikrocönológiai módszerekkel vizsgálva azonban már látszanak a gyepek leromlásának jelei.



33. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a kunpeszéri (KPP-vel jelölt transzszekt) és a mórahalmi (MHP-vel jelölt transzszekt) mintaterületen gyepekben a különböző években (2014-2017) felvett transzszektben



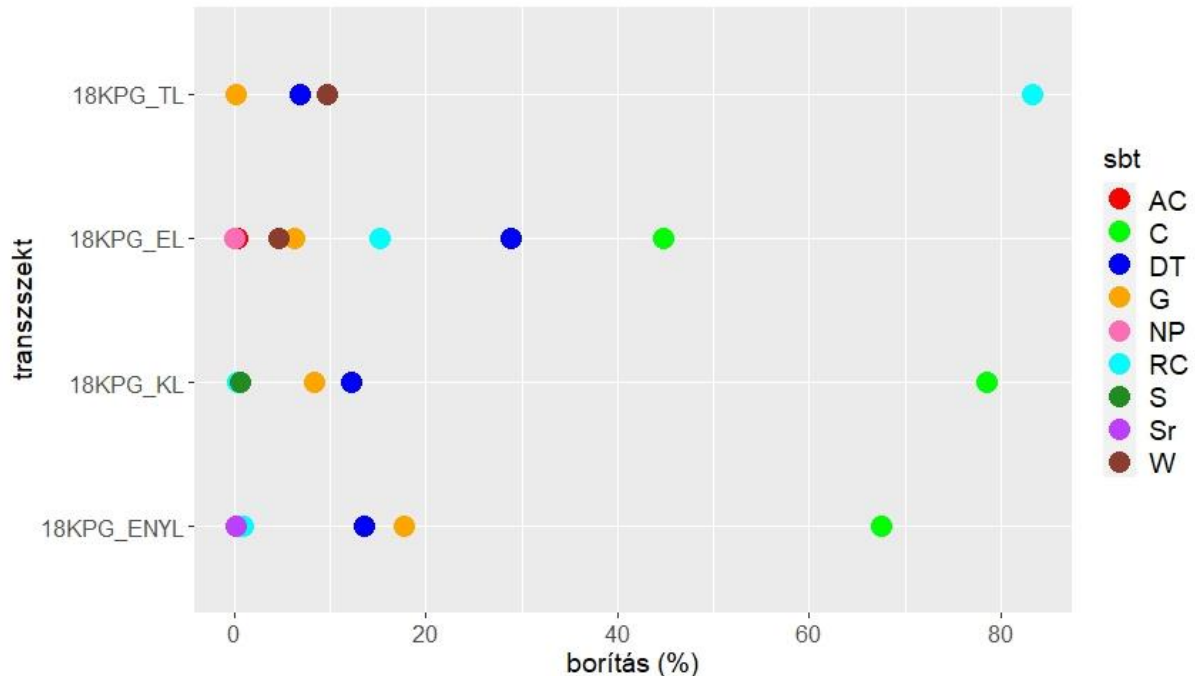
34. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a kunpeszéri mintaterületen a havonta megismételt gyepranszszektekben 2016-ban (A transzszektek jelölő kód utolsó számjegye a felvétel időpontját jelöli: 1: április, 2: május, 3: június, 4: július, 5: augusztus, 6: szeptember, 7: október)



35. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a kunpeszéri mintaterületen a legelési gradiens mentén 2017-ben felvett transzszektekben (A transzszektek nevében a 17KPG után szereplő kódok jelentik a különböző kezeléseket: KA – kaszált, KN – kezelés nélkül, KL – közepesen legelt, EL – erősen legelt, TL - túllegelt)

A következő évben felvett gradiens már kontrasztosabb mintázatot mutatott (36. ábra), a túllegelt terület nagyon degradált volt a cönológiai felvételek alapján, a ruderalis kompetitorok (*Amaranthus retroflexus* és *Chenopodium album*) szinte egyeduralmodók voltak a

transzszektben, a gyomok, természetes zavarástűrők és a generalisták minimális borítással voltak jelen. Az erősen legelt transzszektben még jelen voltak a kompetítorok, azonban a kevésbé intenzíven legelt kvadrátokhoz képest itt is magasabb volt a ruderalis kompetítorok aránya. Az enyhén és a közepesen legelt transzszekttek között nem volt ezzel a módszerrel kimutatható jelentő különbség.



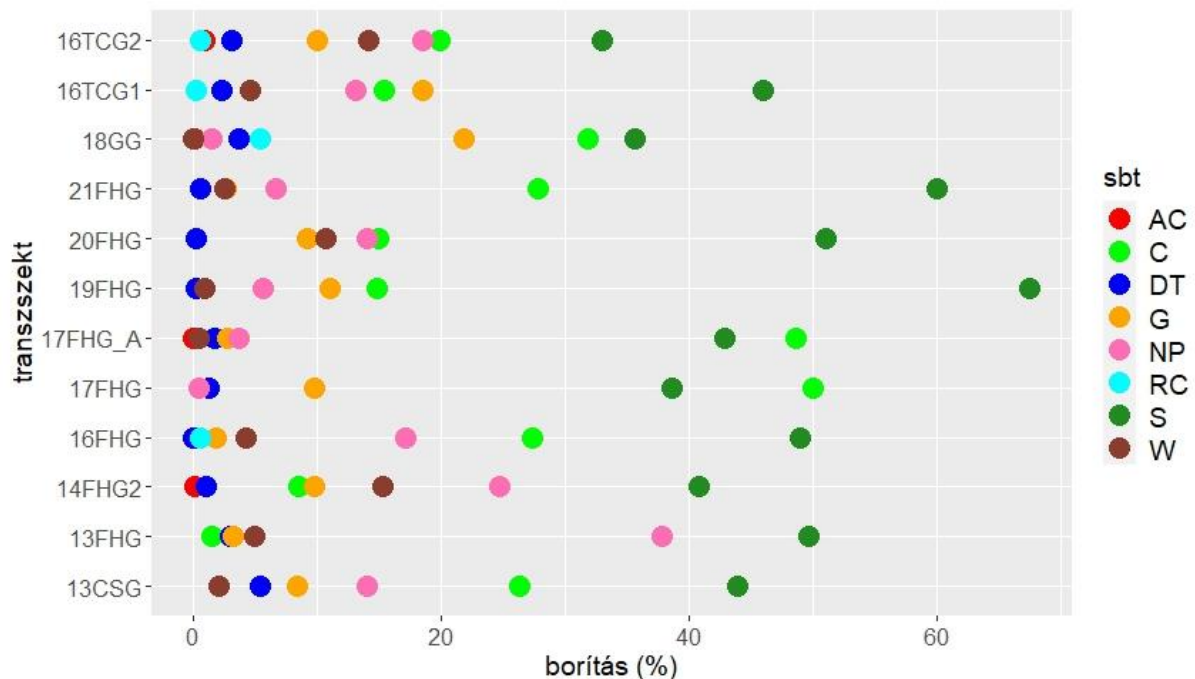
36. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a kunpeszéri mintaterületen a legelési gradiens mentén 2018-ban felvett transzszekttekben transzszekttekben (A transzszekttek nevében a 18KPG után szereplő kódok jelentik a különböző kezeléseket: ENYL – enyhén legelt, KL – közepesen legelt, EL – erősen legelt, TL - túllegelt)

A nyílt homokpusztagyeppek (G1) esetében a csévharaszi és a gönyűi nyílt homoki gyepben egyaránt a specialisták domináltak (37. ábra), amely az egyik fő társulásalkotó faj, a *Stipa borysthenica* magas borításának köszönhető, de ebbe a kategóriába tartoznak a társulásra jellemző kétszikűek is, mint az *Alyssum tortuosum*, az *Euphorbia seguieriana*, a *Fumana procumbens* és a *Gypsophila paniculata*. A második legmagasabb borítást elérő kategória a kompetítoroké, ebbe tartozik a másik társulásalkotó faj, a *Festuca vaginata*, valamint a *Koeleria glauca* is. Csévharasztton a természetes pionírok érték még el magasabb borítást, ez elsősorban a *Poa bulbosa*-nak köszönhető, de jelen volt több, ebbe a kategóriába tartozó faj is (*Kochia laniflora*, *Lithospermum arvense*, *Polygonum arenarium*, *Secale sylvestris*). Viszonylag alacsony borítással jelentek meg a generalisták (előforduló fajok: *Artemisia campestris*, *Minuartia verna*, *Teucrium chamaedrys*), a természetes zavarástűrők (pl. *Bromus tectorum*, *Chondrilla juncea*, *Galium verum*, *Salsola kali*) és a gyomok (*Holosteum umbellatum*, *Viola arvensis*, *Descurainia sophia*).

Gönyűn a generalisták mennyisége meghaladta a természetes pionírokét, amely a felvételezés időpontjának köszönhető, ugyanis itt a csévharaszi mintaterülettel ellentétben nem májusban, hanem júliusban készült a felvétel, amikor ezek a természetes pionír (korai egyéves) fajok fenológiai tulajdonságaik miatt már nagyrészt elszáradtak. Gönyűn a *Poa bulbosa* képviseli ezt a kategóriát, amely alacsony borítással jelen volt a területen. A generalisták közül kiemelendők az alábbi fajok: *Carex liparicarpos*, *Phleum phleoides*, *Inula salicina*, *Potentilla arenaria*.



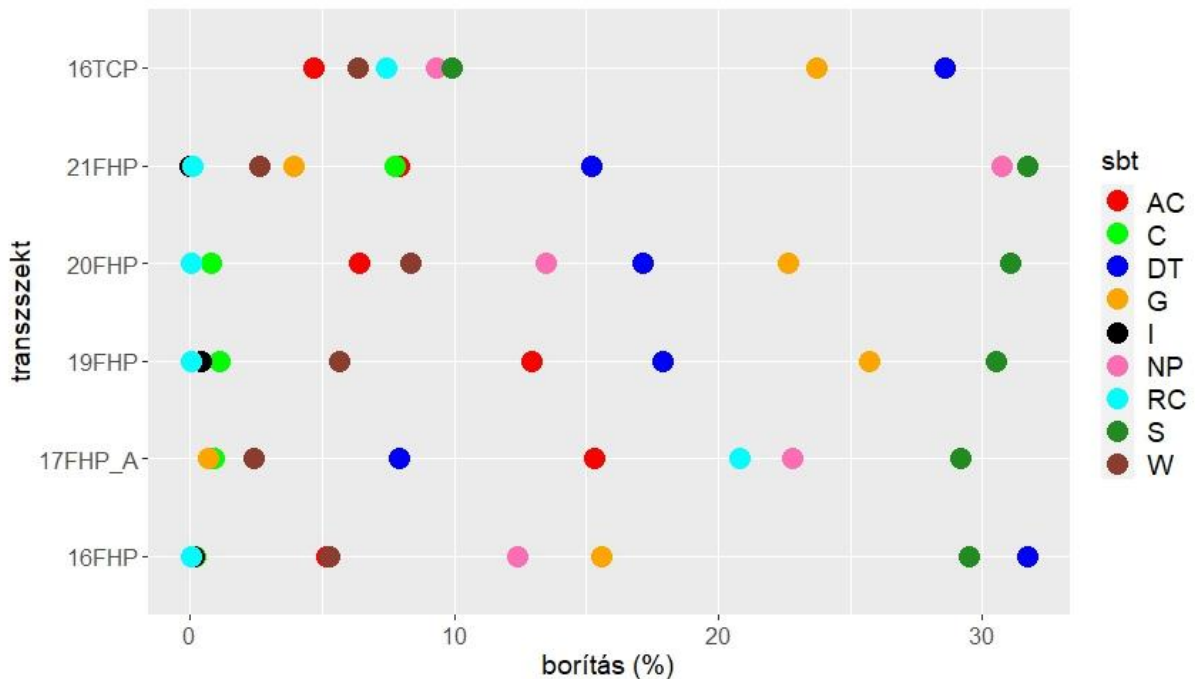
Ebben a transzszektben megjelentek ruderális kompetítorok is (*Calamagrostis epigeios* és *Cynodon dactylon*).



37. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a csévharaszi (CSG-vel jelölt transzszekt), a fülöpházi (FHG-vel jelölt transzszekt), a gönyői (GG-vel jelölt transzszekt) és a tecei (TC-vel jelölt transzszekt) mintaterületeken a különböző években (2013-2021) gyekben felvett transzszektben

Fülöpházán a gyekben felvett transzszektben az előzőekben leírt nyílt homoki gyekre jellemző mintázatot találjuk az SBT kategóriák tekintetben. Egy kivétellel (17FHG\_A) minden transzszektben a specialisták voltak többségben, a társulásalkotó *Stipa borythenica* magas borításának köszönhetően. A *Stipa* mellett több, alacsonyabb borítást elérő specialista faj is jelen volt: *Euphorbia segueriana*, *Equisetum ramosissimum*, *Gypsophila paniculata*, *Syrenia cana*, *Tragopogon floccosus*. A 2017-ben felvett transzszektben a kompetítorok domináltak, ennek a kategóriának a borítását a másik társulásalkotó faj, a *Festuca vaginata* adta. A társulásra jellemző még a természetes pionírok viszonylag magas aránya, ebben a kategóriában a következő fajok fordultak elő a területen: *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium semidecandrum*, *Acinos arvensis*, *Erophila verna*, *Kochia laniflora*, *Myosotis stricta*. A transzszekt a generalista fajok és a gyomok borításának tekintetében mutatnak eltéréseket.

A Tecén két transzszekt került felvételezésre gyekben és egy parlagon. A gyekben a nyílt homokpusztagyekre jellemző mintázat figyelhető meg a specialisták dominanciájával, amelyet ebben az esetben is a *Stipa borysthenica* alakít ki, és ehhez a 16TCG1 transzszektben hozzájárul az *Alkanna tinctoria* is. További fontos csoportok a kompetítorok (*Festuca vaginata*), természetes pionírok (pl. *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium semidecandrum*, *Plantago arenaria*, *Erophila verna*, *Myosotis stricta*), generalisták (pl. *Artemisia campestris*, *Centaurea arenaria*, *Medicago minima*, *Potentilla arenaria*) és a gyomok (*Crepis rheadifolia*, *Holosteum umbellatum*, *Viola arvensis*), amelyek a két transzszektben eltérő arányban jelennek meg. A természetes zavarástűrők (*Bromus hordeaceus*, *Salsola kali*, *Botriochloa ischaemum*) és a ruderális kompetítorok (*Cynodon dactylon*) aránya alacsony volt mindkét transzszektben.



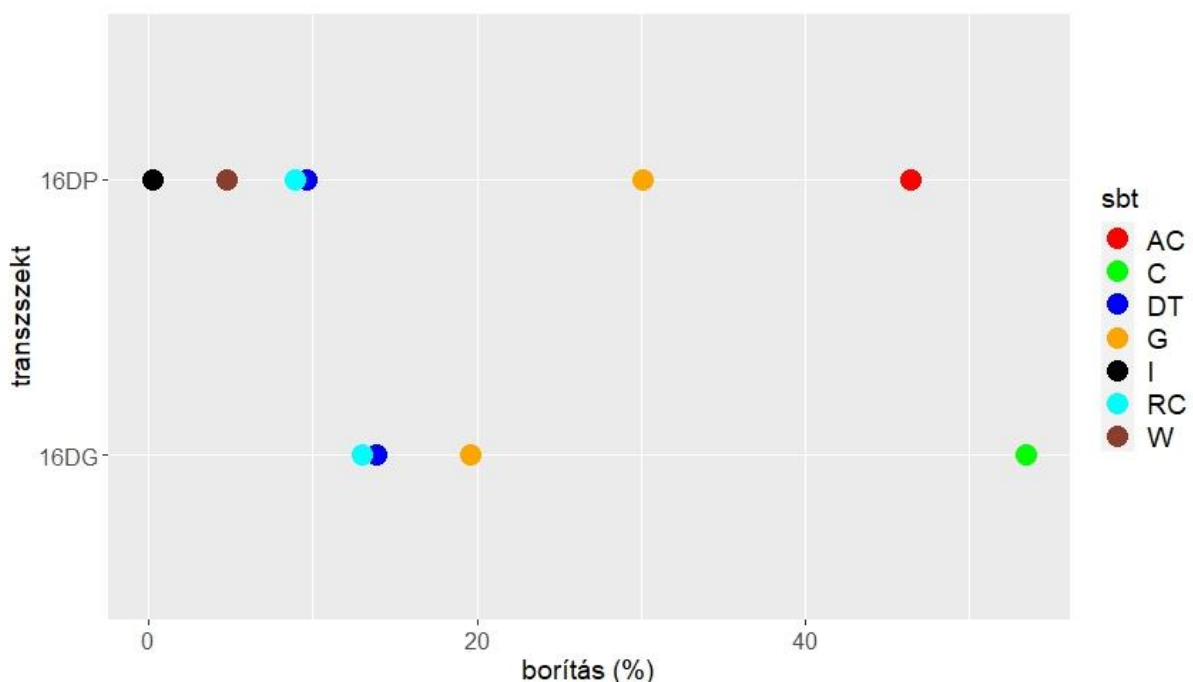
38. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a fülöpházi (FHP-vel jelölt transzszektek) és a tecei (TCP-vel jelölt transzszektek) mintaterületeken a különböző években (2016-2021) parlagokon felvett transzszektekben

A parlagok esetében (38. ábra) Fülöpházán kissé eltérő képet láthatunk, főleg az egyes kategóriák egymáshoz viszonyított borításai tekintetében. A gyepekben nagy volt a különbség az első két kategória, a specialisták és a kompetítorok, valamint a többi kategória között, a parlagokon sokkal kiegyenlítettebbek az arányok. Ennek oka lehet, hogy a parlagok jobb termőhelyi körülmények között helyezkednek el, mint a nyílt homoki gyepek, a talaj humusztartalma kissé magasabb, ezért magasabb fajszámmal és borítással rendelkező vegetáció alakult itt ki. A *Stipa borysthenea* borítása ezekben a transzszektekben is meghatározó, így egy kivétellel itt is a specialisták dominálnak. A kivétel a 2016-ban felvett transzszektek, ahol a *Bromus tectorum* magas borítása miatt a természetes zavarástűrők voltak többségben. Itt is jellemző a természetes pionírok nagyobb arányú jelenléte, a kategóriába tartozó fajok ugyanazok, mint a gyepek esetében. A gyepekhez képest eltérés azonban az agresszív tájidegen fajok (*Asclepias syriaca*, *Coryza canadensis*) megjelenése.

A tecei parlagon a természetes zavarástűrő fajok domináltak (ezen belül is a *Bromus tectorum* és a *Poa angustifolia* érték el a legmagasabb borítást), őket követték a generalisták (pl. *Carex stenophylla*, *Artemisia campestris*, *Phleum phleoides*, *Potentilla arenaria*). A többi kategória relatíve alacsony borítással volt jelen, a gyepekhez képest a ruderalis kompetítorok (*Elymus repens*, *Calamagrostis epigeios*) és az agresszív tájidegen fajok (*Asclepias syriaca*) aránya magasabbnak mutatkozott, ezzel szemben a természetes pioníroké és a specialistáké alacsonyabb volt.

A **cickóros puszták (F1b)** esetében Dinnyésen összesen 2 db linea került felvételezésre, egy gyepeken, egy pedig parlagon (39. ábra). A két linea nagyon kontrasztosan eltérő eset volt. A gyepeken a kompetítorok aránya volt a legmagasabb, ebben a kategóriában a borítás legnagyobb részét a domináns faj, a *Festuca rupicola* adta, minimális borítással jelen volt még az *Agrostis stolonifera* is. A generalisták érték még el magasabb borítást, ennek a kategóriának fő fajai a *Thymus pannonicus*, a *Rhinanthus minor*, az *Achillea setacea* és a *Carex divisa* voltak. A következő kategória a természetes zavarástűrők, ide tartozik a legtöbb, ebben a transzszektekben előforduló faj, közülük is kiemelendő a *Dactylis glomerata*, a *Poa angustifolia*, a *Galium verum*

és a *Vicia angustifolia*. Kis mennyiségben a ruderalis kompetitorok is megjelennek, ezt a kategóriát két faj képviseli, a *Convolvulus arvensis* és a *Cynodon dactylon*. A parlagon ezzel szemben az adventív kompetitorok domináltak, ezen belül is az *Ambrosia artemisiifolia* volt jelen a legmagasabb borítással, kisebb arányban megjelent a *Conyza canadensis* és az *Echinochloa crus-galli*. A szintén nagy mennyiségben megjelenő generalisták közül a *Matricaria chamomilla* érte el a legnagyobb borítást, ezen kívül jelen volt még a *Mentha aquatica* és a *Lythrum salicaria* is. A természetes zavarástűrők és a ruderalis kompetitorok közel azonos borítással jelentek meg, előbbi kategóriába tartozik pl. *Ranunculus repens*, a *Rumex acetosa*, a *Potentilla argentea* és a *Plantago media*, utóbbiba pedig a *Chenopodium album*, a *Cirsium arvense* és az *Amaranthus retroflexus*. A gyomok sok fajjal, bár kisebb borítással képviseltették magukat, az ide tartozó fajok pl. az *Apera spica-venti*, a *Carduus acanthoides*, a *Chenopodium hybridum* és a *Crepis rhoadifolia* voltak. A meghonosodott idegen fajok kategóriáját egy faj, az *Eleagnus angustifolia* képviselte, amelynek magoncait néhány kvadrátban megtaláltam.



39. ábra. A fajok borításainak SBT kategóriák szerinti megoszlása a dinnyési mintaterületen felvett transzszektekben (16DG – gyep, 16DP - parlag)

A **mocsárrétek (D34)** élőhelytípusban Őrségben egy transzszekt került felvételezésre (erről nem készült ábra), amelyben a specialista fajok dominanciája figyelhető meg, ez a *Sanguisorba officinalis* magas borításának köszönhető. A második legmagasabb borítást elérő kategória a kompetitorok, ebben a kategóriában a *Deschampsia caespitosa*, a *Festuca rubra*, és a *Cynosurus cristatus* ért el magasabb borítást. A generalisták szintén nagy mennyiségben voltak jelen (pl. *Holcus lanatus*, *Briza media*, *Betonica officinalis*, *Ranunculus acris*, *Carex panicea*). Kisebb arányban ugyan, de előfordultak természetes zavarástűrő fajok is (pl. *Carex hirta*, *Centaurea jacea*, *Galium verum*, *Daucus carota*, *Juncus effusus*, *Leontodon hispidus*). A gyomok (*Crepis setosa*), a természetes pionírok (*Myosotis ramosissima*,) és a ruderalis kompetitorok (*Elymus repens*, *Taraxacum officinale*) aránya minimális.

**Összefoglalásképpen** a fentiek alapján a következő általános tendenciákat figyelhetjük meg a különböző típusú gyepek és parlagok cönológiai elemzése során:

- a löszgyepek esetében a battonyai, természetesebb állapotban levő sztyepprében a kompetítorok domináltak, az esztergomi gyepekben a generalisták, a tiszalpäri, zavartabb gyepekben pedig a természetes zavarástűrők
- Battonyán a parlagszukcesszió során a domináns ruderalis kompetítorok helyét átveszik a társulásalkotó fajok, a tiszalpäri parlagokon a gyepekhez hasonlóan a természetes zavarástűrők dominanciája látható
- Battonyán a szezonális dinamikában nem figyelhetők meg számottevő változások, míg Tiszalpäron a vegetációs időszak előrehaladtával a generalistákat felváltják a ruderalis kompetítorok
- a homoki sztyeprétek esetében a gyepekben a kompetítorok, míg a parlagokon a természetes zavarástűrők dominálnak
- Kunpeszéken a legelési gradiens mentén a nagyon kontrasztos esetekben (erősen legelt és túllegelt mintaterületek) kimutatható a gyepek kompozíciójának átalakulása (dominánsá válnak a ruderalis kompetítorok)
- a nyílt homokpusztagyepokban a specialisták borítása meghatározó, a gyepekben és a parlagokon egyaránt.

#### 4.8. A fajkompozíció hatása a fitomassza mennyiségére

A gyepeket alkotó fajok nem egyforma mennyiségben fordulnak elő az adott állományon belül, ebből logikusan következik, hogy a fitomassza mennyiségének kialakításában is eltérő súllyal vesznek részt. Az alábbiakban áttekintem, hogy élőhelyenként néhány, az adott vegetációtípusra reprezentatív transzszekt esetében mely fajok a legmeghatározóbbak a fitomassza mennyiségének kialakításában. Ehhez minden transzszektből bemutatom a transzszekt fitomasszájának átlagos értékéhez legközelebb eső (2 db átlagnál kisebb és 2 db átlagnál nagyobb), valamint a két legkisebb és a két legnagyobb fitomasszájú kvadrát cönológiai viszonyait, ezáltal következtetéseket tudok levonni a fajok eltérő jelentőségéről.

A löszgyepek és kötött talajú sztyeprétek esetében a battonyai mintaterületen a fitomassza mennyisége szempontjából a leginkább meghatározó pázsitfűfaj a *Festuca valesiaca*. A rendkívül aszályos 2022-es évben (22BAG - 20. melléklet) a *Festuca* borítása a korábbi évekhez képest lényegesen alacsonyabb volt. Az átlagos fitomassza-mennyiségű kvadrátok esetében a legnagyobb borítást jellemzően ugyanaz a 4-5 faj adja (jellemzően a *Galium verum*, a *Salvia nemorosa*, a *Knautia arvensis* és a *Teucrium chamaedrys*), a legnagyobb fitomassza-mennyiségű kvadrátok esetében jellemzően ezen fajok valamelyike ér el nagyobb borítást. A gyepek egyes foltjaiban a vegetáció borítása jelentősen lecsökken, az ilyen alacsony fitomassza-mennyiségű kvadrátok jellemzően a földikutyák által megtúrt területrészekre kerültek felvételezésre. A földikutyák túrásain a növényfajok visszatelepülésének meghatározott mikroszukcessziós sorrendje van. A visszánövényesedés első fajai a chamaephyta életformájú *Teucrium chamaedrys* és a *Thymus glabrescens*, így ahol ezek a fajok nagy borítással jelennek meg, valószínűsíthető a korábbi földikutyatúrás. A 2016-os évben (16BAG4 – 21. melléklet) hasonló a vizsgált kvadrátok fajösszetétele a 2022-es évhez, azonban figyelemre méltó különbség, hogy ebben az évben a *Festuca* jóval nagyobb mennyiségben fordult elő a területen. Ahogy azt a fitomassza mennyiségének térbeli variációjával foglalkozó fejezetben láttuk, 2016-ban a fitomassza mennyiségének térbeli CV%-a alacsony volt, amely feltehetően összefüggésben áll a *Festuca* nagyobb záródásával és a gyepek jobb záródásával. A parlag esetében 2013-ban (13BAP - 22. melléklet) még az átlagos fitomassza-mennyiségű kvadrátokban jellemzően a szukcesszió első éveire jellemző egy- és két éves fajok voltak jelen, melyek a gyomok, a ruderalis kompetítorok, az adventív kompetítorok és a zavarástűrő fajok közül kerültek ki. A kvadrátok fajösszetétele meglehetősen véletlenszerűen alakul, a két legnagyobb tömegű kvadrát fajösszetétele jól mutatja a fiatal parlagok jellemzőit: az egyik

esetben egy nagy egyedméretet elérő kétszikű faj, a másik esetben pedig egy kisebb egyedmérettel jellemezhető faj igen sűrű növekedésű foltja adja a fitomassza túlnyomó részét. Helyenként a parlag növényzete kiritkul, ilyen foltokban vettük fel a legkevesebb fitomasszát tartalmazó kvadrátokat. 2016-ban (16BAP-23. melléklet) a szukcessziós folyamatok eredményeként már megjelennek a parlag növényzetében az ősgyepre jellemző célfajok, sőt esetenként jelentős mennyiséggel járulnak hozzá a kvadrátban található fitomasszához (pl. 16BAP\_18 jelű kvadrát). A vegetáció szerkezetére jellemző, hogy a legnagyobb fitomassza-mennyiséggel jellemezhető foltokat a nagy termetű, tarackoló *Calamagrostis epigeios* alakítja ki, emellett továbbra is jelen van a korábbi szukcessziós stádiumra *Cirsium arvense* is. Utóbbi faj már egyre inkább visszaszorul a területről, a korábbi évekhez képest borítása és egyedmérete is csökken, ezért amennyiben kevés fitomasszát fejlesztő, kis termetű egy- és kétszikűekkel találjuk egy kvadrátban, az azokban található fitomassza mennyisége alacsony lehet. 2022-re (22BAP-24. melléklet) az ősgyepre jellemző célfajok jelentős része megjelenik a parlagon, illetve emellett a fitomassza mennyiségének kialakításában is egyre jelentősebb szerepük van. Bár a mintákban továbbra is jelen van, ebben az évben már nem a *Calamagrostis epigeios* alakítja ki a fitomassza mennyiségének maximumértékeit, hanem egyes esetekben a *Festuca valesiaca* és az *Alopecurus pratensis* együttes borítása (22BAP\_1 jelű kvadrát). Emellett továbbra is megtalálhatóak a nagyméretű kétéves kétszikűek által kolonizált foltok is (22BAP\_16 jelű kvadrát). Ebben az évben a legalacsonyabb fitomassza-mennyiségű kvadrátokat már a frissen betelepülő *Festuca valesiaca* fajszegevényebb, lazán gyepes foltjai képezték.

Ahogy azt a homoki sztyepprétek esetében a Mórahalmon készült 16MHG jelű transzszekten láthatjuk (25. melléklet), a fitomassza tömegét leginkább a *Chrysopogon gryllus* határozza meg. Az átlagos mennyiségű fitomasszát adó kvadrátokban a *Chrysopogon* mennyiségének csökkenését a szubordinált fajok borításának növekedése kompenzálhatja. Amennyiben a kis méretű egyed melletti foltban nincs elegendő mennyiségű szubordinált faj, vagy ezek nem nagytermetű fajok, a kvadrát fitomassza-mennyisége csökkenni fog, vagyis, ha nincsenek a közelben más fajokból betelepülésre alkalmas helyettesítő egyedek, akkor a biomassa kompenzációja nem tud megvalósulni. A legnagyobb tömegű fitomasszámintákat adó kvadrátokat is a *Chrysopogon* nagyon nagy borításértékeinek köszönhetően kaptuk. Bizonyos esetekben az állományalkotó faj egyedméretei és ezáltal borítása is megnő. Ilyen változásokat okozhat a legeltetés vagy a kaszálás hiánya, vagy egyéb lokális hatások, pl. egy nedvesebb talajmélyedés. Az élőhelynek megfelelő parlag esetében (16MHP-26. melléklet) már egyes kvadrátok tartalmazzák a természetközeli gyepre jellemző célfajokat, ezek egyes esetekben jelentős mennyiségben járulnak hozzá a fitomassza mennyiségének kialakításához (pl. 16MHP\_16 jelű kvadrát). Ennek ellenére a fitomassza mennyiségének alakulását még jellemzően a zavarástűrő és ruderalis kompetitor fajok határozzák meg. Az egyik legmeghatározóbb faj a *Calamagrostis epigeios* volt, mely tarackolva sűrű növekedésű, nagy termetű foltokat képez, ahogy azt a legnagyobb fitomassza-mennyiségű mintákat adó kvadrátok esetében láthatjuk. Amennyiben a nagy termetű pázsitfűvek (*Chrysopogon*, *Calamagrostis*) nem jelentek meg a kvadrátban, viszont megnövekedett a kis termetű, zavarástűrő kétszikű fajok borítása, a fitomassza mennyisége a mintavételi egységekben jelentősen csökkent.

A nyílt homokpusztagyeppek esetében megkülönböztethetőek fajszegevényebb állományok, ezek esetében a növényzet borításának nagy részét az évelő kétszikű kompetitor vagy specialista pázsitfűfajok teszik ki, ezek csomói között egyéves, illetve kriptogám fajok jelennek meg vagy üres homokfelszín található. Ilyen esetet reprezentál a 17FHG jelű transzszekt (27. melléklet), melyek esetében a vizsgált kvadrátok fajszáma jellemzően alacsonyabb volt, mint a hasonló élőhelyen felvett, de kétszikű fajokban gazdagabb állományt reprezentáló 16TCG2 jelű vácrátóti transzszekt (28. melléklet). Az átlagos fitomassza mennyiségéhez közel eső értékekkel jellemezhető kvadrátok esetében a 17FHG transzszektben a fitomassza fő tömegét a vizsgált

mintavételi egységekben a *Festuca vaginata* és/vagy a *Stipa borysthena* adta, ha ezek mellett meg is jelentek egyéb fajok, azok kis borításuk révén nem járultak jelentősen hozzá a kvadrátok fitomasszájához. A legnagyobb fitomassza-mennyiségű kvadrátok növényzetében az ilyen élőhelyekre jellemző módon a két fő pázsitfűfaj mellett gyakran jelennek meg évelő specialista kétszikűek, mint például az elterülő, nagyméretű egyedeket fejlesztő *Alkanna tinctoria*, vagy a föld alatti képletekről sarjtelepet képző *Euphorbia segueriana*. A legalacsonyabb fitomassza-mennyiségű kvadrátok esetében a növényzet borítása nagyon alacsony, csak kis mennyiségben találhatóak meg benne a társulásalkotó pázsitfűvek kisméretű, jellemzően juvenilis egyedei és egy-vagy kétéves, kistermetű, jellemzően pionír fajok. A fülöpházi mintaterületen a parlag esetében (17FHP jelű transzszekt a 29. mellékletben) több faj képezte a fitomasszát, mint a példaként bemutatott gyeptanszszekt esetében. A parlag esetében a fitomassza jelentős részét adták a ruderalis kompetitorok és a zavarástűrő fajok, míg az élőhelyre jellemző specialista fajok kis mennyiségben jelentek meg, illetve esetenként inváziós fajok nem túl nagy méretű egyedei is jelen voltak (pl. *Asclepias syriaca*). A nagy fitomassza-mennyiségű kvadrátok növényzetét jellemzően nagy egyedméretet fejleszteni képes, vagy vegetatívan szaporodó évelő faj határozza meg, míg a legkevesebb fitomasszát tartalmazó kvadrátokra a kis termetű egyéves fajok, vagy szintén kis termetű, így gyér fitomasszát adó fajok alacsony borítással való megjelenése jellemző. A vácrátóti Tece mintaterület 16TCG2 jelű gyeptanszszektjének esetében az első 1-3 faj tűnik a legmeghatározóbbnak a fitomassza mennyisége szempontjából, melyek között megtalálható a *Festuca vaginata* és a *Stipa borysthena*. A kvadrátokban a leggyakoribb három fajon kívül még több más faj is megjelenhet, azonban ezek olyan kis mennyiségben fordulnak elő, hogy a fitomassza mennyiségéhez nem járulnak hozzá jelentős mértékben. A vácrátóti Tecén készült parlag esetében (16TCP 30. melléklet) kiemelendő, hogy esetenként a fitomassza mennyiségében látható csúcsot egy, az ősgyepre is jellemző, de a parlagon igen nagyra megnövő *Artemisia campestris* okozza. Ennek következtében a legkisebb (kistermetű egyéves és évelő fajokkal csekély mértékben borított) és a legnagyobb fitomassza-mennyiségű kvadrát tömege között tízszeres különbség is kialakulhat.

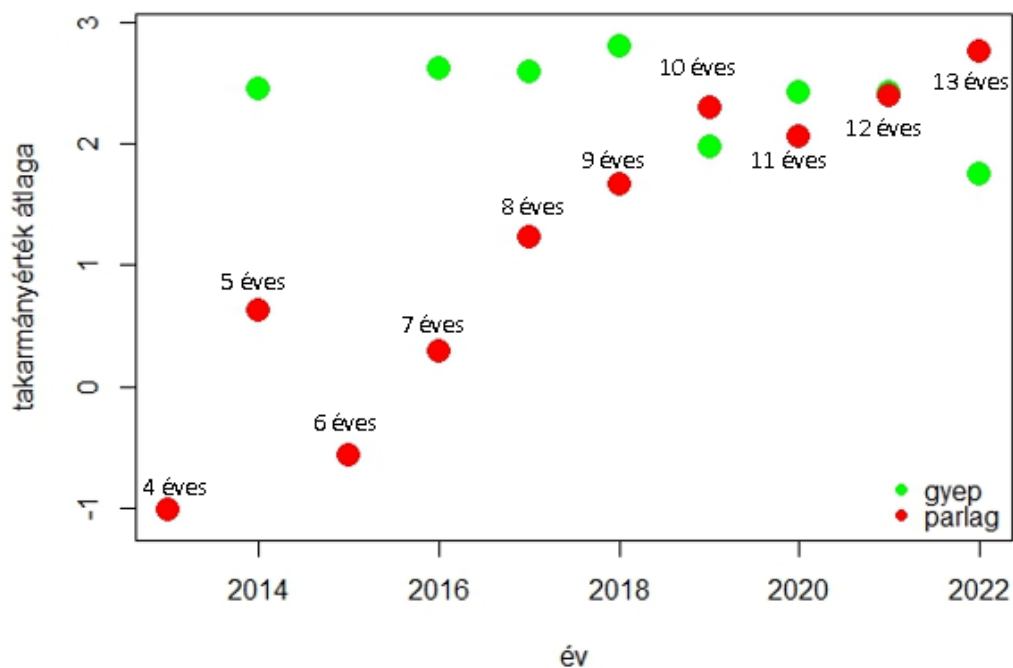
A Nagyrákosnál felvett mocsárrét esetében az egyes kvadrátok esetében (15ORP\_A 31.melléklet) nem voltak megfigyelhetőek olyan markáns eltérések a fajkompozíció tekintetében, melyek egyértelműen előrejelítették volna a mintavételi egységekben lévő fitomassza mennyiségének változását. Ennek egyik lehetséges oka a kezelésként alkalmazott kaszálás fajkompozícióra gyakorolt homogenizáló hatása, valamint, hogy az itt található fajgazdag vegetáció egyes foltjaiban a fitomassza mennyisége térbeli variabilitásának kiegyenlítéséhez hasonló mértékben járulnak hozzá az egyes taxonok, ezért a vizsgált tényező szempontjából fontos fajkombinációk azonosítására nagyobb ismétlésszám és eltérő térléptékek használatával kell megkísérelni.

Összefoglalásul megállapítható, hogy a fenti exploratív jellegű elemzés alapján feltételezhető, hogy egyes élőhelyek esetében bizonyos fajok kiemelkedő jelentőséggel bírnak a fitomassza mennyiségének térbeli eloszlásának kialakítása szempontjából. Ezen fajok és fajkombinációk azonosítása a jövőben kulcsfontosságú lesz annak érdekében, hogy részleteiben is megértsük a gyepek fitomassza-produkciójának térbeli mintázatait és az azokat befolyásoló tényezők hatását.

#### **4.9. A takarmányértékekkel kapcsolatos vizsgálatok eredményei**

Ha az egyes évek függvényében vizsgáljuk a takarmányértékek átlagos alakulását az egyes transzszektok esetében a battonyai mintaterületen (40. ábra), látható, hogy a vizsgálat kezdetekor igen nagy volt a különbség a gyepon és a parlagon készült transzszektok esetében. 2013-ban a parlag transzszekt átlagos takarmányértéke -1, ami még az V. osztályú, rossz minőségű gyepek kritériumának sem felel meg. Annak érdekében, hogy képet kaphassunk az

egy parlagon készült transzszektek növényzetének átlagos dominancia viszonyairól és a legnagyobb átlagos borítással rendelkező fajok takarmányértékéről, a 32. mellékletben elhelyeztem egy táblázatot, melyben évek szerinti bontásban szerepel a parlagon készült transzszektekben előforduló 10 legnagyobb átlagborítással rendelkező faj. A fajok átlagborítása, borításuk szórása mellett megadtam a Balázs-féle takarmányértékét is. 2013-ban nagy mennyiségben volt jelen a szúrós, igen rossz takarmányértékű *Cirsium arvense*, illetve valamivel kisebb mennyiségben a parlagszukcesszió első éveire jellemző *Erigeron annuus*, *Matricaria maritima* és a *Lactuca serriola*, továbbá a gyepekben is megjelenő *Verbascum austriacum* is. Ezen fajok mind negatív előjelű takarmányértékkel jellemezhetőek, ennek következtében a gyepek összesített takarmányértékét nagyon elrontják. 2014-ben egy jelentősebb emelkedés következett be a takarmányértékben a parlagok esetében, ennek oka, hogy a korábban felsorolt szántóföldi gyomok és a szukcesszió iniciális gyomfajai kezdtek eltűnni a területről, az előbb felsorolt negatív értékű fajok közül csak a *Cirsium arvense* volt jelen a mintavételi egységekben, azonban átlagos borítása csökkent. Negatív takarmányértékű fajként jelen van még a szúrós fajként *Carduus acanthoides* illetve a mérgező *Epilobium tetragonum*. A negatív előjelű takarmányértékkel rendelkező fajok borításának csökkenésével, a *Bromus sterilis* borításának növekedésével és egyes gyepi fajok (*Alopecurus pratensis*, *Poa angustifolia*) megjelenésével lehetővé vált a gyepek takarmányértékének növekedése. 2014 tavasza a 60 éves átlaghoz képest csapadékos volt (lásd 35. melléklet az egyes évek csapadékviszonyainak minősítéséről a 4 havi csapadékösszegek alapján), ez a tényező is kedvezhetett a takarmányozási szempontból jobb minőségű fajok térnyerésének.



40. ábra. A parlag és gyep transzszektek átlagos takarmányértékeinek alakulása az egyes években a battonyai mintaterületen

2015-ben ismét bekövetkezett egy visszaesés a parlag növényzetének takarmányértékében. Ebben az évben a *Bromus sterilis* kissé visszaszorult és újra a nagy termetű szúrós fajok borítása növekedett meg (*Cirsium arvense*, *Carduus acanthoides*). Ebben az évben ismét megjelentek iniciális jellegű fajok is, mint például a *Conyza canadensis*. Ennek az évnek a tavasza meglehetősen száraz volt, ez is hozzájárulhatott a szukcesszió megtorpanásához és az iniciális stádiumra jellemző fajok nagyobb arányú ismételt megjelenéséhez. 2015-től 2019-ig a parlag takarmányértéke folyamatosan javult. 2019-re a *Bromus sterilis* borítása a 2016-ban regisztrált

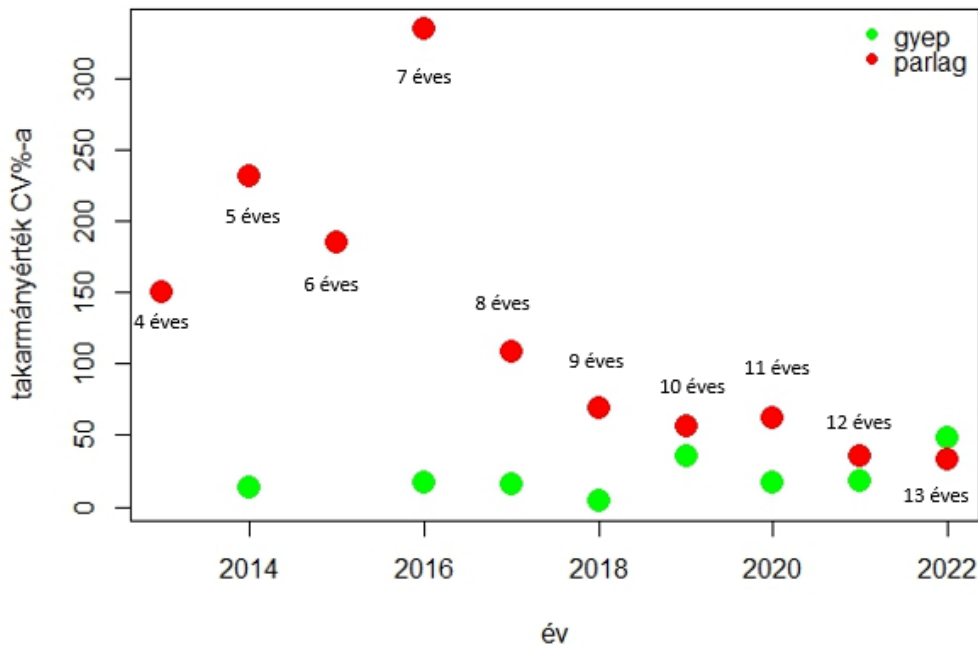
érték kb. felére esett vissza, a szúrós fajok mennyisége is csökkent, illetve egyre nagyobb mennyiségben jelentek meg a szomszédos ösgyepre jellemző fajok. A leggyakoribb fajok között nagyobb mennyiségben és konstans módon jelen volt az *Alopecurus pratensis*, melynek takarmányértéke kedvező. A negatív előjelű fajok között a legnagyobb borítást a *Convolvulus arvensis* érte el, amely bár az ösgyep növényzetében is megtalálható kis mennyiségben, szántóföldi gyomként is ismert, a parlag növényzetében jellemzően az üres talajfelszíneket növi be.

A 2019-es év egy érdekes momentum a parlag történetében, mert ebben az évben a parlag átlagos takarmányértéke meghaladta az ösgyep takarmányértékét. A gyepek esetében (33. melléklet) a takarmányértékek viszonylag stabilan alakultak 2018-ig. 2019-ban a *Festuca valesiaca* a korábbi évekhez képest kis mennyiségben csökkent a negatív takarmányértékkel bíró fajok mennyisége viszont növekedett (*Galium verum*, *Thymus pannonicus*), ezek a változások már elegendőek lehetnek a gyepek átlagos takarmányértékének csökkentéséhez. A parlag esetében a *Calamagrostis epigeios*, az *Alopecurus pratensis* és a *Bromus sterilis* egyaránt 10% feletti átlagos borítással volt jelen. 2020-ban a parlag takarmányértéke némileg újra visszaesett, majd ettől az évtől kezdve ismételen töretlenül emelkedni kezdett. 2022-ben ismételen magasabb átlagos takarmányértéket mutatott, mint a gyepek. A tavalyi rendkívül csapadékszegény évben a *Festuca valesiaca* átlagos borítása mindössze 25,83% volt a gyepekben, ez jóval alacsonyabb a korábbi évekre jellemző értéknél. Emellett a *Galium verum* viszonylag nagy mennyiségben (11,07%) volt jelen a gyepekben, amely kedvezőtlenül hatott a gyepek takarmányértékére. A parlag esetében a szukcesszió során növekszik a magasabb takarmányértékű fajok borítása. A takarmányérték átlagának alakulása kapcsán összefoglalásul megállapítható, hogy a vizsgált időszak alatt a parlag és a gyepek növényzete között a takarmányérték szempontjából konvergencia volt megfigyelhető, ebből a szempontból a 10 éves korú parlag és az ösgyep már hasonlóságot mutatott. Ennek ellenére fontos megjegyezni, hogy bár takarmányértékük szempontjából megjelennek hasonlóságok gyepek és a parlag között, a két terület fajkészletében és finomlétekű szerveződésében még jelentős eltérések lehetnek, melynek következtében feltételezhető, hogy az egyes további ökoszisztéma szolgáltatások tekintetében más hatékonysággal és időbeli stabilitással képesek működni. Ezenfelül ökológiai és természetvédelmi szempontból továbbra is jelentős különbségek vannak a két mintaterület között, ezért a takarmányértékre vonatkozó eredmények alapján nem jelenthetjük ki általánosságban, hogy a két növényzettípus minden tulajdonságát tekintve egyenértékű.

Amennyiben a vizsgált évek függvényében ábrázoljuk a transzszektekben lévő kvadrátok takarmányértékének térbeli variációs koefficiensét, láthatjuk, hogy 2016-után a CV% értéke jelentősen csökken (41. ábra), vagyis a szukcesszió előrehaladtával a takarmányérték térbeli variációja kisebb lesz. A kezdeti években a parlag esetén látható nagy különbségeket a CV% értékében az iniciális gyomok okozzák, melyek véletlenszerűen, homogén foltokban, jelenhetnek meg nagy mennyiségben bizonyos kvadrátokban. Ilyen körülmények között egyes kvadrátokban nagyon alacsony, más kvadrátokban pedig igen magas növényzeti borítás alakul ki és ez a takarmányérték CV%-át jelentősen emelni képes. A 2016-ban látható magas CV% kialakulásakor például a *Bromus sterilis* 28,7%-os átlagborítással és 25,7 szórással, a *Cirsium arvense* 22,4%-os átlagborítással és 16,3 szórással, valamint a *Calamagrostis epigeios* 21,87%-os átlagborítással és 44,62 átlag körüli szórással volt jelen a transzszektekben.

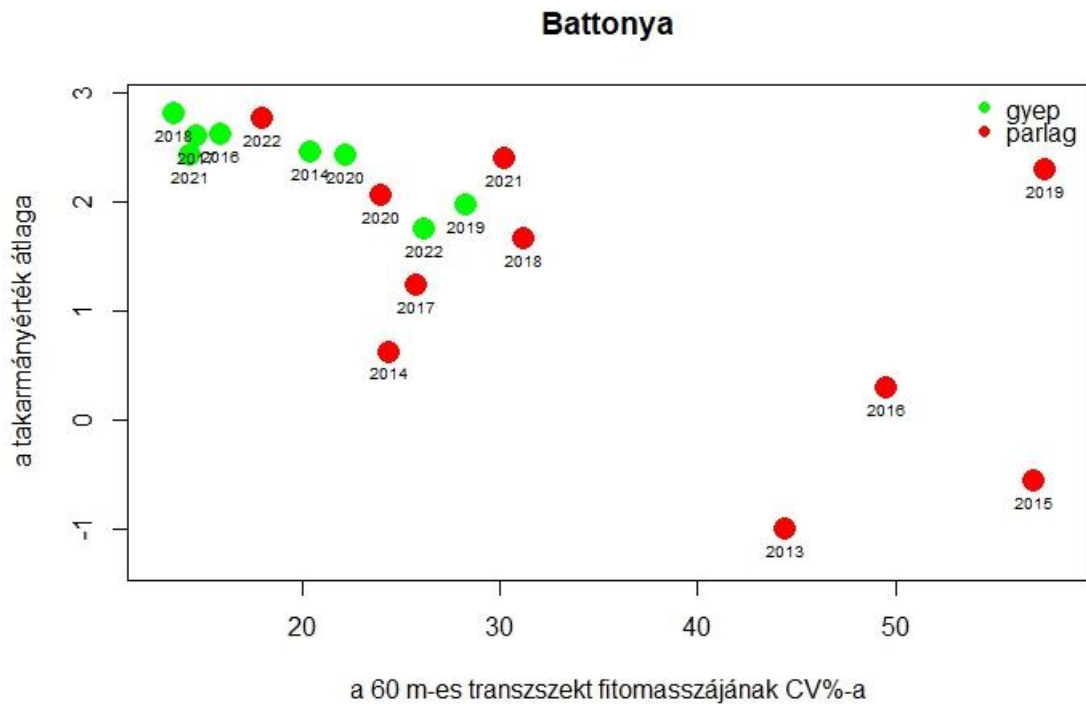


## Takarmányértékek



41. ábra. A takarmányértékek térbeli variációs koefficiensének alakulása a vizsgált években

Ha alapul vesszük azt a hipotetikus feltevést, hogy a gyeptársulások szervezettségének és működési megbízhatóságának egy lehetséges indikátora a gyep fitomassza-mennyiségének térbeli variációs koefficiens, akkor célszerű megvizsgálnunk, hogy a CV% értékének függvényében hogyan alakul a gyep minőségét mérő indikátor értéke (42. ábra). A gyepek esetében látható, hogy a variációs koefficiens és a takarmányérték átlaga között negatív összefüggés van. A parlag esetében sokkal jobban szórnak a takarmányértékek az egyes évek között, mint a gyep esetében. Azokban az esetekben, amikor a fitomassza térbeli CV%-a magas volt, a parlagon, akkor egyaránt jelentkezhetek alacsony (pl. 2015) és a gyepekéhez hasonló, magasabb (pl. 2019) takarmányértékek is. Ennek figyelembevételével elmondható, hogy a parlag esetében egyértelműen látszik, hogy a transztek fitomassza CV%-ának növekedésével a takarmányérték értékeinek szórása növekszik. Természetesen az eredmények értékelése során figyelembe kell vennünk, hogy a parlag növényzetének esetében egy gyorsan zajó szukcesszió irányította kompozicionális átrendeződésről van szó, ezért az x tengelyen mért fitomassza CV% is jelentősen változik az évek között. Az utolsó néhány évben a parlag esetében a fitomassza CV%-a elmozdul az alacsonyabb értékek felé, ezzel párhuzamosan a takarmányértékek átlaga is megnövekszik és az értékek szóródása is kisebb lesz.

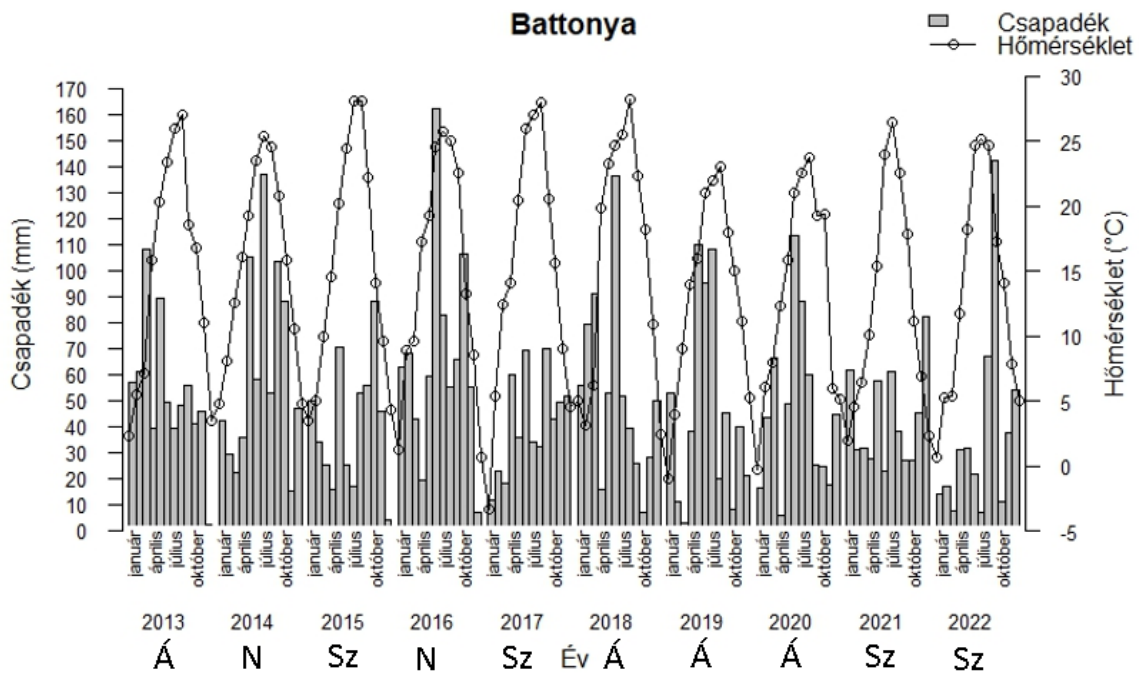


42. ábra. Az egyes transzszektetek átlagos takarmányértéke a transzszekt fitomasszájának variációs koefficiense függvényében

Amennyiben a fenteikben bemutatott exploratív jellegű elemzés eredményét a további vizsgálatok más területen nagyobb ismétlésszámú minták alkalmazása mellett is megerősítik, az eredmények a gyepgazdálkodási gyakorlat számára is fontos evidenciákkal szolgálhatnak. Amennyiben sikerül bizonyítani, hogy a fitomassza térbeli heterogenitása, térbeli CV%-a a gyepek működésének egy funkcionális indikátora lehet és a fenti ábrán feltételezhető negatív összefüggés más gyepek esetében is bizonyítást nyer, akkor a fitomassza térbeli CV%-át növelő környezeti hatások (csapadékviszonyok átrendeződése a klímaváltozás hatására, humán eredetű degradáció, stb.) érvényesülése esetén a gyepek takarmányértékének nagyobb mértékű változása kezdődhet meg az állományon belül. Ilyen esetekben egyes években a gyep takarmányértéke kedvezően alakulhat, más években pedig hirtelen leromolhatnak ezek a jellemzők. A kérdés részleteinek tisztázása még további kutatásokat igényel.

#### 4.10. A 4,6 és 12 hónapos csapadékösszegek hatása a battonyai gyep fitomasszamentiségére és térbeli variabilitására

A battonyai mintaterület esetében a csapadék éves eloszlása, illetve éven belüli eloszlása egyaránt nagy változatosságot mutatott (43. ábra).

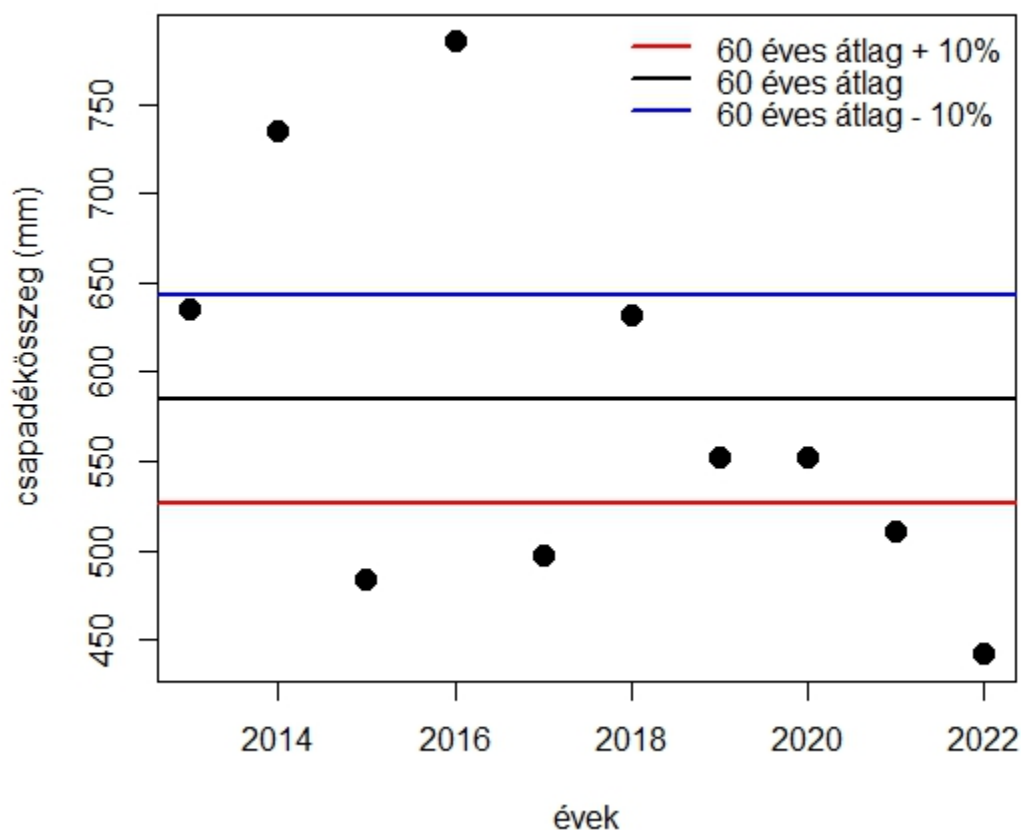


43. ábra. A vizsgált évek középhőmérsékletei és csapadékösszegei havi bontásban. (Az évszámok alatti betűkódok az adott év éves csapadékösszeg alapján történő minősítést jelzik a csapadékösszeg 60 éves átlagához viszonyítva: Á=átlagos, N=nedves, Sz=száraz)

A battonyai mintaterület esetében az 1960-2020 közötti időszak éves csapadékösszegeiből számított átlag 585,32 mm volt. A módszertani fejezetben bemutatott osztályozás alapján az 526,79 mm alatti éves csapadékösszeggel jellemezhető évek száraz évnnek, a 643,85 mm felettiéket nedves évnnek, a két határérték közöttiek pedig átlagos évnnek tekintendők (44. ábra). Ez alapján a 2013-as év átlagosnak minősül, azonban megjegyzendő, hogy az éves csapadékösszeg 635,4, vagyis csak kb. 8,5 mm-rel maradt el a nedves év alsó határától, ezt a tényt az elemzések értelmezésénél figyelembe kell venni. 2014-ben az éves csapadékösszeg 735 mm volt, ezzel egyértelműen nedves évnnek minősül.

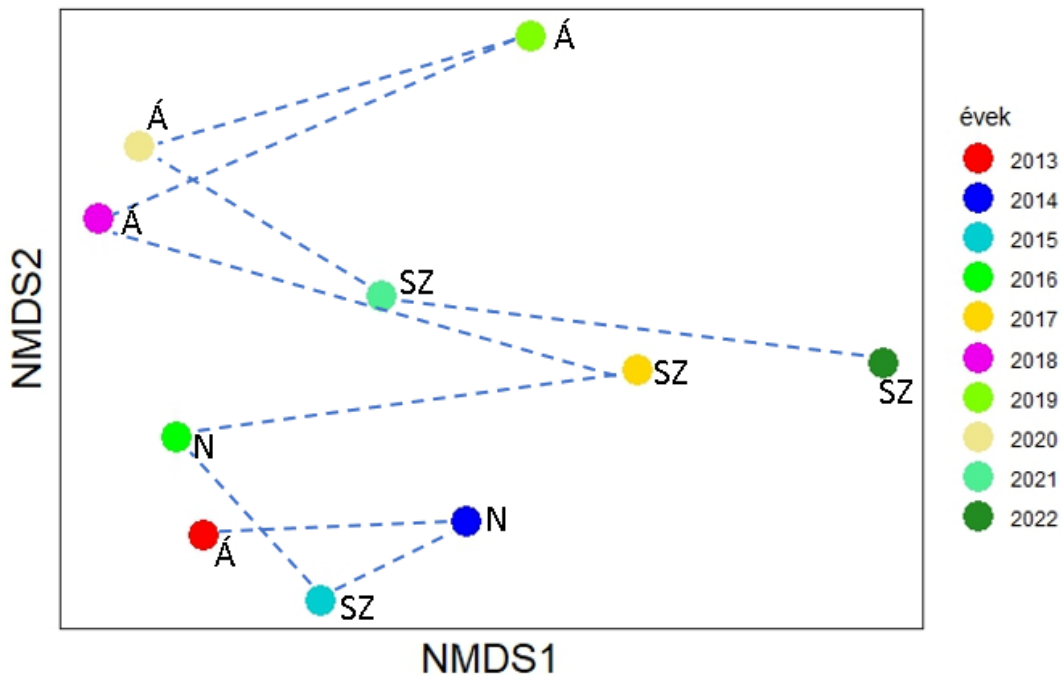
2015-ben a második legszárazabb év következett, az éves csapadékösszeg 483,9 mm volt. 2016-ban volt a legcsapadékosabb év a vizsgált periódusban, ekkor az éves csapadékösszeg 785,6 mm volt. 2017-ben ismételen szárazabb év következett, az éves csapadékösszeg 497,7 mm körül alakult. Hasonlóan a 2013-as évhez, a 2018 is átlagos évnnek minősül, azonban az egész évben lehullott 632 mm csapadék mindössze 11,6 mm-rel marad el a csapadékos év kritériumától. 2019 és 2020 átlagos évnnek tekinthetők, mindkét évben 552 mm körül alakult az éves csapadékösszeg. Ezt követően egyre aszályosabb évek következtek, 2021-ben 511,3 mm, 2022-ben mindössze 442 mm csapadék esett, ezzel a vizsgálati periódus legszárazabb évét adva.

## 12 havi csapadékösszeg



44. ábra. A vizsgált évek 12 havi csapadékösszegeinek viszonyulása a 60 éves átlagértékhez

Az egyes évek havi csapadékösszegeik alapján történő NMDS ordinációja szerint az évek meglehetősen szétszóródva jelentek meg az ordinációs térben (45. ábra). A csapadékadatokkal való munka során előzetes feltevés volt, hogy az ordinációs térben egymáshoz közel eső pontok esetében különös figyelemmel kell eljárni a csapadékösszegek és a növényzetre vonatkozó mérőszámok kapcsolatának értékelésekor, ugyanis várható, hogy az egymáshoz közelebb eső évek hasonlóságot fognak mutatni a fitomassza produkcióra vonatkozó értékek alakulásának esetében is. Az ábrán azonban nem igazán beszélhetünk csoportok elkülönüléséről, melynek feltételezhető oka, hogy az évek között az egyes hónapokban mért csapadékösszegek meglehetősen változékonyak, a csapadék mennyisége az év során évről évre változik, ezért ilyen kevés mintából még nem ismerhetők fel olyan markáns, adott hónapban bekövetkező csapadékesemények, melyek bekövetkezése vagy elmaradása karakterisztikus jellemzőként jelenik meg az évek során, emiatt az évek hasonlósága csak korlátozott mértékű marad. Természetesen feltételezhetően az egymást követő évek sem tekinthetők egymástól teljesen független mintaelemeknek, azonban az idősor belső autokorrelációjának vizsgálatához és az ezek vegetációra gyakorolt hatásainak pontosabb vizsgálatához a jelenlegi mintánál jóval hosszabb, 50-70 éves idősorokra lenne szükség.



45. ábra: A vizsgált évek havi csapadékösszegei alapján történő NMDS ordináció eredménye (a szaggatott vonal a trajektóriákat, a szimbólumok melletti betűkód az adott év januártól decemberig számolt éves csapadékösszege alapján az adott év csapadékoságát jelenti a hatvanéves adatsorból számolt átlagos éves csapadékösszeghez képest: N=nedves, Á=átlagos, SZ=száraz)

Az ábrán viszonylag közel esik egymáshoz a 2018-as és a 2020-as év, melyek közül mindkettő az éves csapadékösszeget tekintve átlagosnak tekinthető, illetve a 2016-os és 2013-as év. Ezek közül az előbbi az éves csapadékösszeg alapján csapadékos évnak, míg utóbbi átlagos évnak minősült, azonban mint ahogyan azt fentebb említettem, ez az év kevéssel marad a csapadékos évekre megállapított értékhatár alatt. A jövőben a battonyai mintaterületen a dolgozatban bemutatott mintavételek várhatóan a továbbiakban is folytatódni fognak, emiatt az új évek során megjelenő további ismétlések nagyban fogják javítani ennek az ábratípusnak a magyarázó erejét.

A fitomassza mennyiségének és CV%-ának, valamint a csapadékmennyiségének közötti kapcsolatot vizsgáló ANOVA tesztek eredményei szerint (34. melléklet) nem volt szignifikáns különbség a száraz, nedves és átlagos évek között, sem a gyepen, sem a parlagon, függetlenül attól, hogy négy, hat, vagy tizenkét hónapból képeztem az analízisbe vont csapadékösszegeket. Abból a feltevésből kiindulva, hogy az év során lehulló csapadék feltehetően nem egyformán fontos a május végi időszakban a területen található fitomassza szempontjából, az egyes éveket aszerint is minősítettem, hogy a fitomassza-mintavételt megelőző 4 hónap (május és február között) és 6 hónap (májustól és a megelőző év decembere között) mennyire tekinthető száraz, nedves vagy átlagos évnak a hatvan éves átlaghoz képest. Ennek demonstrálására olyan ábrákat készítettem, melyről leolvashatóak az egyes évek többhavi csapadékösszegei, ezeket terjedelmi okok miatt nem ebben a fejezetben, hanem a dolgozat mellékletében helyeztem el (35. melléklet), ezért itt csak ezek minősítését adom meg egy összefoglaló táblázatban (8. táblázat).

8. táblázat. A vizsgált évek mintavételt megelőző 4 hónapos, illetve 6 hónapos csapadékösszegeinek minősítése az adott hónapok 60 éves átlagos csapadékösszegeihez mérten

Vizsgált év	Minősítés a 4 hónapos csapadékösszeg alapján	Minősítés a 6 hónapos csapadékösszeg alapján
2013	nedves	nedves
2014	nedves	átlagos
2015	száraz	átlagos
2016	nedves	átlagos
2017	száraz	száraz
2018	nedves	nedves
2019	átlagos	átlagos
2020	átlagos	száraz
2021	száraz	átlagos
2022	száraz	száraz

Amennyiben lineáris regresszió illesztésével megvizsgáljuk, hogy az egyes hónapok összevonásával képzett csapadékösszegek és a természetközeli gyepben, illetve a parlagon felvett transzszektek kvadrátjaiból begyűjtött fitomassza minták tömegének átlaga és variációs koefficiense között van-e lineáris kapcsolat, a mintavételt megelőző hetedik hónapig nem volt kimutatható összefüggés a két változó között. (9. táblázat)

9. táblázat. Az összevont havi csapadékösszegek kapcsolata az egyes transzszektek kvadrátjaiban mért fitomassza tömegének átlagával és variációs koefficiensével (a szignifikáns esetek p értékei félkövérrel vannak kiemelve)

összevont havi csapadékösszegek		biomassza tömeg átlaga						biomassza tömeg CV%-a					
hónapok száma	csapadékösszegek	gyep			parlag			gyep			parlag		
		adj. R2	p	p (korrigált)	adj. R2	p	p (korrigált)	adj. R2	p	p (korrigált)	adj. R2	p	p (korrigált)
1	V.	-0,16	0,86	1	-0,11	0,78	1	0,00	0,36	1	0,20	0,11	1
2	IV.-V.	-0,13	0,69	1	-0,10	0,67	1	-0,05	0,44	1	0,05	0,26	1
3	III.-V.	-0,09	0,55	1	-0,06	0,49	1	-0,13	0,69	1	-0,03	0,41	1
4	II.-V.	-0,02	0,39	1	0,04	0,27	1	0,08	0,25	1	-0,04	0,45	1
5	I.-V.	-0,02	0,38	1	0,16	0,14	1	0,07	0,26	1	0,06	0,25	1
6	XII.-V.	-0,13	0,67	1	0,05	0,27	1	-0,08	0,52	1	0,06	0,25	1
7	XI.-V.	-0,08	0,52	1	0,07	0,23	1	-0,05	0,45	1	-0,01	0,38	1
8	X.-V.	0,42	<b>0,05</b>	0,39	0,33	<b>0,05</b>	0,53	0,29	0,10	0,78	0,04	0,28	1
9	IX.-V.	0,46	<b>0,04</b>	0,35	0,33	<b>0,05</b>	0,53	0,34	0,07	0,67	0,07	0,23	1
10	VIII.-V.	0,58	<b>0,02</b>	0,19	0,46	<b>0,02</b>	0,22	0,43	<b>0,05</b>	0,52	0,10	0,20	1
11	VII.-V.	0,59	<b>0,02</b>	0,19	0,18	0,12	1	0,71	<b>0,01</b>	0,06	0,12	0,17	1
12	VI.-V.	0,53	<b>0,03</b>	0,25	0,00	0,35	1	0,41	0,05	0,52	0,09	0,20	1

Feltéve, hogy nyolc hónap havi csapadékösszegét vonjuk össze (október-május közötti időszak), a lineáris regresszió eredményei alapján szignifikáns összefüggés van a csapadékösszeg és a fitomasszaminták tömegének átlaga között. Ez az összefüggés szignifikáns a parlag esetében is, azonban itt csak a 8, 9, 10 havi csapadékösszegében haladja meg a  $p=0,05$  szignifikanciaszintet, míg a gyep esetében a 11 és a 12 hónapos összevonás esetén is szignifikáns. A variációs koefficiens esetében a parlagon a Holm-korrekciót megelőzően sem volt szignifikáns összefüggés a változók között, míg a gyep esetében a 10 hónapos és a 11 hónapos összevonás esetében a korrekciót megelőzően szignifikáns eredményt mutatott a lineáris regresszió. Amennyiben a többszörös összehasonlításból eredő esetleges torzító

hatásokat is figyelembe vesszük és elvégezzük a Holm-korrekciót, az összes addig szignifikanciát mutató p érték nagyobb lesz a szignifikancia szintnél. Ennek ellenére megjegyzendő, hogy a gyep esetében a 11 hónapos összevonas esetében a CV% tekintetében a korrigált p-érték 0,06 lesz, amely marginálisan szignifikánsnak tekinthető.

A 46. ábra bemutatja a mintavételt megelőző 12 havi csapadékösszeg és a transzszektek kvadrátjaiban található fitomasszaminták átlagos tömegének és variációs koefficiensének alakulását és szinkronitását. A fitomassza átlagos mennyiségének évek közötti változása tökéletes szinkronitást mutatott jó természetességű löszgyep esetében a csapadék éves összegének évek közötti változásával, mert a vizsgált 8 év esetében minden esetben megegyeztek a változások iránya. A 12 hónapos csapadékösszegek felhasználásával futtatott randomizációs teszt eredményei alapján nem találunk szignifikáns szinkronitást mutató mintázatot a CV% tekintetében sem a gyepen, sem a parlagon. A gyep esetében szignifikáns szinkronitást találtam a gyep fitomasszájának átlagával ( $p=0,001$ ). Ez esetben a valós adatok között kimutatható szinkronitási index 1 volt, a 999 random ismétlésből számolt eloszlás alapján igen csekély a valószínűsége annak, hogy ilyen szinkronitást mutató mintázat pusztán a véletlen folytán jöjjön létre (47. ábra).

#### A 12 hónapos csapadékösszeg és a fitomassza átlagos tömegének alakulása a gyeptranszszektekben

év	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	515,5	540,3	682,8	643,3	552,7	516,7	581,5	404,2
fitomassza mennyisége (g)	88,21	141,77	167,06	133,62	100,24	42,34	91,01	60,27

#### A 12 hónapos csapadékösszeg és a fitomassza CV%-ának alakulása a gyeptranszszektekben

év	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	515,5	540,3	682,8	643,3	552,7	516,7	581,5	404,2
fitomassza CV%	20,44	15,91	14,7	13,52	28,27	22,21	14,32	26,18

#### A 12 hónapos csapadékösszeg és a fitomassza átlagos tömegének alakulása a parlagtranszszektekben

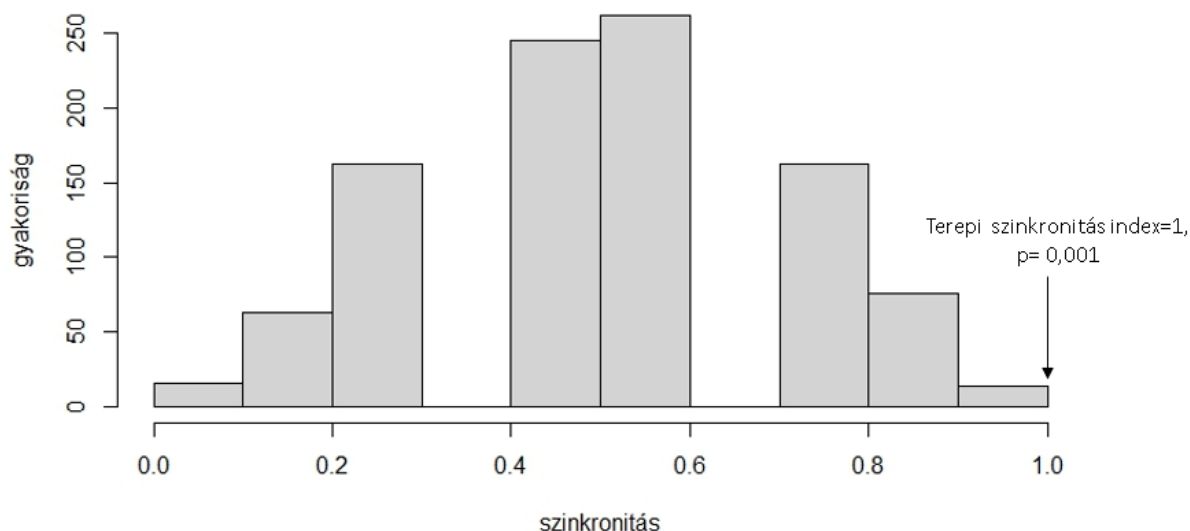
év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	667,4	515,5	696	540,3	682,8	643,3	552,7	516,7	581,5	404,2
fitomassza mennyisége (g)	84,29	72,41	74,38	108,51	75,74	78,87	65,22	41,28	76,3	61,34

#### A 12 hónapos csapadékösszeg és a fitomassza CV%-ának alakulása a parlagtranszszektekben

év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	667,4	515,5	696	540,3	682,8	643,3	552,7	516,7	581,5	404,2
fitomassza CV%	44,39	24,37	57,01	49,52	25,78	31,2	57,55	23,97	30,25	17,99

Aktiválja a Wind

46. ábra: Az évek közötti szinkronitás alakulása a 12 hónapos csapadékösszeg, a fitomassza átlagos mennyisége, valamint a fitomassza variációs koefficiense között a gyep és a parlag esetében



47. ábra: A randomizációval előállított nullmodell eloszlása és a valós terepadatokból számolt szinkronitásiindex helye az eloszlásban

Amennyiben a csapadékösszegek évek közötti változásának irányát a gyepen készült transzszekt fitomasszára vonatkozó variációs koefficiensének változásához hasonlítjuk, a vizsgált esetek közül mindössze két esetben látunk megegyező irányú változást a változók értékei között, 5 esetben pedig a változások ellentétes irányúak. ( $p=0,74$ )

A parlag esetében 2013 és 2015 között a fitomassza átlagos mennyiségének és a csapadékösszeg azonos irányban változtak, majd 2015 és 2017 között ellentétes irányban mozdultak el az értékek. Ezt követően 2022-ig ismételt szinkronitást mutat a két adatsor ( $p=0,122$ ). A fitomassza térbeli CV%-a esetében az első három vizsgálati évben szinkronitást, a következő 3 évben ellentétes irányú változást, a rákövetkező három évben ismételt szinkronitást mutat a két változó ( $p=0,128$ ).

A 6 hónapos és a 4 hónapos csapadékösszegek használatával készült ábrák terjedelmi okokból a 36. mellékletben kerültek elhelyezésre. A fitomassza átlagos mennyiségének esetében a gyepen készült transzszektéknél 5 esetben azonos irányba, két esetben pedig ellentétes irányba változtak a vizsgált változók értékei ( $p=0,25$ ), míg a fitomassza CV%-ának esetében mindössze két esetben következett be az értékek egy irányba történő elmozdulása ( $p=0,74$ ). A parlag esetében a fitomassza mennyiségének változása minden esetben követte a csapadékösszegek változásának irányát ( $p=0,001$ ). A parlag esetében a fitomassza CV%-a 7 esetben mutatott a csapadékösszeggel megegyező irányú eltérést, 2 esetben pedig azzal ellentéteset. A randomizációs teszt alapján a transzszekték fitomassza-mennyiségének átlaga ( $p=0,001$ ) és variációs koefficiens ( $p=0,02$ ) is szignifikáns szinkronitást mutat a 6 hónapos csapadékösszegek változásának irányával.

A 4 hónapos csapadékösszegek felhasználásával készült elemzés eredményei szerint a gyep átlagos fitomassza-mennyiségének változása mindössze két esetben követi a csapadékmennyiség változásának irányát ( $p=0,72$ ), míg a variációs koefficiens értéke 3 esetben ( $p=0,49$ ). A parlagon a fitomassza átlagos mennyisége 6 esetben követi a csapadékösszeg értékének változását ( $p=0,66$ ), míg a CV% értéke mindössze 4 esetben ( $p=0,71$ ).

A szinkronitáselemzés eredményeinek összefoglalásaként elmondható, hogy a csapadékösszegek és a fitomassza átlagos mennyisége között két esetben kaptam szignifikáns szinkronitást, míg a variációs koefficiens esetében egyszer. Ha ezt a tendenciát biológiai szempontból értelmezzük, az éves csapadékösszeg növekedésével arányosan növekszik a növényzet számára hasznosítható vízmennyiség, amely más, jelenleg nem mért tényezőkkel együtt a fitomassza átlagos mennyiségének növekedését mozdítja elő. Ezzel egyidőben a talaj

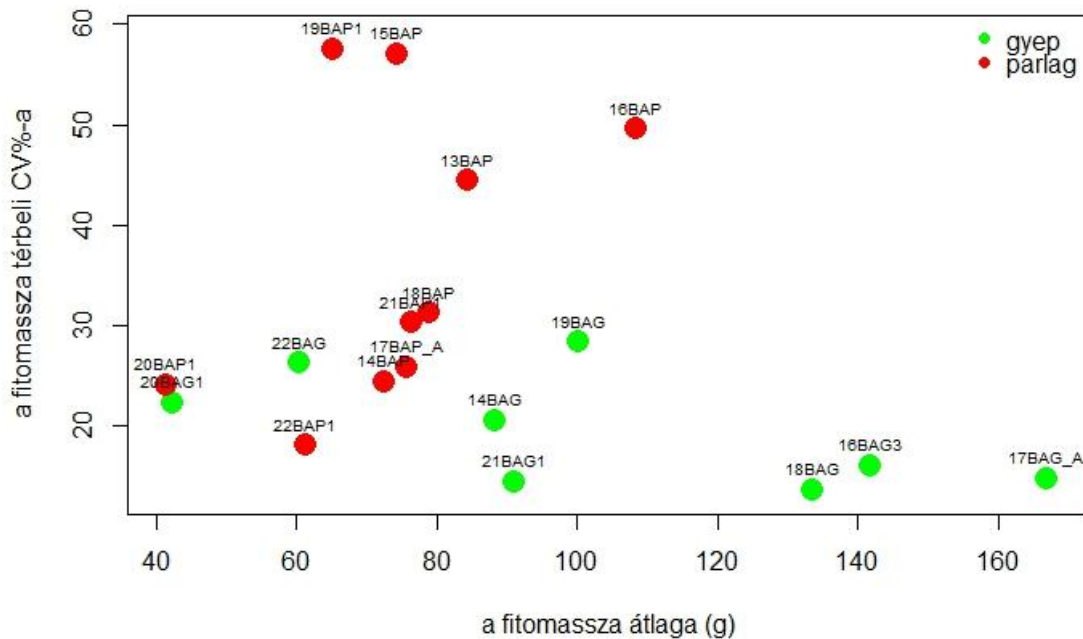


vízháztartásának javulásával csökken az egyik legalapvetőbb, termőhelyen érvényesülő limitáló tényező, ezért a növényzet az aszályos éveknél szebb és strukturáltabb formájában fejlődhet ki. Ennek oka, hogy míg a száraz években a gyep horizontális szerkezetében felerősödik a lokális limitáltság hatása, melynek következtében a gyep felnyílik. Emellett az egyes növényfajok különböző mértékben érzékenyek az aszályra, ennek következtében az érzékenyebb fajok fitomasszája lecsökken, míg a kevésbé érzékeny fajoké kevésbé változik. Mindezen okok miatt a fitomassza mennyisége lokálisan lecsökkenhet, amely megnövelheti a térbeli variációt.

A jó természetességű, ezáltal koordináltan működő gyepársulások a környezeti paraméterek fluktuációjából eredő behatásokra a fajkompozíciójukban lezajló átrendeződésekkel válaszolnak, így képesek működésüket bizonyos határokon belül stabilizálni. Amennyiben ez az utóbbi mechanizmus érvényesül, a fitomassza mennyiségének térbeli és időbeli variációja, valamint az egyes, külön vizsgált környezeti paraméterek fluktuációja között szinkronitással nem jellemezhető kapcsolat alakulhat ki. Ezen kérdések az itt bemutatott módszertannal vizsgálhatóak, azonban a folyamatok részletes feltárása további adatgyűjtést igényel.

#### **4.11. A gyepekben zajló regenerációs és degradációs folyamatok értékelése a fitomassza térbeli CV%-a alapján**

Ha a battonyai parlagterületet esetében a fitomassza térbeli variációs koefficienseit ábrázoljuk az egyes transzszektek átlagos fitomassza mennyiségének függvényében (48. ábra), láthatjuk, hogy a gyepek és a parlagok különböznek egymástól e tekintetben. A gyepek esetében sejthető egy negatív irányú összefüggés a fitomassza mennyiségének növekedése és a CV% alakulása között, azonban az adatokra kiszámított lineáris regresszió nem mutatott szignifikáns trendet ( $R^2=0,29$ ,  $p=0,096$ ). Az adatok alapján feltételezhető, hogy a fitomassza átlagos mennyiségének növekedésével a térbeli heterogenitás e változó tekintetben csökken, vagyis az ökológiai rendszer ilyen tekintetben szabályozottabban működik. Érdekes szemügyre vennünk, hogy fitomassza átlagos mennyisége három, egymást követő évben volt a legnagyobb (2016, 2017, 2018) és ezekben az években a térbeli variációs koefficiens évek közötti különbsége is kisebb volt, mint a kisebb átlagos fitomassza-mennyiséggel jellemezhető években. A parlagon készült transzszektek esetében ilyen tendencia a jelenlegi adatok alapján nem körvonalazódik, az adatpontok nagyon szóródnak és nem mutatnak időben egyértelmű csökkenő trendet.

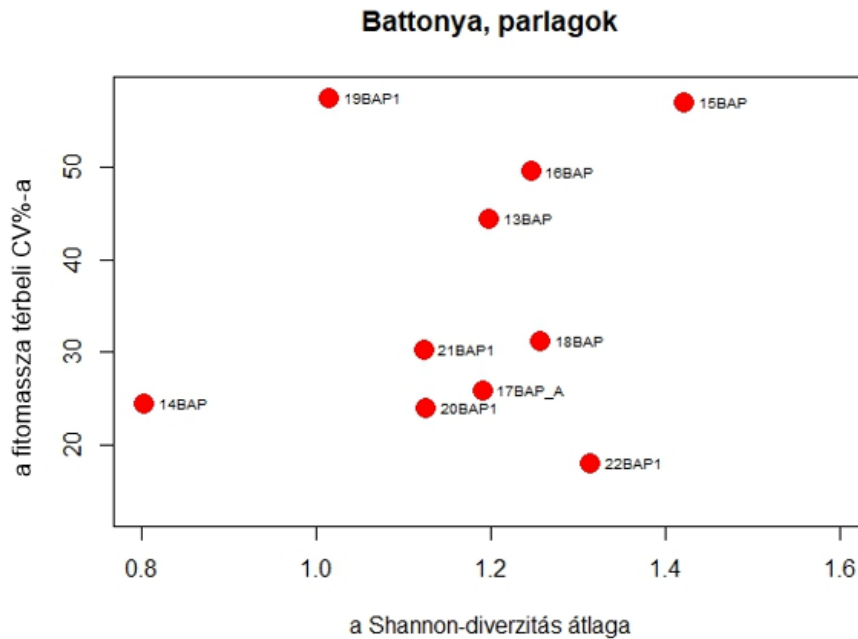


48. ábra. Az egyes transzszektek fitomasszájának térbeli variációs koefficiensei (CV%) a transzszektek átlagos fitomassza-mennyiségének függvényében.

Az a tény, hogy a gyep esetében kezd kirajzolódni egy negatív összefüggés a fitomassza térbeli CV%-ai és a fitomassza mennyiségének átlagai között, a parlagról származó adatok viszont ezt nem mutatják, fontos módszertani eredmény. Ennek oka, hogy nem minden esetben ugyanolyan előre jelezhető módon következik be a variációs koefficiens értékének szabályos csökkenése az átlag növekedésének hatására (esetünkben a parlag adatsor ezt nem mutatja). Ebből adódóan azokban az esetekben, ahol az átlag növekedésével a CV% értéke csökken, az nem pusztán egy előre jelezhető, a mérőszám számítási módjából adódó matematikai műtermék. A kialakuló összefüggés, vagy annak hiánya utalhat az ökoszisztéma vizsgált jellemzőinek variabilitására (szabályozottságára), vagyis biológiai jelentése van.

Amennyiben a parlagon készült transzszektek fitomasszájának térbeli variációs koefficiensét ábrázoljuk az egyes transzszektek átlagos Shannon-diverzitásának függvényében (49. ábra), nem kapunk olyan trendet, amely egyértelműen utalna egy kezdeti szakaszban lévő regenerációra. Az ábrán látható, hogy az egyes évek között a Shannon-diverzitás értéke előre nem megjósolhatóan változik, egyes években jelentősen megnő, máskor ismételtlen visszaesik. Ennek oka, hogy a parlagszukcesszió során különböző fázisok követik egymást, melyek elsősorban az adott időszakban nagy mennyiségben előforduló, domináns fajjal jellemezhetőek. Ezek a változó hosszúságú, de a szukcesszió korai szakaszában jellemzően egytől néhány évig tartó periódusokban egy domináns, vagy néhány kodomináns faj olyan nagy borítást ér el, hogy a diverzitás értékek lecsökkenését okozzák. Az egyes fázisok közötti átmeneti időszakban az addig domináns faj kiritkulásával egyidőben, egyelőre kis borítással már megjelenik a következő fázisra jellemző fajkészlet, valamint az addig domináns faj állományának felnyílásával a szubordinált fajok állományi is nagyobb borítást érhetnek el. Ezt követően a következő fázisra jellemző fajok dominánssá válásával a diverzitás ismét lecsökken. A diverzitás ilyen jellegű fluktuációjára hatással van a környező területek fajgazdagsága, illetve számos egyéb termőhelyi tényező (pl. időjárási tényezők alakulása), illetve ezek egymásra ható

kombinációi. 2013-ban a parlag növényzetében a *Cirsium arvense* és az *Erigeron annuus* kodominanciája volt jellemző, majd következő évben már a *Bromus sterilis* dominálta időszak kezdődött. Miután itt a *Bromus* nagy tömege határozta meg a növényzet képét, a diverzitás az előző évihez képest jelentősen visszaesett. 2015-ben még mindig a *Bromus sterilis*, határozza meg a gyep képét, azonban továbbra is nagy mennyiségben van jelen a *Cirsium arvense*, illetve egyre nagyobb mennyiségben van jelen a *Poa trivialis* és a *Poa angustifolia* is. Ennek következtében a diverzitás ismét megnövekedett. 2016, 2017 és 2018 során a legnagyobb mennyiségben előforduló fajok az előbbieket, a Shannon-diverzitás értéke ezen évek alatt nem változott lényegesen, ennek ellenére lényeges különbség, hogy foltokban más fajok dominássá válása is megfigyelhető volt (Pl. *Alopecurus pratensis*, *Calamagrostis epigeios*, *Convolvulus arvensis*) illetve számos faj kis mennyiségben ugyan, de már jelen volt a parlagon, melyek a cönológiai felvételek borításadataiból számolt hagyományos diverzitásindex értékének változását csekély mértékben befolyásolták. 2019-ben a diverzitás ismételen lecsökken, holott ettől az évtől egyre kifejezettebbé vált az a regeneráció szempontjából nagyon fontos tényező, hogy a parlag növényzetében egyre nagyobb mennyiségben jelennek meg a szomszédos ősgyepre jellemző fajok. Bár 2019 és 2022 között a Shannon diverzitás értéke növekvő tendenciát mutat, a 10 év tekintetében a diverzitásértékek jellemzően 1 és 1,4 között csoportosulnak, miközben a fitomassza CV%-a az utolsó 3 évre az alsóbb 30%-os tartományba csökken. Ezek alapján feltételezhetjük, hogy a szukcesszió kezdeti szakaszában a regeneráció során jelentkező fajcserét a Shannon-diverzitás értékei nem számszerűsítették elég jól. Ennek következtében felmerül annak szükségessége, hogy bizonyos esetekben, illetve bizonyos feladattípusok esetén az állomány finomléptékű szerveződését és kompozicionális diverzitását jobban leíró módszerek használatához folyamodva szükséges információt gyűjtenünk. A csapadékadatok és fitomassza mennyiségének összefüggéséről szóló fejezetben láthattuk, hogy egyes esetekben összefüggés, de legalábbis szinkronitás mutatható ki a parlag fitomassza-mennyisége, illetve annak térbeli variációs koefficiense és egyes vizsgált hónapok csapadékösszege között. A korábbi kutatások alapján az is megállapítást nyert, hogy a csapadék alakulása befolyásolja a gyepek finomléptékű cönológiai viszonyait. Ezek a folyamatok mikrocönológiai módszerekkel nagyobb pontossággal vizsgálhatóak, azonban a mikrocönológiai módszerek sem minden esetben mutatnak feltétlenül kiugrások nélküli időbeli trendeket az időjárás és a szukcessziós fázisváltásokkal kapcsolatos időleges diverzitás csúcsok miatt. Az ilyen mintavételezési kérdések megválaszolására a jövőben további módszertani vizsgálatokra lesz szükség.

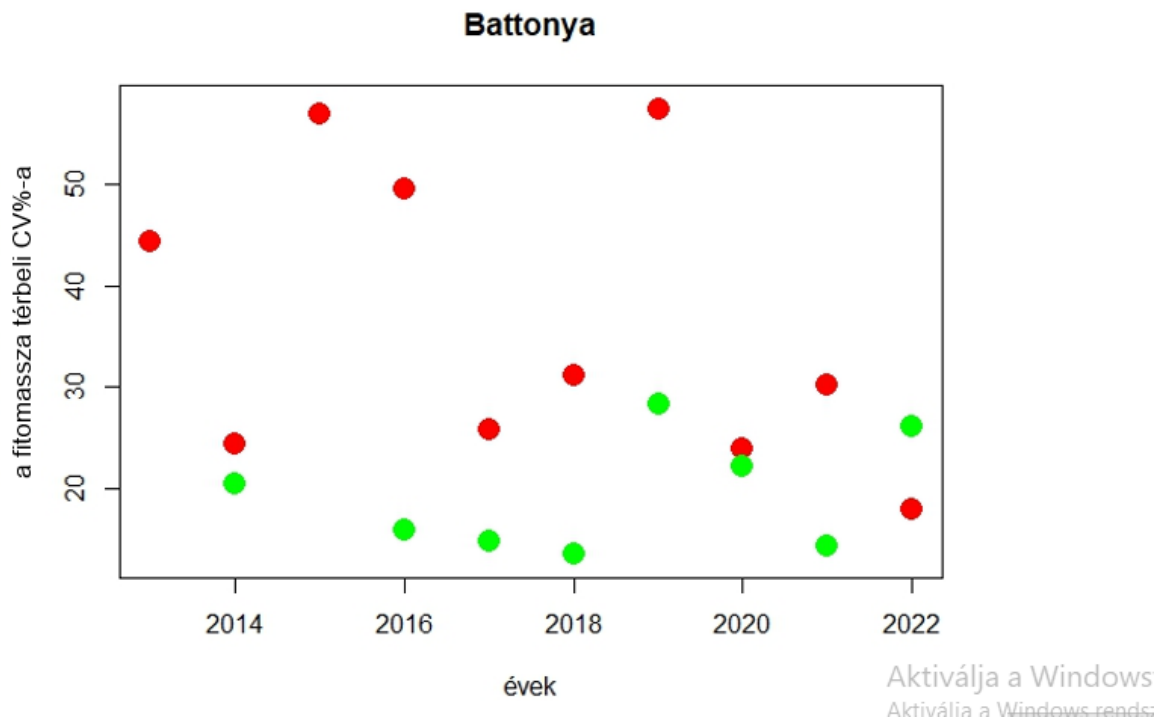


Aktivália a Winr

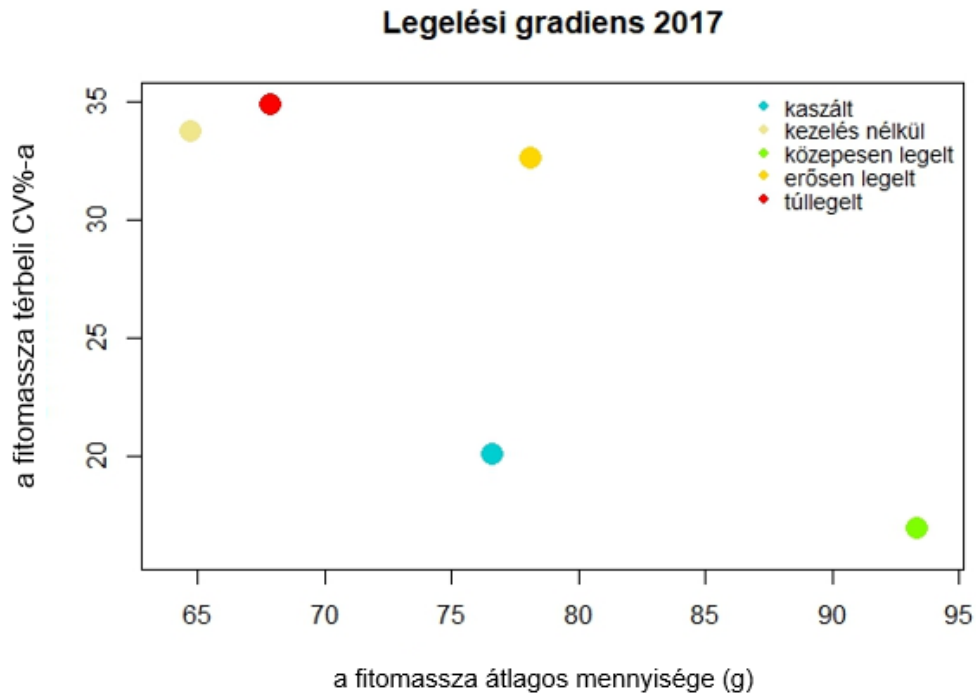
49. ábra. Az egyes transzszektek fitomasszája térbeli variációs koefficienseinek alakulása az átlagos Shannon diverzitás függvényében

Az 50. ábrán az egyes transzszektek fitomasszája variációs koefficiensét ábrázoltam az egyes években, megkülönböztetve a gyepet és a parlagot reprezentáló adatpontokat. Az utolsó év kivételével a parlagok növényzetének térbeli CV%-a magasabb volt a gyepekre számított értéknél. Az első években a parlagokra jellemzően jóval magasabb CV% értékeket kaptam, mint a gyepek esetében, illetve az egyes évek között a CV% -ban nagy értékkülönbségek adódtak. Ebben az első időszakban, 2018-ig a gyep CV% értékei egyenletesek, kismértékű ingadozást mutatnak. 2019-ben a gyep és a parlag CV%-a is megemelkedik. Azt, hogy egyszerre mindkét transzszekt produkálja ezt a változást, magyarázhatnánk valamilyen klimatikus tényezővel, azonban a csapadékadatok alapján a 2019-es év a 12 havi csapadékösszeget, a február-május, és az előző év december-május közötti időszakot tekintve átlagosnak mondható (a hatvanéves átlaghoz közelínek). Az előző év 12 havi csapadékösszeget tekintve átlagosnak volt tekintve, ezért a CV% mindkét gyeptípusban történő megemelkedése csupán a csapadékadatok alakulásával nem magyarázható. A parlag növényzete ebben az időben a cönológiai felvételek borítási adatai szerint meglehetősen foltos. Ennek oka, hogy egyes kvadrátokban a borítás meglehetősen alacsony volt, máshol pedig nagy termetű fűfélék (*Calamagrostis epigeios*, *Festuca valesiaca*, *Alopecurus pratensis*), illetve egyes kétszikű fajok (*Galium verum*, *Convolvulus arvensis*) képeztek nagyobb tömegű fitomasszát. A következő két évben (2020 és 2021) a gyep esetében a CV% értéke ismét csökkenni kezd, a parlagon 2020-ban csökken, azonban 2021-ben ismét emelkedik. 2020-ban a parlag növényzetében a CV% értékét még jobbra az előbb felsorolt fajok együttesen alakítják, 2021-ben a megemelkedett CV% értéket a *Festuca valesiaca* okozhatta, ugyanis a korábbi évekhez képest a faj nagyobb gyakorisággal és borítással jelent meg a cönológiai felvételekben. A 2022-ben a parlag esetében az eddigi legalacsonyabb értékre süllyedt a CV% értéke, ennek oka lehetett, hogy a *Festuca valesiaca* borításának egyenletessége tovább növekedett a transzszektben. Az állománynak azon részein, ahol a *Festuca* nem volt jelen, az *Alopecurus pratensis* és a *Galium verum* képezte a fitomassza fő tömegét, mintegy helyettesítették a vékonylevelű csenkesz borítását. Érdekes módon ebben az évben a gyep magasabb variációs koefficiens értéket adott. A CV% hirtelen ugrásának emelkedéseinek okát a gyep esetében még a jövőben vizsgálni szükséges, azonban

megjegyzendő, hogy a 2022-es év egyike volt az elmúlt 10 év legcsapadékszegényebb éveinek, így a többi évtől eltérő eredmény feltételezhetően klimatikus okokkal (vagy azok közrejátszásával) is magyarázható. Mindenesetre 10 év adatait elemezve, megfigyelhető egy konvergencia a gyepek és a parlagok CV% értékei között, melynek során jellemzően a parlag értékei közelítik a variációs koefficiens értékének alacsonyabb tartományait. Az előző ábrán láthattuk, hogy a Shannon-diverzitás esetében nem találtunk ilyen egyértelmű trendet a parlag esetében, ezért felmerül annak szükségessége, hogy olyan kis térléptékben alkalmazható módszereket is használjunk a vegetáció szerveződésében beálló változások jellemzésére, melyek az egyes évek közötti különbségeket megfelelően képesek detektálni.



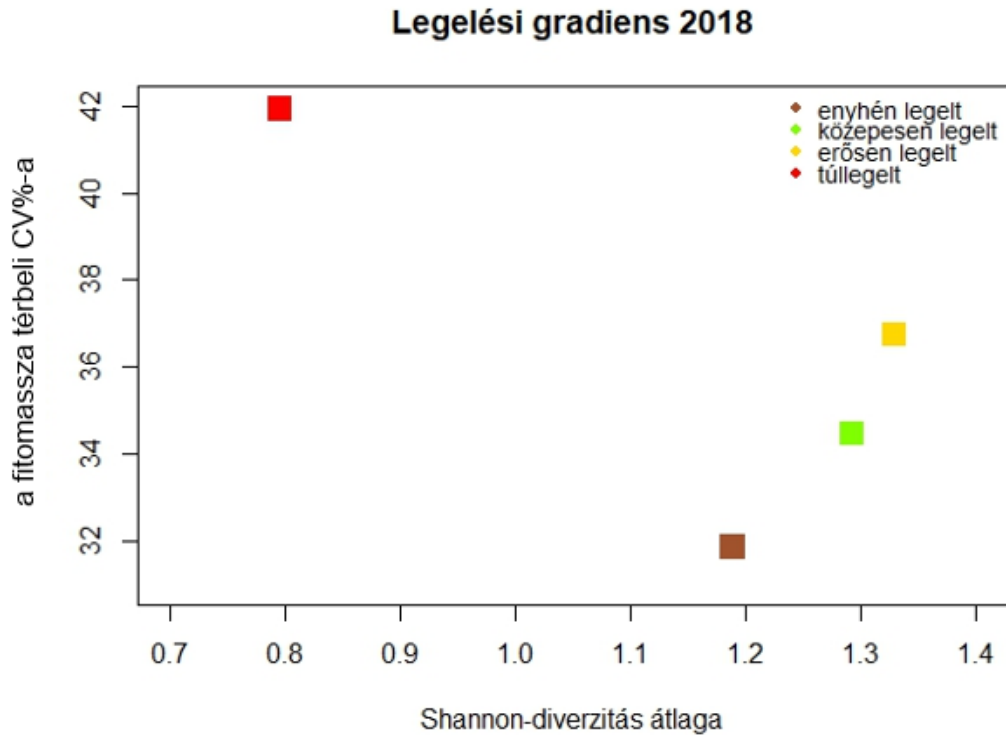
50. ábra. A transzszektek fitomasszája térbeli variációs koefficiensei az egyes évek között a gyepes és a parlagos esetekben



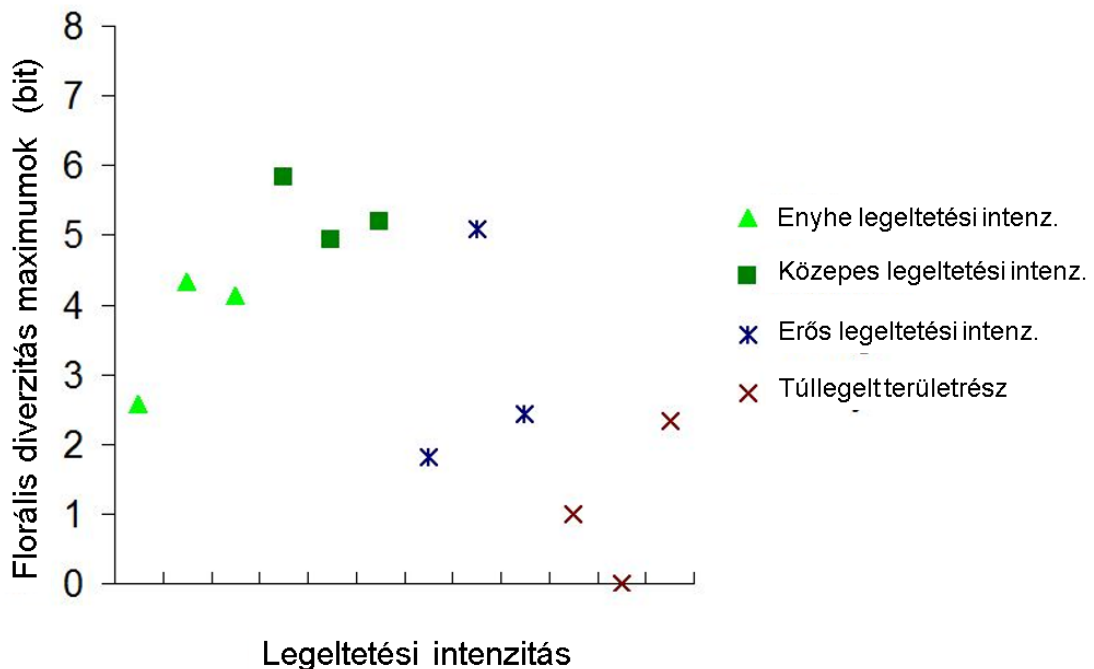
51. ábra. Az egyes transzszektek fitomasszája térbeli variációs koefficiense az átlagos fitomassza függvényében a 2017-es kunpeszéri legelési gradiens mintái esetében

A 2017-ben készült kunpeszéri legelési gradiens esetében a legnagyobb átlagos fitomasszájú transzszektet a közepesen legelt mintaterületen találtam (51. ábra), ahol a fitomassza térbeli variációs koefficiense a legalacsonyabb volt. A kaszált és az erősen legelt területrészes esetében a fitomassza hasonlóan mutatkozott, azonban a transzszektek térbeli variációs koefficiensében jelentős különbségek adódtak, ugyanis a kaszáló esetében ez az érték jóval alacsonyabbnak bizonyult.

Módszertani szempontból érdekes tanulságokkal szolgálhat a 2018-ban felvett transzszektek diverzitás szerinti elemzése. Amennyiben ilyen szempontból megvizsgáljuk a különböző legelési intenzitás mellett készült transzszektek fitomasszájának variációs koefficiensét és ezen értékek alakulását a cönológiai felvételekből számított Shannon-diverzitás átlagának függvényében ábrázoljuk (52. ábra), látható, hogy a túllegelt területrészen készült transzszekt esetében a diverzitás alacsonyabb volt, mint a gradiens többi mintaterületén, illetve a CV% értéke is magasabb volt. A másik három transzszekt diverzitásértékeiben nem mutatkozott számottevő különbség, illetve megjegyzendő, hogy a Shannon-diverzitás növekedésével a fitomassza térbeli variációs koefficiense is növekedett.



52. ábra. Az egyes transzszektek fitomasszájának térbeli variációs koefficiense az átlagos Shannon-diverzitás függvényében a 2018-es kunpeszéri legelési gradiens mintái esetében



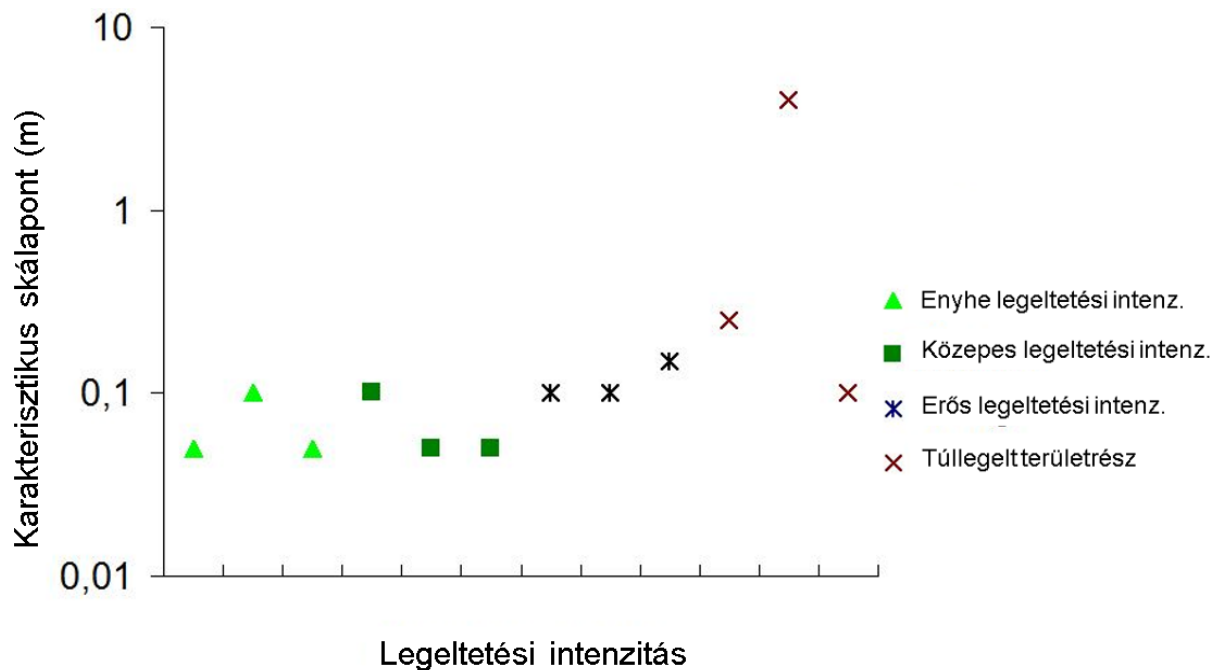
53. ábra. A kunpeszéri legelési gradiens mentén felvett transzszektek elején, közepén és végén készült 3 mikroökológiai linea adataiból számolt florális diverzitás függvény maximumértékei

A fenti ábra érdekessége, hogy az Y tengelyen mért CV% értékek előzetes hipotézisemnek megfelelően alakultak, vagyis a legalacsonyabb érték az enyhén legelt transzszektek esetében

volt, majd kissé magasabb CV%-kal rendelkezett a közepesen legelt transzszekt, aztán valamivel magasabb értékkel az erősen legelt, ezt követte egy nagyobb ugrással a túllegelt területrészt. A Shannon diverzitás értéke ebben a használt léptékben nem volt alkalmas a vegetációban lezajló változások detektálására, ugyanis ez a diverzitás index azt a bizonytalanságot adja meg, hogy egy random módon kiválasztott egyed melyik cönológiai felvételben szereplő fajhoz tartozik. Értéke függ a fajszámtól és azonos fajszámmal rendelkező minták esetében annak a mintának lesz nagyobb a diverzitása, amelyik esetében a fajok tömegességének különbsége kisebb lesz. Vagyis az index alakulását a fajszámok és a fajokhoz tartozó abundanciák alakítják ki, tehát nem veszi figyelembe a fajok együttélési mintázatait, azaz a kis térléptékekben mérhető fajkombinációk diverzitását. A fentiekben túlmenően a Shannon-diverzitás önmagában nem hordoz információt a felvételben előforduló fajok ökológiai jellemzőiről (intra- és interspecifikus trait-ek, különböző, a fajok indikációs tulajdonságait felhasználó mutatók, takarmányérték adatok stb.). Ebből adódóan az is megeshet, hogy két, teljesen azonos Shannon-diverzitás értékkel jellemezhető minta két teljesen eltérő szerveződésű állományból származik. Amennyiben a transzszektet elején, közepén és végén készült 3 mikrocönológiai linea adataiból számolt florális diverzitás függvény maximumait ábrázoljuk (53. ábra), az eltérő legeltetési intenzitású transzszektet viszonylag jól elkülönülnek egymástól. Bár az enyhe legeltetési intenzitású és az erős legeltetési intenzitású transzszektet esetében is megjelenik egy-egy kiugró érték, de összességében a közepesen legelt mintaterület esetében találtam a legmagasabb FD értékeket, illetve az enyhén legelt mintaterület is viszonylag magas értékekkel voltak jellemezhető. Az erős legeltetési intenzitású lineák, valamint a túllegelt terület lineái között egyértelmű elkülönülés nincs, bár a túllegelt terület értékeiből két adatpont az erős legeltetési intenzitású lineákat reprezentáló adatok alatt jelentek meg. Összességében a fenti ábra alapján levonható az a következtetés, hogy a közepes legeltetési diverzitás mellett alakult ki a legkomplexebb vegetációstruktúra a gyepten, míg az alulhasznosítás kedvezőtlen irányba befolyásolta ezt a jellemzőt, míg a legeltetési nyomás jelentős fokozásával a gyepten kis térléptékben mérhető együttélési mintázatai jelentősen szegényebbek.

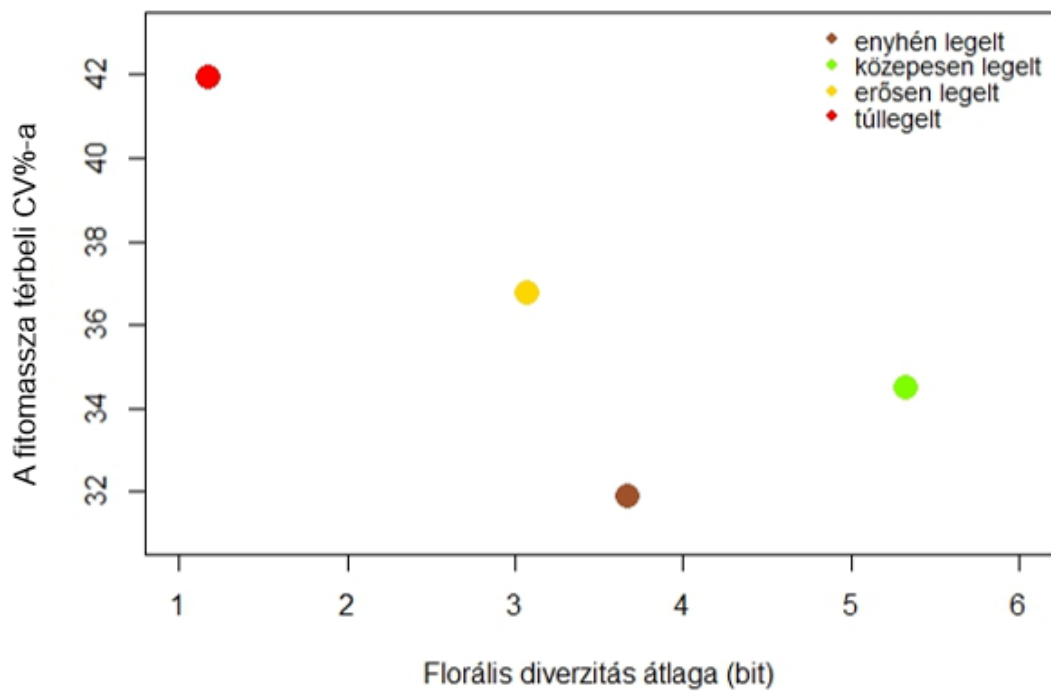
A karakterisztikus skálapont esetében szintén adódnak érdekes eltérések az eltérő legeltetési intenzitással kezelt területrészek felvett transzszektet között (54. ábra). Az enyhe és a közepes legeltetés mellett a karakterisztikus skálapont nagyságrendileg azonos térléptéknél van, azonban mindkét kategória esetében előfordul egy-egy kiugró érték, melyek 0,1 m-nél vannak. Az erős legeltetési intenzitás esetén a karakterisztikus skálapont szintén 0,1 m körül mozog, míg a túllegeltetett területrészen felvett lineák a háromból két esetben még az előző kategóriánál is nagyobb térléptéknél mutatják azt. Figyelemre méltó, hogy a legintenzívebben legelt területrészt esetében a karakterisztikus skálapont értékeinek variációs tartománya jelentősen nőtt.





54. ábra. a 60 m-es transzszektekhez tartozó mikrocönológiai lineák adataiból számított florális diverzitás függvények karakterisztikus skálapontok a különböző legeltetési intenzitással kezelt területek esetében

Ha a fitomassza térbeli variációs koefficiensét a mikrocönológiai lineák adataiból számolt florális diverzitás értékeiből képzett átlagok függvényében ábrázoljuk, egy funkcionális ökológiai szempontból érdekes összefüggést kapunk (55. ábra). A túllegeltetés miatt leromlott szerkezetű gyepek esetében a fitomassza térbeli CV%-a nagyobb volt a többi területnél, ugyanez az erősen legelt terület esetében is igaz volt. A legalacsonyabb CV% az enyhén legeltetett terület esetében adódott. Némileg árnyalja a képet, hogy a közepesen legelt transzszekt esetében tovább nő a florális diverzitás, azonban a CV% értéke újra emelkedni kezd. Természetesen ebből az egy mintavételből nem lehet megalapozott következtetéseket levonni. Ennek ellenére szükségesnek tartottam dolgozatomban szerepeltetni a kísérleti jelleggel mikrocönológiai mintavétellel is kiegészített 60 m hosszú standard mintavételi elrendezéssel felvett transzszektből származó első eredményeket is. A mikrocönológiai mintavétel megbízhatóan el tudta különíteni az optimálisan vagy ahhoz közeli, illetve a különböző mértékben, de túllegelt gyepeket. A tesztelés következő időszakában sok ismétlésben szükséges használni ezt a mintavételt a leromlási vagy regenerációs gradiens mentén kis értékkülönbségekkel jellemezhető állományok összehasonlítására, annak érdekében, hogy a 55. ábrán bemutatott negatív összefüggés megfelelő ismétlésszám felhasználásával is vizsgálható legyen.



55. ábra. Az egyes transzszektek fitomasszájának térbeli variációs koefficiense az átlagos florális diverzitás függvényében a 2018-es kunpeszéri legelési gradiens mintái esetében

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Napjainkban a globális klímaváltozás okozta időjárási szélsőségek gyakoriságának növekedésével és a szélsőségek erősödésével, továbbá az emberi tevékenység következtében egyre súlyosbodó biodiverzitás krízis eddig nem látott kihívások elé állítja a gyepgazdálkodási gyakorlatot (Dong et al. 2020). Az új típusú problémák újszerű megközelítéseket kívánnak a gyepek működésének jellemzésére. A hazánkban is kimagasló szakmai műlra és évtizedes hagyományokra támaszkodó gyepgazdálkodás elsősorban a gyepek termésbecslés alapján történő minősítésére helyezi a fő hangsúlyt (Balázs, 1949, 1960). Ezek a hagyományos termésbecslési módszerek elsősorban egy állomány működésének átlagos értékét számszerűsítik. Hasonló tendencia figyelhető meg a napjainkban is zajló fitomassza mennyiséget érintő kutatásokban is (pl. Chu 2020, Meng et al. 2020), utóbbiak gyakran távérzékelési módszereket is alkalmaznak a fitomassza mennyiségének meghatározására és regionális léptékben vizsgálják az ökoszisztémák működését. Miközben már megfogalmazódott annak fontossága, hogy az ökoszisztémák működését időben ismételt mintavételekkel jellemezzük (Dee et al. 2022) egy másik fontos kérdéskörrel, a fitomassza állományon belüli variációjáról, annak térbeli mintázatairól azonban eddig kevés információval rendelkezünk. Ennek vizsgálatára egy mintavételi módszert fejlesztettem, a fitomassza mennyiségének térbeli variabilitásának mérésére variációs koefficiens használom. Összhangban a hazai és nemzetközi irodalomban leírtakkal, a módszertani vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a 0,25 m<sup>2</sup> területű kvadrát léptékben 3 mintából már megfelelően becsülhető a minta átlaga, azonban kiemelendő eredmény, hogy a variáció becslésére ennél jóval magasabb mintaelemszám szükséges. Homogénebb gyepekben (pl. Battonya esetében H5a) 11, nyitottabb, gyér növényzeti borítottságú élőhelyeken (pl. Fülöpháza esetében G1) 13, míg a zártabb és nagyobb méretű növényegyedeket is tartalmazó vegetációtípusok (pl. Kunpeszér esetében H5b) 19 kvadrát kellett a térbeli variációs koefficiens becsléséhez. A parlagok térben heterogén növényzetében minimum 23-25 mintára volt szükség a térbeli CV% megfelelő becsléséhez. A heterogénebb szerkezetű vegetációtípusok magasabb mintaelemszámigényét más kutatások is megerősítik (Tsutsumi et al. 2007). Fontos eredmény, hogy az előbbi mintaelemszámok esetén azonos kvadrátméret mellett már jól megkülönböztethetőek voltak a természetközeli gyepek, illetve az azok termőhelyén található parlagok. Ezek a természetközeli gyepparlag párosok egy természetességi gradiens kellően nagy értékű különbségekkel jellemezhető végpontjainak tekinthetőek, melyek vizsgálatával a kifejlesztett mintavételi módszer és az arra épülő elemzések jól tesztelhetőek voltak. A módszertani vizsgálatok alapján a standard mintavételi elrendezés (egy 60 m hosszú transzszekt mentén elhelyezett 31 db 0,25 m<sup>2</sup> területű kvadrát) a gyepgazdálkodási gyakorlat számára is ajánlható a fitomassza mennyiségének térbeli variációjának vizsgálatára. Az általam elvégzett széleskörű terepi tesztelésnek köszönhetően már számos gyeptípusban rendelkezünk referenciaadatokkal a későbbi kutatások és a gyakorlati alkalmazás számára. A mintavétel optimális ideje a fitomassza térbeli CV% szezonális dinamikája alapján a gyepparlag optimális idejében van, ekkor a CV% értéke minimumon a fitomassza átlagos mennyisége a maximumon van. A gazdálkodóknak készült gyakorlati ajánlások szintén ezt az időszakot jelölik meg a szénának szánt növényzet optimális kaszálási időpontjának (Tasi 2018), így az általam fejlesztett mintavételi módszer kapcsolódik a gyakorlati megfontolásokhoz. A produktivitás variabilitása más tanulmányokban is évszakos dinamikát mutatott, hasonlóan az én eredményeimhez egy május-júniusi és egy októberi minimummal (Klaus et al 2016). A gyűjtött adatok elemzéséhez használt variációs koefficiens a variabilitás egy általánosan elfogadott mérőszáma (Zar 1999), melyet számos fitomassza-variációt vizsgáló kutató használ (Lepš 2004, Caldeira et al. 2005). Egyes közlemények az interkvartilis tartományból számolt CV-t használatát javasolják (Botta-Dukát 2023). Kutatásom során mindkét módszerrel kiszámítottam a fitomassza térbeli CV-jét. Bár a gyepek és a parlagok elkülönítésére mindkét

módszer alkalmasnak bizonyult, mégis a teljes mintából számolt CV alkalmazását javaslom a fitomassza térbeli variabilitásának és az állományok működésének jellemzésére. Ennek oka, hogy az interkvartilis CV számításakor az analizisből kihagyunk bizonyos mintaelemeket, melyek funkcionális ökológiai szempontból mégis fontos információt hordoznak. Ennek oka, hogy a degradáció során kezdetben kis térléptékben, az egyes fajok egyedeinek együttélési lehetőségeiben mutathatók ki változások (Bartha 2008). Ezek a változások kezdetben az egyedméretek megváltozásával járhatnak, illetve egy adott foltban kevesebb faj élhet együtt. Ennek következtében a kezdetben nagyobb méretű egyedek megjelenése okozta fitomassza növekedés fontos információval bír, azonban amennyiben a minta nem kerül az interkvartilis terjedelembé, az interkvartilis CV számítása során ez az információ elveszik. Erre való tekintettel a teljes mintából számolt variációs koefficiens alkalmazását javaslom. Figyelemreméltó eredmény, hogy egy vizsgált változó adatpontjai hasonló átlagértékek mellett jelentősen eltérő CV% értékeket tudnak produkálni. Ennek következtében bizonyítható, hogy az átlag és a CV% esetében gyakran jelentkező negatív összefüggés nem matematikai műtermék, hanem az összefüggésnek a szabályozásra vonatkozó biológiai jelentése van. (Erre példa, hogy a battonyai mintaterület esetében a parlagok esetében a fitomassza átlagos mennyisége és a térbeli CV%-a között nem alakult ki negatív összefüggés.)

A variációs koefficiens vizsgálatán túl elemeztem a fitomassza minták eloszlását is, ugyanis számos a kutatói gyakorlatban elterjedt statisztikai elemzés feltétele a normál eloszlás megléte (Zar 1999). A vizsgált transzszektek közül sok általában a minták normál eloszlást követtek, a zártabb gyepekre (pl H5a) kevésbé volt jellemző a kiugró értékek nagyobb mennyiségben való megjelenése. A nyílt homoki gyepek (G1), illetve a parlagok eloszlása gyakrabban tért el a normáeloszlástól és gyakran tartalmaztak a minták több és a minta középértékétől messzebbre eső kiugró értéket. Egyes tanulmányok szerint a nem normáeloszlást követő esetekben a fitomassza térbeli heterogenitása jól modellezhető a gamma-eloszlással (Tsutsumi et al. 2007). A munkám során alkalmazott kompozicionális vizsgálatok rámutattak arra, hogy a kvadrátokban lévő fitomassza mennyiségek meghatározásában, így a minták eloszlásának kialakításában az állományban előforduló fajok nem egyforma súllyal vesznek részt. A jó természetességű gyepek, mint jól szabályozott természeti rendszerek esetében a társulásalkotó fajok esetében a térben olyan kompenzációs dinamikák érvényesülnek (McLaren és Turkington 2011, Allan et al. 2011), melyek állomány szinten képesek stabilizálni az állomány funkcióját, ezáltal a fitomassza térbeli CV%-át alacsony szinten tartják. Erre utal, hogy az alacsony térbeli CV%-kal jellemezhető állományban jellemzően ugyanazon néhány faj együttesen alakítja ki a kvadrátban található fitomassza mennyiségét. Az elromló szabályozás következtében ez a kompenzációs dinamika felborul, a fajok tömegességi viszonyai megváltoznak, illetve új zavarásjelző fajok jelennek meg. Ezeket a folyamatokat a fitomasszaminták eloszlása és a teljes mintából számolt térbeli CV% is leköveti.

A fitomassza térbeli variabilitásának jobb megértése céljából megvizsgáltam a fitomassza mennyiségének és variabilitásának összefüggését a mintavételt megelőző 4, 6, 12 hónap csapadékösszegének alakulásával. A legfontosabb eredmény, hogy a jó természetességű battonyai H5a gyepeben a csapadék 12 hónapos összege és a transzszekt átlagos fitomassza mennyisége között szignifikáns szinkronitás mutatkozott, míg a csapadékmennyiség változásának nem volt hatása CV% értékére. A parlag esetében a fitomassza mennyiségének változása és térbeli CV%-ának változása követte a hat hónapos csapadékösszegek változását. Az ősgyep esetében a CV% változása nem mutatott szinkronitást a csapadékösszeg változásával. Egyes tanulmányok szerint (Lepš és Rejmánek 1991) a fiatal parlagok érzékenyebben reagálnak az időjárás változására, mint a stabil, jól szervezett társulások. A parlag esetében a hat hónapos csapadékösszeggel való szinkronitás nem várt eredmény volt. Ebben az esetben feltételezhetően azért nem a 12 hónapos csapadékösszeggel mutatott szinkronitást a fitomassza mennyisége, mert az első években az évi kétszeri szárazzás nyomán

az állomány csak nyár végétől tudott zavartalanul fejlődni, amely megfelel a 6 hónapos időszaknak. A csapadékösszegek számos esetben mutatnak szignifikáns szinkronitást a gyepek esetében az egyévesek és az évelők mennyiségi viszonyaival, ezt az eredményt más tanulmányok is megerősítik (Bartha et al. 2003, Bartha et al. 2022).

A kunpeszéri legelési gradiens mentén végzett, mikrocönológiai felvételezéssel kiegészített mintavétel alapján akkor is ki tudtam mutatni a különböző intenzitással legelt állományfoltok közötti szerkezeti eltéréseket, amikor a hagyományos diverzitásindex nem jelzett különbséget a kezelések között (Bartha 2008). A mintavételek többségét olyan nagy értékű különbségekkel jellemezhető vegetációtípusok egymással való összehasonlítására alkalmaztam, ahol a különbségek biztosan kimutathatóak ezen módszerekkel. A kunpeszéri vizsgálatban kísérletet tettem arra, hogy egy állományon belül, a JNP modellek segítségével kimutassam a kísértékű különbségekkel jellemezhető állományfoltok közötti szerveződésbeli eltéréseket (Juhász-Nagy 1983). A florális diverzitás függvények alapján jól elkülönültek a leromlás különböző stádiumaiban lévő állományok. A degradált állományfoltok esetében a fitomassza térbeli CV%-a magasabb volt. Ezek az előzetes eredmények egy perspektivikus kutatási területet jelentenek, melyet a jövőben érdemes részletesebben vizsgálni.

A dolgozatomban bemutatott, általam fejlesztett mintavételi módszer használatával megfelelő pontossággal vizsgálhatjuk az egyes gyepek fitomassza mennyiségének térbeli variabilitását. A fejezet elején említett, gyepgazdálkodási és ökológiai kihívások megoldása és a gyepek ökoszisztéma-szolgáltatásainak megbízhatóságára vonatkozó ismeretek bővítése érdekében szükséges nemcsak a térbeli, hanem az időbeli variáció ismerete is. Sajnálatos módon az időbeli variáció vizsgálata éppen az időhorizont miatt kihívást jelent, azonban vannak arra irányuló eredmények, hogy az időbeli és a térbeli variabilitás összefügg egymással (Virágh et al. 2008). Az időbeli variáció minél pontosabb detektálásához célszerű lehet állandósított mintavételi transzszektek használata, annak érdekében, hogy a mintavétel ugyanazokban a pozíciókban történjen. A tér – és időbeli variáció összefüggéseinek alaposabb megértéséhez további vizsgálatok szükségesek, melyek végrehajtásához az általam javasolt módszertani térben történő állandósítása és időben való ismétlése a jövőben megfelelő alapot adhat.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A gyepársulásokban található fitomassza-mennyiség térbeli variációjának mérésére új mintavételi módszert fejlesztettem ki és teszteltem valós terepi körülmények között. A módszer fejlesztése során többféle mintavételi elrendezést (eltérő számú és méretű kvadrátok alkalmazása) próbáltam ki és az így felvett terepi adatokat módszertani vizsgálat során elemeztem, melynek segítségével meghatároztam a fitomassza mennyiség térbeli variációja vizsgálatának szempontjából optimális mintavételi elrendezést. Eszerint a 60 m hosszú transzszekt mentén egymástól két méterre elhelyezett 0,25 m<sup>2</sup> területű kvadrátok használatával megfelelő pontossággal becsülhetjük a térbeli variációt. A munkaiigényes, széleskörű terepi adatgyűjtést számos gyep típusban, az ország különböző pontján elvégeztem, melynek eredményeként egymástól jelentősen különböző élőhelyekről és a szerveződés különböző fokozataival jellemezhető életközösségekből rendelkezem információval a fitomassza mennyiségének térbeli variabilitásáról. A módszertani vizsgálatok során megállapítottam, hogy a mintavétel kedvező ideje a gyepársulások fenológiai optimumának időszakában, jellemzően május és június hónapokban van.

2. Nagyszámú ismétlésben (87 transzszekt) vizsgáltam a különböző élőhelytípusok, valamint az azok helyén lévő parlagok fitomasszájának térbeli variabilitását. Az összegyűlt adatok alapján kijelenthető, hogy a variáció az egyes élőhelytípusok jelentősen különbözhetnek egymástól, illetve az egyes élőhelytípusokon belül is mutathatnak eltéréseket az azonos években, de eltérő helyszínen készült transzszekttek, sőt az egyes mintavételi helyszínek esetében is mutatkoznak különbségek az egyes évek között. A parlagok és kevésbé szervezett állományok esetében a fitomassza mennyiségének térbeli variációs koefficiensei jellemzően magasabbak voltak.

3. Az egyes élőhelytípusok esetében áttekintettem a fitomassza mennyiségének alakulását a különböző élőhelytípusokban, és megállapítottam, hogy a fajok különböző mértékben járulnak hozzá a fitomassza mennyiségének és térbeli variációs koefficiensének kialakításához. Az egyes mintaterületek esetében vizsgáltam az átlaghoz 4 legközelebb és attól 4 legtávolabb eső kvadrát fajösszetételét és kiemeltem azokat a fajokat, melyek jelentősen befolyásolják a fitomassza alakulásának jellemzőit.

4. A meteorológiai paraméterek és a fitomassza jellemzőinek kapcsolatát szinkronitásvizsgálattal és az ehhez kapcsolódó randomizációs teszttel vizsgáltam. Ez alapján a transzszekttek fitomassza-mennyiségének átlaga ( $p=0,001$ ) és variációs koefficiensé ( $p=0,02$ ) is szignifikáns szinkronitást mutat a 6 hónapos csapadékösszegek változásának irányával. A 12 hónapos csapadékösszegek felhasználásával futtatott randomizációs teszt eredményei alapján nem találtam szignifikáns szinkronitást mutató mintázatot a CV% tekintetében sem a gyep, sem a parlag esetében. Ezzel szemben a gyepben szignifikáns szinkronitást találtam a gyep fitomassza mennyiségének átlagával ( $p=0,001$ ).

5. A battonyai mintaterület esetében megállapítottam, hogy a parlagszukcesszió során a parlagon felvett transzszekttek átlagos takarmányértéke növekedett, a takarmányérték CV%-a pedig csökkent. A parlag 10-12 éves korában ebből a szempontból már hasonlított a természetközeli gyepre.

6. A fitomassza térbeli variációs koefficiensének alakulását exploratív módon vizsgáltam a battonyai parlag szukcessziója és két kunpeszéri legelési gradiens mentén. Az ezekkel kapcsolatos legfontosabb eredmény, hogy a battonyai parlagok regenerációja esetén a

fitomassza mennyiségének térbeli CV%-a csökkent, míg a gyepek túllegeltetése miatt bekövetkező degradáció esetén növekedett. A 2018-as kunpeszéri legelési gradienst mintavételező transzszektek mikrocönológiai mintavétellel egészítettem ki, ez a módszertani fejlesztés lehetővé tette a szerveződés megváltozásának finomléptékű detektálását.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

A környezeti problémák súlyosbodása (klímaváltozás, talajdegradáció, biodiverzitás csökkenése) új kihívások elé állítja a mezőgazdaságot. Az extrém időjárási események gyakoriságának növekedésével, a csapadékviszonyok megváltozásával és a hőmérséklet emelkedésével a vegetáció is változik, fajkompozíciója és szerkezete átrendeződik, ezáltal az általa nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások, így a fitomassza-produkció is változik, amely a variáció növekedésével is járhat. Ezért lényeges a fitomassza-produkció térbeli (és időbeli) variációjának minél pontosabb ismerete, amely dolgozatom fő témája. Ehhez kapcsolódóan olyan módszertani vizsgálatokat is elvégeztem, melyek adalékokkal szolgálhatnak a gyepek működési megbízhatóságának számszerűsítéséhez és az ehhez szükséges mintavételi módszerek fejlesztéséhez, pontosabbá tételéhez. A fitomassza mennyiségének és variabilitásának vizsgálata mellett meghatároztam azokat a növényzeti struktúrákat, melyek a fitomassza mennyiségének változásával összefüggésbe hozhatóak és amelyek a vegetáció szerkezetét kialakítják.

Kérdéseim a következők voltak:

1. Milyen optimális mintavételi módszer javasolható a fitomassza mennyiség térbeli variabilitásának jellemzésére?
2. Hogyan alakul a vizsgált gyeptársulások fitomassza mennyiségének tér- és időbeli variabilitása?
3. A növényzet kompozíciója, fajgazdagsága és a szerkezeti sokfélesége hogyan befolyásolja a fitomassza mennyiségének térbeli variabilitását?
4. Van-e összefüggés a csapadékösszegek alakulása és a gyepek fitomassza mennyisége és térbeli variabilitása között?
5. Milyen eltérések mutathatóak ki a fitomassza mennyiségének térbeli alakulásában a gyepek leromlása és regenerációja során?

Vizsgálataim során 11 mintaterületen, 5 különböző vegetációtípusban dolgoztam 2013 és 2022 között. A mintavételezés 60 m hosszú lineáris transzszekt mentén készült, ennek során összesen 31-62 db 25x25 cm-es és 50 x 50 cm-es kvadrát került kijelölésre és felvételezésre, különböző elrendezésekben. A kvadrátokban cönológiai felvételeket készítettem, majd levágásra került az ott található fitomassza. Ezen felül Kunpeszéren a gyepek degradációs és regenerációs folyamatainak tanulmányozása érdekében egy legelési gradiens mentén is készítettem felvételeket, mikrocönológiai vizsgálatokkal kiegészítve. Talajtani és meteorológiai adatokat is gyűjtöttem az elemzésekhez. A kapott adatokat a CV%, a Shannon-diverzitás, a Borhidi-féle SBT értékek, a florális diverzitás és a Balázs-féle takarmányértékek segítségével elemeztem.

A módszertani vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a 60 m-es transzszekthosszon belül a kvadrátokban található fitomassza meglehetősen heterogén térbeli jellemző, azonban a gyepek átlagos fitomassza-mennyiségének becsléséhez már kevés minta is elegendő. A variációs koefficiens méréséhez ennél több kvadrátra van szükség, azonban az általam javasolt 31 minta nagy pontossággal becsülte ezt a jellemzőt a vizsgált gyeptársulásokban. A kvadrátméret növelése során az egyes állományokban a CV% értéke csökkent, a parlagok esetében a homoki parlagok kivételével magasabb volt, mint az azokkal párba állítható gyepek esetében.

A standard és a kvartilis CV mutatókkal kapott eredmények összehasonlításának eredményeképpen megállapítható, hogy minél erősebb az alsó és a felső kvartilisbe eső adatok kiugró jellege, annál nagyobb lesz a két CV számítási mód közötti különbség. A zártabb gyepektől elkülönülnek a nyílt homoki gyepek adatpontjai, ezek esetében nagyobb a két CV érték közötti különbség.

Az eredmények alapján képet kaptam a különböző élőhelytípusokban (gyepekben és parlagokon) jellemző fitomassza-mennyiségekről, ezek eloszlásáról, szezonális dinamikájáról és térbeli variációjáról. A löszgyepek és kötött talajú sztyeprétek (H5a) és a nyílt



homokpusztagyeppek (G1) esetében a nagyobb fitomasszaértékek esetében annak térbeli CV%-a alacsony marad, a homoki sztyeprétek (H5b) esetében azonban nem figyelhető meg ez az összefüggés. Azonosítottam azokat a fajokat, amelyek meghatározóak a fitomassza és annak variációja szempontjából.

A botanikai elemzés során minden transzszekt esetében meghatároztam az azokban előforduló összes fajszámot, a kvadrátok adataiból számolt egy kvadrátra jutó átlagos fajszámot, a kvadrátok összborítását, a kvadrátok Shannon-diverzitásából számolt átlagos diverzitásértéket. Az egyes transzszekték fajainak SBT értékek szerinti elemzése során meghatároztam az egyes élőhelyekre jellemző mintázatokat és domináns csoportokat. Megállapítottam, hogy a fitomassza mennyisége térbeli variációs koefficiensének jelentős, a területen lévő fitomassza mennyiségével összefüggő szezonális dinamikája van, amely szerint a CV% értékének minimuma a gyepek fenológiai optimumának idején következik be.

A gyepek esetében kirajzolódik egy negatív összefüggés a fitomassza térbeli CV%-ai és a fitomassza mennyiségének átlagai között, a parlagról származó adatok viszont ezt nem mutatják. 10 év adatait elemezve, megfigyelhető egy konvergencia a gyepek és a parlag CV% értékei között, melynek során jellemzően a parlag értékei közelítik a variációs koefficiens értékének alacsonyabb tartományait. A Shannon-diverzitás esetében nem találtam ilyen egyértelmű trendet a parlag esetében.

A takarmányértékek elemzése alapján látható, hogy a battonyai mintaterületen a parlagon a takarmányérték átlaga növekvő tendenciát mutatott a szukcesszió előrehaladtával, CV%-a viszont csökkent, ezzel szemben a gyepekben a vizsgált időszak vége felé csökkenő trend látszott az átlag tekintetében, és kissé megnőtt a CV%.

A battonyai mintaterületen gyűjtött adatokkal kapcsolatos szinkronitáselemzés eredményeinek összefoglalásaként elmondható, hogy a csapadékösszegek és a fitomassza átlagos mennyisége között két esetben kaptam szignifikáns szinkronitást, míg a variációs koefficiens esetében egyszer. A fitomassza átlagos mennyiségének évek közötti változása tökéletes szinkronitást mutatott jó természetességű löszgyepek esetében a csapadék éves összegének évek közötti változásával.

A kunpeszéri legelési gradiens elemzésének eredményei alapján a legalacsonyabb érték az enyhén legelt transzszekt esetében volt, majd kissé magasabb CV%-kal rendelkezett a közepesen legelt transzszekt, aztán valamivel magasabb értékkel az erősen legelt, ezt követte egy nagyobb ugrással a túllegelt területrész. A Shannon-diverzitás értéke ebben a használt léptékben nem volt alkalmas a vegetációban lezajló változások detektálására, ezért a mikrocönológiai felvételek alapján meghatároztam a florális diverzitás értékét, amely sokkal érzékenyebb indikátora a finomléptékben zajló szerkezeti dinamikának. Ez alapján jól elkülönültek az egyes kezelések, a közepes legeltetési diverzitás mellett alakult ki a legkomplexebb vegetációstruktúra a gyepekben, míg az alulhasznosítás kedvezőtlen irányba befolyásolta ezt a jellemzőt, míg a legeltetési nyomás jelentős fokozódásával a gyepek kis léptékben mérhető együttlélési mintázatai jelentősen szegényebbek.

## 8. SUMMARY

Nowadays environmental problems (climate change, soil degradation, biodiversity loss) are creating new challenges for agriculture. As extreme weather events become more frequent, precipitation patterns change and temperatures rise, the species composition and structure of the vegetation changes, and the ecosystem services it provides, including phytomass production, also changes, which may also lead to increased variation. Therefore, it is essential to know as precisely as possible the spatial (and temporal) variation in phytomass production, which is the main topic of my thesis.

My questions were the followings:

1. What is the optimal sampling method to characterize the spatial variability of the phytomass quantity?
2. How does the spatial and temporal variability of the phytomass quantity of the investigated grassland communities change?
3. How do the composition, species richness and structural diversity of the vegetation affect the spatial variability of phytomass quantity?
4. Is there a relationship between the amount of precipitation and the amount and spatial variability of grassland phytomass?
5. What differences can be observed in the spatial variability of phytomass during degradation and regeneration of grasslands?

My studies involved 11 sample sites in 5 different vegetation types between 2013 and 2022. Sampling was carried out along a 60 m linear transect, during which a total of 31-62 quadrats of 25x25 cm and 50 x 50 cm were recorded in different arrangements. Coenological relevés were taken in the quadrats and the phytomass was then clipped. In addition, to study the degradation and regeneration processes of the grassland in Kunpeszér, I also made the sampling along a grazing gradient, supplemented with microcoenological studies. I also collected soil and meteorological data for the analyses. The data obtained were analysed using CV%, Shannon diversity, Borhidi SBT values, florula diversity and Balázs forage values.

Larger sample sizes are necessary to estimate CV than the well established sample sizes used for measuring mean biomass but the 31 samples I proposed estimated this parameter with high accuracy in the grassland communities studied

The comparison of the results obtained with the standard and quartile CV indicators shows that the stronger the outliers in the lower and upper quartiles, the greater the difference between the two CV calculation methods. The data points for open sandy grasslands were distinct from the more closed grasslands, with a larger difference between the two CV values.

The results provided a picture of the phytomass quantities in different habitat types (grassland and old fields), their distribution, seasonal dynamics and spatial variation. For loess grassland and steppes (H5a) and open sandy grassland (G1), the spatial CV% of higher phytomass values remains low, but for sandy steppes (H5b) this correlation is not observed. I have identified the species that had dominant contribution to phytomass and its variation.

For each transect I determined the total number of species present, the average number of species per quadrat, the total cover of quadrats, and the Shannon diversity of quadrats. The analysis of the species in each transect by SBT values determined the patterns and dominant groups in each habitat. I found that the spatial coefficient of variation of phytomass amount has significant seasonal dynamics related to the amount of phytomass, with a minimum CV% value occurring during the time of phenological optimum of the grassland.

For grasslands, a negative correlation between spatial CV% of phytomass and averages of phytomass volume was observed, but this was not the case for the data from the old fields. Analysing 10 years of data, a convergence between the CV% values of grasslands and old fields was observed, with the values of old fields typically approaching the lower ranges of the

coefficient of variation values. For the Shannon diversity, no such clear trend was found for the old fields.

The analysis of the forage values shows that the average forage value in the Battonya site showed an increasing trend with succession, while the CV% decreased in case of the old fields, whereas in case of the grasslands the average decreased towards the end of the period and the CV% increased slightly.

To summarize the results of the synchrony analysis of the data collected in Battonya, significant synchrony was obtained between the amounts of precipitation and the mean phytomass in two cases, while for the coefficient of variation it was obtained once. The inter-annual variation of the mean phytomass amount showed perfect synchronism with the inter-annual variation of the annual precipitation amount for loess grasslands of good naturalness.

Based on the results of the analysis of the grazing gradient in the Kunpeszér, the lowest value was found in the lightly grazed transect, followed by a slightly higher CV% in the moderately grazed transect, then a slightly higher value in the heavily grazed transect, followed by a larger jump in the overgrazed transect. The Shannon diversity value at this scale was not suitable for detecting changes in vegetation, so I used the microcoenological relevés to determine the florula diversity value, which is a more sensitive indicator of structural dynamics at fine scales. This showed that the different treatments were well differentiated, with medium grazing diversity resulting in the most complex vegetation structure in the grassland, while underutilisation had an adverse effect on this trait, while a significant increase in grazing pressure resulted in significantly poorer coexistence patterns at small spatial scales.

## 9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, Dr. Bartha Sándornak és Prof. Penksza Károlynak a dolgozat elkészítése során nyújtott segítségükért és tanácsaikért.

Köszönöm mindenkinek, aki közreműködött a terepi felvételezésben: Zimmermann Zita, Csathó András István, Házi Judit, Kálmán Nikolett, Komoly Cecília, Kun Róbert, Mojzes Andrea, Molnár Ábel, Szegleti Zsófia, Szépligeti Mátyás, Vig Ákos Kornél, Khawla Zoughlami. Szintén köszönettel tartozom azoknak, akik helyismeretükkel hozzájárultak a mintaterületek megfelelő kiválasztásához: Csathó András István, Komoly Cecília, Margóczy Katalin, Szépligeti Mátyás, Vadász Csaba.

A kutatást az OTKA K 105608 pályázat támogatta.

## 10. IRODALOM

- Aarssen, L. W. (1997): High productivity in grassland ecosystems: effected by species diversity or productive species? *Oikos*, 80, 183-184.
- Allan, E., Weisser, W., Weigelt, A., Roscher, C., Fischer, M., & Hillebrand, H. (2011): More diverse plant communities have higher functioning over time due to turnover in complementary dominant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(41), 17034-17039.
- Bai, Y., Han, X., Wu, J., Chen, Z., & Li, L. (2004): Ecosystem stability and compensatory effects in the Inner Mongolia grassland. *Nature*, 431(7005), 181-184.
- Bai Y, Wu J, Xing Q et al., (2008): Primary production and rain use efficiency across a precipitation gradient on the Mongolia plateau. *Ecology*, 89(8): 2140–2153.
- Bajnok, M., Halász, A., Sziójyártó, A., & Tasi, J. (2018): A területhasználat hatása felhagyott szántó gyepezései folyamatára. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 16(1-2), 3-10.
- Balázs F. (1944): A növényzociológiai felvételek készítésének újabb módja (A dominancia értékek realizálása az agroszociológia szemszögéből.) *Botanikai Közlemények* 41. 1-2. 18-33.
- Balázs F. (1949): A gyepek termésbecslése növényzociológiai felvételek alapján. *Agrártudomány* 1. 26-35.
- Balázs F. (1960): A gyepek botanikai és gazdasági értékelése. A Keszthelyi Mezőgazdasági Akadémia Kiadványai. *Növénytan-Állattan Tanszék* 8. 3-28. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Balázs F., Balázs J. (1998): A háromdimenziós felvételezési módszer a vetések gyomviszonyainak értékelésében. *Acta Agronomica Óváriensis* 40. 1. 145-156.
- Bartha, S. (2007): A vegetáció leírásának módszertani alapjai. In: Horváth, A. Szitár, K. (szerk). *A hatás monitorozás elméleti alapjai és gyakorlati lehetőségei*. MTA ÖBKI pp:99-113
- Bartha, S. (2008): Mikrocönológiai módszerek a táji vegetáció állapotának vizsgálatára. *Tájökológiai Lapok* 6: 229-245.
- Bartha, S., Meiners, S. J., Pickett, S. T., & Cadenasso, M. L. (2003): Plant colonization windows in a mesic old field succession. *Applied Vegetation Science*, 6, 205-212.
- Bartha, S., Balogh, L., Biró, M., Bódis, J., Csete, S., Csiky, J., Fráter, E., Hayek, Zs., Lajer, K., Purger, D. & Szigetvári, C. (2006). Nyílt és záródó homokpusztagyepek társulási viszonyainak összehasonlítása a vácrátóti Tece legelőn. *MOLNÁR E.(szerk.): kutatás, oktatás, értékteremtés. a*, 80, 111-132.
- Bartha, S., Campetella, G., Kertész, M., Hahn, I., Kroel-Dulay, G., Rédei, T., ... & Kovács-Láng, E. (2011). Beta diversity and community differentiation in dry perennial sand grasslands. *Annali di Botanica*, 1, 9-18.
- Bartha, S., Szabó, G., Csete, S., Purger, D., Házi, J., Csathó, A. I., Campetella, G., Canullo, R., Chelli, S., Tsakalos, J. L., Ónodi, G., Kröel-Dulay, Gy. & Zimmermann, Z. (2022): High-Resolution Transect Sampling and Multiple Scale Diversity Analyses for Evaluating Grassland Resilience to Climatic Extremes. *Land*, 11(3), 378.
- Bat-oyun, T., Shinoda, M., & Tsubo, M. (2010): Estimation of pasture productivity in Mongolian grasslands: field survey and model simulation. *Journal of Agricultural Meteorology*, 66(1), 31-39.

- Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'Connor, T., O'Farrell, P. J., Smith, H. G., and Lindborg, R. (2019): Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere* 10( 2):e02582. 10.1002/ecs2.2582
- Biró, M., Horváth, F., Révész, A., Molnár, Zs., Vajda, Z. (2011): Száraz homoki élőhelyek és átalakulásuk a Duna-Tisza közén a 18. századtól napjainkig. *Rosalia* 6 (2011), pp. 383–421.
- Bischoff, A., Auge, H., & Mahn, E. G. (2005): Seasonal changes in the relationship between plant species richness and community biomass in early succession. *Basic and Applied Ecology*, 6(4), 385-394.
- Blois, J. L., Williams, J. W., Fitzpatrick, M. C., Jackson, S. T., & Ferrier, S. (2013): Space can substitute for time in predicting climate-change effects on biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(23), 9374-9379.
- Bloor, J. M., Tardif, A., & Pottier, J. (2020): Spatial heterogeneity of vegetation structure, plant N pools and soil N content in relation to grassland management. *Agronomy*, 10(5), 716.
- Borhidi A. (1995): Social behavior types, the naturalness and relative ecological indicator values of the highre plants in the Hungarian Flora. *Acta bot. hung.*, 39(1-2): 97-181.
- Borhidi, A. (2003): Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Botta-Dukát, Z. (2023). Quartile coefficient of variation is more robust than CV for traits calculated as a ratio. *Scientific Reports*, 13(1), 4671.
- Bölöni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ANÉR 2011. MTA ÖBKI, pp. 441.
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensozologie, Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, Berlin.
- Brummer, J. E., Nichols, J. T., Engel, R. K., & Eskridge, K. M. (1994): Efficiency of different quadrat sizes and shapes for sampling standing crop. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 47(1), 84-89.
- Buonaccorsi, J.P.; Elkinon, J.S.; Evans, S.R.; Liebhold, A.M (2001): Measuring and testing for spatial synchrony. *Ecology* 2001, 82 (6), 1668–1679. <https://doi.org/10.2307/2679809>
- Caldeira, M. C., Hector, A., Loreau, M., & Pereira, J. S. (2005): Species richness, temporal variability and resistance of biomass production in a Mediterranean grassland. *Oikos*, 110(1), 115-123.
- Čarni, A., Zimmermann, Z., Juvan, N., Paušič, A., Szabó, G., & Bartha, S. (2021): An example of fast old field succession in a traditionally managed rural landscape on the Slovenian Karst. *Hacquetia*, 20(1), 177-188.
- Catchpole, W.R., Wheeler, C.J. 1992. Estimating plant biomass: A review of techniques. *Australian Journal of Ecology* 7, 121-131.
- Catorci, A., Cesaretti S., Gatti, R. 2009: Biodiversity conservation: geosynphytosociology as a tool of analysis and modelling of grassland systems. *Hacquetia*, 8(2), 129–146.

- Chalcraft, D. R., Wilsey, B. J., Bowles, C., & Willig, M. R. (2009): The relationship between productivity and multiple aspects of biodiversity in six grassland communities. *Biodiversity and conservation*, 18, 91-104.
- Chu, D. (2020): Aboveground biomass estimates of grassland in the North Tibet using modis remote sensing approaches. *Appl. Ecol. Environ. Res*, 18, 7655-7672.
- Conant, R. T., et al. (2011): Measuring and monitoring soil organic carbon stocks in agricultural lands for climate mitigation. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(3), 169–173. p. doi:10.1890/090153
- Csathó A. J., Csathó A. I. (2007): A battonyai Tompapusztai-lőszpusztarét. In: Deák J. Á., Csathó A. I., Greznerné R., Horváth D., Pándi I., Szabó-Szőllősi T., Tóth T. (szerk.): *VIII. MÉTA-túra. – 2007. április 25-29. Kézirat, Vácrátót. pp. 277–282.*
- Cseceserits, A., Szabó, R., Halassy, M., & Rédei, T. (2007): Testing the validity of successional predictions on an old-field chronosequence in Hungary. *Community Ecology*, 8, 195-207.
- Deák, B., Tóthmérész, B., Valkó, O., Sudnik-Wójcikowska, B., Moysiyeenko, I. I., Bragina, T. M., ... & Török, P. (2016): Cultural monuments and nature conservation: a review of the role of kurgans in the conservation and restoration of steppe vegetation. *Biodiversity and conservation*, 25, 2473-2490.
- Dee, L. E., Kimmel, K., & Hayden, M. (2022). Biodiversity and Ecosystem Functioning in Observational Analyses. *The Ecological and Societal Consequences of Biodiversity Loss*, 119-144.
- Dong, S., Shang, Z., Gao, J., & Boone, R. B. (2020). Enhancing sustainability of grassland ecosystems through ecological restoration and grazing management in an era of climate change on Qinghai-Tibetan Plateau. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 287, 106684.
- Fargione, J., Tilman, D., Dybzinski, R., Lambers, J. H. R., Clark, C., Harpole, W. S., ... & Loreau, M. (2007): From selection to complementarity: shifts in the causes of biodiversity–productivity relationships in a long-term biodiversity experiment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1611), 871-876.
- Fraser, L. H., Pither, J., Jentsch, A., Sternberg, M., Zobel, M., Askarizadeh, D., ... & Zupo, T. (2015): Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness. *Science*, 349(6245), 302-305.
- Gao T, Xu B, Yang X et al., (2013a): Using MODIS time series data to estimate aboveground biomass and its spatio-temporal variation in Inner Mongolia's grassland between 2001 and 2011. *International Journal of Remote Sensing*, 34(21): 7796–7810.
- Gao, T., Yang, X., Jin, Y., Ma, H., Li, J., Yu, H., ... & Xu, B. (2013b): Spatio-temporal variation in vegetation biomass and its relationships with climate factors in the Xilingol grasslands, Northern China. *PLoS One*, 8(12), e83824.
- Ge, J., Hou, M., Liang, T., Feng, Q., Meng, X., Liu, J., ... & Gao, H. (2022): Spatiotemporal dynamics of grassland aboveground biomass and its driving factors in North China over the past 20 years. *Science of the Total Environment*, 826, 154226.
- Grime, J.P. (1973): Control of species density in herbaceous vegetation. *Journal of Environmental Management*, 1, 151–167.
- Grime, J.P. (2001): *Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties*, 2nd edn, p. 417. Wiley, Chichester.

Grolemund, G., Wickham, H. (2011). Dates and Times Made Easy with lubridate. *Journal of Statistical Software*, 40(3), 1-25. URL <https://www.jstatsoft.org/v40/i03/>.

Guo, Q. (2003): Temporal species richness-biomass relationships along successional gradients. *Journal of vegetation Science*, 14(1), 121-128.

Güller, Z. E., Házi, J., Bartha, S., Molnár, C., Dragica, P., Szabó, G., ... & Csathó, A. I. (2022): A domináns pázsitfűfaj felülvetésén alapuló gyeprekonstrukciós módszer eredményei löszparlagon. *TÁJÖKÖLÖGIAI LAPOK | JOURNAL OF LANDSCAPE ECOLOGY*, 20(Suppl. 2), 3-29.

Hammond M. P., & Kolasa, J. (2014): Spatial variation as a tool for inferring temporal variation and diagnosing types of mechanisms in ecosystems. *PloS one*, 9(2), e89245.

Házi, J., Penszka, K., Bartha, S., Hufnagel, L., Tóth, A., Gyuricza, C., & Szentes, S. (2012): Cut mowing and grazing effects with grey cattle on plant species composition in case of Pannon wet grasslands. *Applied Ecology and Environmental Research*, 10(3), 223-231.

IPCC (2018): Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-24

Jentsch, A.; Kreyling, J.; Elmer, M.; Gellesch, E.; Glaser, B.; Grant, K.; Hein, R.; Lara, M.; Mirzae, H.; Nadler, S.E.; Nagy, L.; Otieno, D.; Pritsch, K.; Rascher, U.; Schädler, M.; Schloter, M.; Singh, B.K.; Stadler, J.; Walter, J.; Wellstein, C.; Wöllecke, J.; Beierkuhnlein, C. (2011): Climate extremes initiate ecosystem-regulating functions while maintaining productivity. *J. Ecol.*, 99, 689–702. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01817.x>

Jiao, C., Yu, G., He, N., Ma, A., Ge, J., & Hu, Z. (2017): Spatial pattern of grassland aboveground biomass and its environmental controls in the Eurasian steppe. *Journal of Geographical Sciences*, 27, 3-22.

Jin, Y., Yang, X., Qiu, J., Li, J., Gao, T., Wu, Q., ... & Xu, B. (2014): Remote sensing-based biomass estimation and its spatio-temporal variations in temperate grassland, Northern China. *Remote Sensing*, 6(2), 1496-1513.

Juhász-Nagy, P. (1980): A cönológia koegzisztenciális szerkezeteinek modellezése. MTA Doktori Értekezés, Budapest

Juhász-Nagy, P., Podani, J. (1983): Information theory methods for the study of spatial processes and succession. *Vegetatio* 51: 129–140.

Kenkel, N. C., Juhász-Nagy, P., & Podani, J. (1989). On sampling procedures in population and community ecology. *Vegetatio*, 83, 195-207.

Király, G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósza

Kiss, T., Lévai, P., Ferencz, Á., Szentes, Sz, Hufnagel, L., Nagy, A., Balogh, Á., Pintér, O., Saláta, D., Házi, J., Tóth, A., Wichmann, B., Penszka, K. (2011): Change of composition and diversity of species



and grassland management between different grazing intensity – in Pannonian dry and wet grasslands. *Applied Ecology and Environmental Research* 9(3): 197-230.

Klaus, V. H., Boch, S., Boeddinghaus, R. S., Hölzel, N., Kandeler, E., Marhan, S., ... & Kleinebecker, T. (2016): Temporal and small-scale spatial variation in grassland productivity, biomass quality, and nutrient limitation. *Plant Ecology*, 217, 843-856.

Komoly Cecília, Türei Dénes, Csathó András István, Pifkó Dániel, Juhász Melinda, Somodi Imelda, Bartha Sándor (2012): Fűvetés hatása a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) tömegességére egy tiszalpári fiatal parlagon. *Természetvédelmi Közlemények*, 18. pp. 283-293. ISSN 1216-4585

Koncz, P., Vadász-Besnyői, V., Csathó, A. I., Nagy, J., Szerdahelyi, T., Tóth, Z., ... & Bartha, S. (2020): Carbon uptake changed but vegetation composition remained stable during transition from grazing to mowing grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 304, 107161.

Kovács-Láng, E. (1975): A fitomassza produkció és feltételeinek vizsgálata a csévharaszi IBP mintaterületen. *Abstracta Botanica*, 89-103.

Lepš, J. (2004). Variability in population and community biomass in a grassland community affected by environmental productivity and diversity. *Oikos*, 107(1), 64-71.

Lepš, J., & Rejmánek, M. (1991): Convergence or divergence: what should we expect from vegetation succession?. *Oikos*, 261-264.

Li, Y., Dong, S., Liu, S., Su, X., Wang, X., Zhang, Y., ... & Tang, L. (2019): Relationships between plant diversity and biomass production of alpine grasslands are dependent on the spatial scale and the dimension of biodiversity. *Ecological engineering*, 127, 375-382.

Liebold, A.; Koenig, W.D.; Bjornstad, O.N. (2004): Spatial synchrony in population dynamics. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35, 467–490.

Lobo, A., Moloney, K., Chic, O., & Chiariello, N. (1998): Analysis of fine-scale spatial pattern of a grassland from remotely-sensed imagery and field collected data. *Landscape Ecology*, 13, 111-131.

Ma WH, Fang JY, Yang YH, Mohammat A (2010): Biomass carbon stocks and their changes in northern China's grasslands during 1982-2006. *Sci China C* 53: 841-850.

Ma, Z., Liu, H., Mi, Z., Zhang, Z., Wang, Y., Xu, W., Jiang, L., & He, J.-S. (2017): Climate warming reduces the temporal stability of plant community biomass production. *Nature Communications*, 8, 15378

Margóczy, K. (1993): Comparative analysis of successional stages of sandy vegetation – a case study. *Tiscia*, 27 3-8. p.

Margóczy, K. (1995): Interspecific associations in different successional stages of the vegetation in a Hungarian sandy area. *Tiscia*, 29 19-26.

McGranahan, D. A., Hovick, T. J., Dwayne Elmore, R., Engle, D. M., Fuhlendorf, S. D., Winter, S. L., ... & Debinski, D. M. (2016): Temporal variability in aboveground plant biomass decreases as spatial variability increases. *Ecology*, 97(3), 555-560.

McIntire, E. J., & Fajardo, A. (2014): Facilitation as a ubiquitous driver of biodiversity. *New phytologist*, 201(2), 403-416.

- McLaren, J. R., & Turkington, R. (2011). Biomass compensation and plant responses to 7 years of plant functional group removals. *Journal of Vegetation Science*, 22(3), 503-515.
- McNaughton, S. J. (1988): Diversity and stability. *Nature* 333: 204-205.
- Meng, B., Liang, T., Yi, S., Yin, J., Cui, X., Ge, J., ... & Sun, Y. (2020): Modeling alpine grassland above ground biomass based on remote sensing data and machine learning algorithm: A case study in east of the Tibetan Plateau, China. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, 2986-2995.
- Meerhoff, M., Teixeira-de Mello, F., Kruk, C., Alonso, C., Gonzalez-Bergonzoni, I., Pacheco, J. P., ... & Jeppesen, E. (2012): Environmental warming in shallow lakes: a review of potential changes in community structure as evidenced from space-for-time substitution approaches. *Advances in ecological research*, 46, 259-349.
- Milner, C., & Hughes, R. E. (1968): Methods for the Measurement of the Primary Production of Grassland. IBP Handbook, No. 6. Blackwell, Oxford-Edinburgh
- Mittelbach, G. G., Steiner, C. F., Scheiner, S. M., Gross, K. L., Reynolds, H. L., Waide, R. B., ... & Gough, L. (2001): What is the observed relationship between species richness and productivity?. *Ecology*, 82(9), 2381-2396.
- Naeem, S. (1998): Species redundancy and ecosystem reliability. *Conservation Biology*, 12(1), 39-45.
- Nagy G. (2005): A simple theoretical model for calculating agricultural value of grasslands. In: O'Mara et al. (szerk.): XX. International Grassland Congress: offered papers, Wageningen Academic Publishers, p. 893.
- Ni, J. (2004): Estimating net primary productivity of grasslands from field biomass measurements in temperate northern China. *Plant Ecology*, 174, 217-234.
- Oksanen J, Simpson G, Blanchet F, Kindt R, Legendre P, Minchin P, O'Hara R, Solymos P, Stevens M, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward, M, Bolker B, Borcard D, Carvalho G, Chirico M, De Caceres M, Durand S, Evangelista H, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hannigan G, Hill M, Lahti, L, McGlenn D, Ouellette M, Ribeiro Cunha E, Smith, T, Stier A, Ter Braak C, Weedon J (2022). *vegan*: Community Ecology Package. R package version 2.6-4, <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.
- O'Mara, F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of botany*, 110(6), 1263-1270.
- Ónodi, G., Kertész, M., Kovács-Láng, E., Ódor, P., Botta-Dukát, Z., Lhotsky, B., ... & Kröel-Dulay, G. (2017): Estimating aboveground herbaceous plant biomass via proxies: The confounding effects of sampling year and precipitation. *Ecological Indicators*, 79, 355-360.
- Penksza, Károly (2013): *Gyepterületek természetvédelmi gyepgazdálkodási vizsgálatai : Legelők, kaszálók, fás legelők, felhagyott, illetve vetett gyepek, gyeptörödékek florisztikai, cönológiai, gyepgazdálkodási értékelése, élőhelyterképezésük, pázsitfű fajaik taxonómiai adatai és vizsgálatai*. Akadémiai nagydoktori thesis, SZIE MKK.
- Penksza, K., Házi, J., Héjja, P., Nagy, A., Bajor, Z., Sutyinszki, Z., ... & Szentes, S. (2010). Cönológiai vizsgálatok Biharugra környéki mocsári területeken= Coenological investigations on wetlands around Biharugra. *CRISICUM: A KÖRÖS-MAROS NEMZETI PARK IGAZGATÓSÁG IDŐSZAKI KIADVÁNYA*, 2010(6), 95-116.

Penksza, K.; Szabó, G.; Zimmermann, Z.; Lisztes-Szabó, Zs ; Pápay, G.; Járdi, I.; Fűrész, A.; S.-Falusi, Eszter (2019): The taxonomic problems of the *Festuca vaginata* agg. and their coenosystematic aspects: A *Festuca vaginata* alakkör taxonómiai problematikája és ennek cönoszisztematikai vonatkozásai. *GEORGIKON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES* 23 : 3 pp. 63-76., 14 p.

Piao SL, Fang JY, Zhou LM, Tan K, Tao S (2007): Changes in biomass carbon stocks in China's grasslands between 1982 and 1999. *Global Biogeochem Cy* 21: B2002-B2010.

Pickett, S. T. (1989): Space-for-time substitution as an alternative to long-term studies. In *Long-term studies in ecology* (pp. 110-135). Springer, New York, NY.

Pickett S. T. A., Cadenasso M. L., Bartha S. (2001): Implications from the Buell-Small Succession Study for vegetation restoration. *Applied Vegetation Science* 4: 41-52

Précsényi I. (1975): Szikespusztai rét növényzetének produktivitása. *Biológiai Tanulmányok* 4. Akadémiai Kiadó, Budapest

Précsényi, I., Máthé, I. (1969): Szárazföldi növényi biomassza becslésének néhány mintavételi kérdése. *Botanikai Közlemények* 56, 37-42.

R Core Team (2020): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>

Sala, O. E., & Austin, A. T. (2000): Methods of estimating aboveground net primary productivity. *Methods in ecosystem science*, 31-43.

Schwarzer, S., (2012): Growing greenhouse gas emissions due to meat production. UNEP GEAS Releases Alert on GHG Emissions from Meat Consumption. *UNEP GEAS Bulletin*, October, 1–40 p.

Shiyomi, M., Okada, M., Takahashi, S., & Tang, Y. (1998): Spatial pattern changes in aboveground plant biomass in a grazing pasture. *Ecological research*, 13, 313-322.

Siefert, A., Ravenscroft, C., Althoff, D., Alvarez-Yépez, J. C., Carter, B. E., Glennon, K. L., ... & Fridley, J. D. (2012): Scale dependence of vegetation–environment relationships: a meta-analysis of multivariate data. *Journal of Vegetation Science*, 23(5), 942-951.

Simon, T., Kovács\_láng, E. (1972): Produkciobiológiai vizsgálatok a csévharaszti IBP mintaterületen. *MTA Biológiai Osztály Közleményei*, 15: 61-69.

Singh, J. S., Lauenroth, W. K., & Steinhorst, R. K. (1975). Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *The Botanical Review*, 41, 181-232.

Sinha, S., Jeganathan, C., Sharma, L. K., and Nathawat, M. S. (2015). A review of radar remote sensing for biomass estimation. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 12, 1779–1792. doi: 10.1007/s13762-015-0750-0

Stuart-Haëntjens, E., De Boeck, H. J., Lemoine, N. P., Mänd, P., Kröel-Dulay, G., Schmidt, I. K., ... & Smith, M. D. (2018): Mean annual precipitation predicts primary production resistance and resilience to extreme drought. *Science of the Total Environment*, 636, 360-366.

Szabó, G., Zimmermann, Z., Szentés, S., Sutyinszki, Z., & Penksza, K. (2011). Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési-Fertő gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 9(1-2), 31-38.

- Szabó, G., Zimmermann, Z., Catorci, A., Csontos, P., Wichmann, B., Szentes, Sz., Barczy, A., Penksza, K. (2017): Comparative study on grasslands dominated by *Festuca vaginata* and *F-pseudovaginata* in the Carpathian Basin. *Tuexenia* 37: pp. 415-429.
- Szabó, G., Zimmermann, Z., Csontos, P. Wichmann, B., Szentes, Sz., Barczy, A., Pápay, G., Járdi, I., Penksza, K. (2018): Nyílt homoki gyepek cönológiai és talajtani vizsgálata a Duna-Tisza közén. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2017/15 (2)
- Szemán L. (2003): Ökológiai gyepgazdálkodás. A NAKP „B” kötete, Budapest-Gödöllő
- Szentes, S., Tasi, J., Házi, J., & Penksza, K. (2009). A legeltetés hatásának gyepgazdálkodási és természetvédelmi vizsgálata Tapolcai-és Káli-medencei lólegelőn a 2008. évi legeltetési idényben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 7(1-2), 65-72.
- Szentes, Sz., Sutyinszki, Zs., Szabó, G., Zimmermann, Z., Házi, J., Wichmann, B., Hufnágel, L., Penksza, K., Bartha, S. (2012): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Central European Journal of Biology*. 7. 6: 1055-1065.
- Tasi, J. (1998): A kaszálás optimális ideje, hatása a takarmány minőségére. *Magyar Állattenyésztők Lapja*, 2018/6, pp. 13-15.
- Tasi J. (2003): Gyepök mérgező és gyomnövényei. SZIE Gödöllő.
- Tasi, J. (2007). A Magyar gyepgazdálkodás elmúlt 50 évének legfontosabb eredményei, tanulságai. *Tasi Julianna (szerk.): A magyar gyepgazdálkodás*, 50, 17-24.
- Tasi J., Barcsák Z. (2000): Gyepnövények kedveltségének és néhány minőségi paraméterének összefüggése. *Növénytermelés* 49: 651-660.
- Tasi J., Bajnok M., Szentes Sz., Török G. (2013): A hasznosítási gyakoriság és az időjárás hatása száraz és üde fekvésű gyepek takarmány-minőségére. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 2010/2011: 2. pp. 43-47., 5 p.
- Tilman, D. (1999): The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80:1455-1474.
- Tilman, D., Wedin, D., Knops, J. (1996): Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, 379, 718-720.
- Tilman, D., Reich, P. B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., Lehman, C. (2001). Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science*, 294(5543), 843-845.
- Tóth, K. (2012): Biomassza-fajgazdagság kapcsolatok vizsgálata szikes gyepekben és vizes élőhelyeken. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 10(1-2), 57-61.
- Turcsányi-Járdi I., Penksza, K., S.-Falusi, E. (2022): Vegetation investigation of cattle pastures in the Ipoly Valley, Dejtár. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 20(1): 53-54.
- Tsakalos, J. L. et al. (2022): comspat: an R package to analyze within-community spatial organization using species combinations. – *Ecography* 2022: 1–8 (ver. 1.0).
- Tsutsumi, M., Itano, S., & Shiyomi, M. (2007): Number of samples required for estimating herbaceous biomass. *Rangeland Ecology & Management*, 60(4), 447-452.

- Vadász, C., Máté, A., Kun, R., Vadász-Besnyői, V. (2016): Quantifying the diversifying potential of conservation management systems: An evidence-based conceptual model for managing species-rich grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 234, 134-141.
- Vinczeffy I. (szerk.): Legelő és gyepgazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1996.
- Virágh, K., Horváth, A., Bartha, S., Somodi, I. (2008): A multiscale methodological approach for monitoring the effectiveness of grassland management. *Community Ecology* 9: 237-246.
- Wang, Y., Cadotte, M. W., Chen, Y., Fraser, L. H., Zhang, Y., Huang, F., ... & Loreau, M. (2019): Global evidence of positive biodiversity effects on spatial ecosystem stability in natural grasslands. *Nature communications*, 10(1), 3207.
- Wang, Z., Lv, S., Han, G. *et al.* (2022): Heavy grazing reduced the spatial heterogeneity of *Artemisia frigida* in desert steppe. *BMC Plant Biol* 22, 337.
- Weigelt, A., Schumacher, J., Roscher, C., & Schmid, B. (2008): Does biodiversity increase spatial stability in plant community biomass?. *Ecology Letters*, 11(4), 338-347.
- Wichmann, B., Szentés, S., Házi, J., Sutyinszki, Z., Saláta-Falusi, E., Besnyői, V., ... & Penksza, K. (2013). Magyar szürke szarvasmarhával végzett legeltetés hatása a vegetáció fajösszetételére Balaton-felvidéki mintaterületeken. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 11(1-2), 73-79.
- Wilcox, K. R., Koerner, S. E., Hoover, D. L., Borckenhagen, A. K., Burkepile, D. E., Collins, S. L., ... & Smith, M. D. (2020): Rapid recovery of ecosystem function following extreme drought in a South African savanna grassland. *Ecology*, 101(4), e02983.
- Wilson, J.B. & Agnew, A.D.Q. (1992): Positive-feedback switches in plant communities. *Advances in Ecological Research*, 23, 263–336
- Wu, Z. T., Dijkstra, P., Koch, G. W., Penuelas, J., & Hungate, B. A. (2011): Responses of terrestrial ecosystems to temperature and precipitation change: a meta-analysis of experimental manipulation. *Global Change Biology*, 17(2), 927–942.
- Xia, J., Ma, M., Liang, T., Wu, C., Yang, Y., Zhang, L., ... & Yuan, W. (2018): Estimates of grassland biomass and turnover time on the Tibetan Plateau. *Environmental Research Letters*, 13(1), 014020.
- Xu, M., Zhang, S., Wen, J., & Yang, X. (2019): Multiscale spatial patterns of species diversity and biomass together with their correlations along geographical gradients in subalpine meadows. *PLoS One*, 14(2), e0211560.
- Xu, M. H., & Zhao, Z. T. (2022): A Dataset for Spatial Variation of Species Diversity and Biomass in Subalpine Grasslands in Shanxi Province, China. *Journal of Global Change Data & Discovery*, 6(4), 529-540.
- Yan, Y., Liu, X., Wen, Y., Ou, J. (2019): Quantitative analysis of the contributions of climatic and human factors to grassland productivity in northern China *Ecol. Indic.*, 103 (2019), pp. 542-553
- Yang, Y., Fang, J., Ma, W., Guo, D., & Mohammat, A. (2010): Large-scale pattern of biomass partitioning across China's grasslands. *Global Ecology and Biogeography*, 19(2), 268-277.
- Zar, J. H. (1999): *Biostatistical analysis*, 4th edition, Pearson College Div.

Zhou, G., Zhou, X., He, Y., Shao, J., Hu, Z., Liu, R., ... & Hosseinibai, S. (2017). Grazing intensity significantly affects belowground carbon and nitrogen cycling in grassland ecosystems: A meta-analysis. *Global change biology*, 23(3), 1167-1179.

Zhou, S., Dong, Y., Julihaiti, A., Nie, T., Jiang, A., An, S. (2022): Spatial Variation in Desert Spring Vegetation Biomass, Richness and Their Environmental Controls in the Arid Region of Central Asia. *Sustainability*, 14(19), 12152.

Zhu, J., Jiang, L., & Zhang, Y. (2016). Relationships between functional diversity and aboveground biomass production in the Northern Tibetan alpine grasslands. *Scientific reports*, 6(1), 34105.

Zimmermann Z., Szabó G., Szentes Sz., Penksza K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepek növényzetére AWETH 7(3): 234-262.

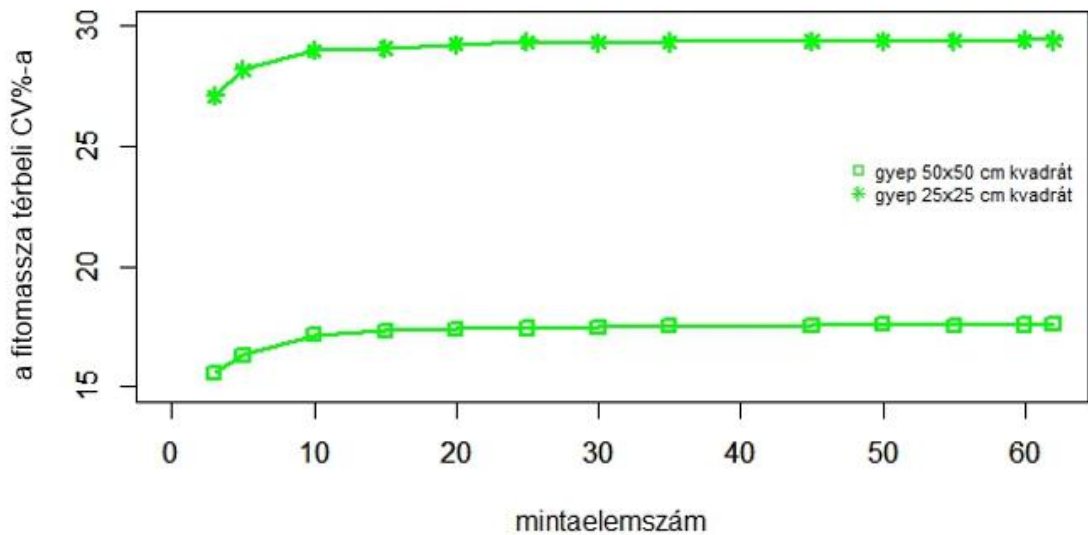
Zimmermann, Z., Szabó, G., Csathó, I. A., Sallainé Kapocsi, J., Szentes, S., Juhasz, M., Házi, J., Komoly, C., Virágh, K., Sutyinszki, Zs., Uj, B. & Bartha, S. (2014): The impact of the lesser blind mole rat [*Nannospalax* (superspecies leucodon)] on the species composition and diversity of a loess steppe in Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research*, 12(2), 577-588.

Zsombék Természetkutató Egyesület (1996): Szikes mozaikok botanikai vizsgálata a Dinnyési-Fertő Természetvédelmi Területen. Kutatási jelentés (Duna-Ipoly Nemzeti Park)

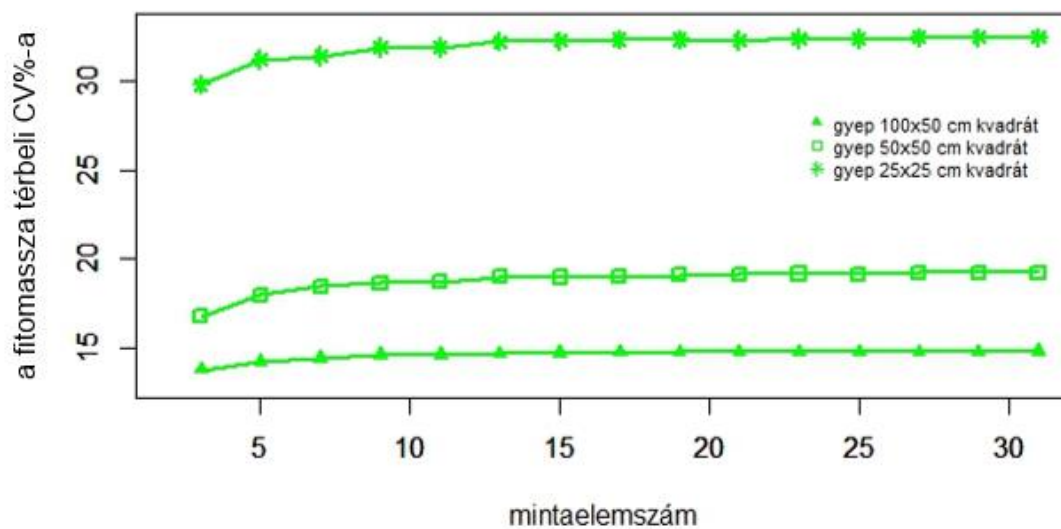
## 12. MELLÉKLETEK

1. melléklet. A biomaszatömeg CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a tiszalparti mintaterületen a 62 kvadratos (A) és 31 kvadratos (B) mintavételi elrendezés esetén

A)

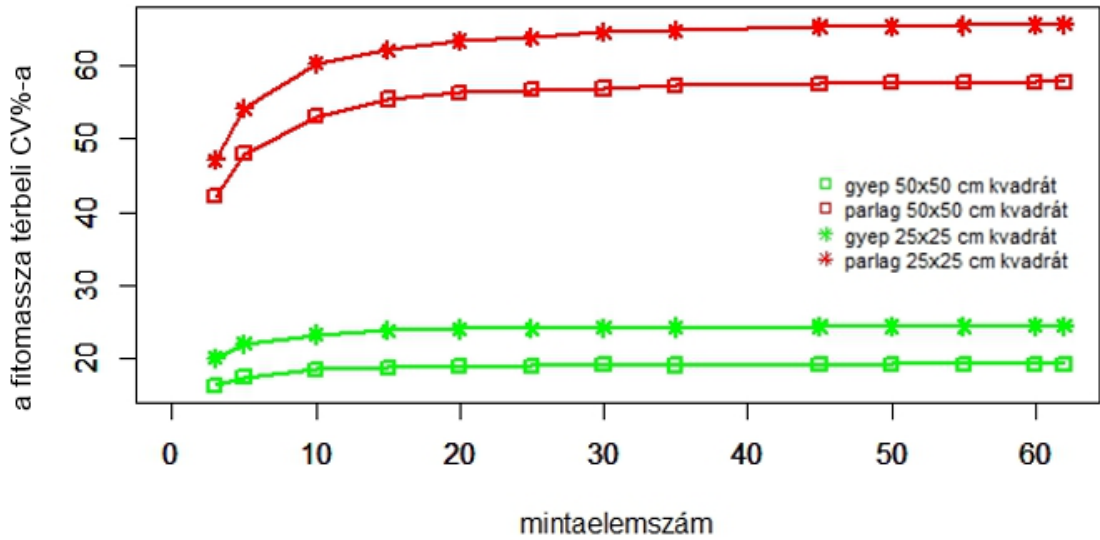


B)

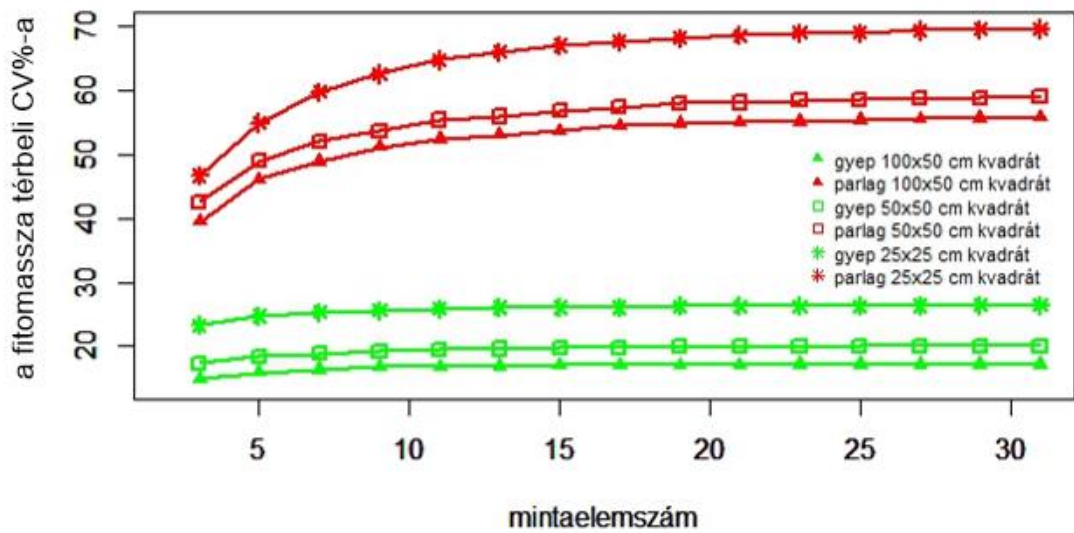


2. melléklet. A biomaszatömeg CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a kunpeszéri mintaterületen a 62 kvadrátos (A) és 31 kvadrátos (B) mintavételi elrendezés esetén

A)



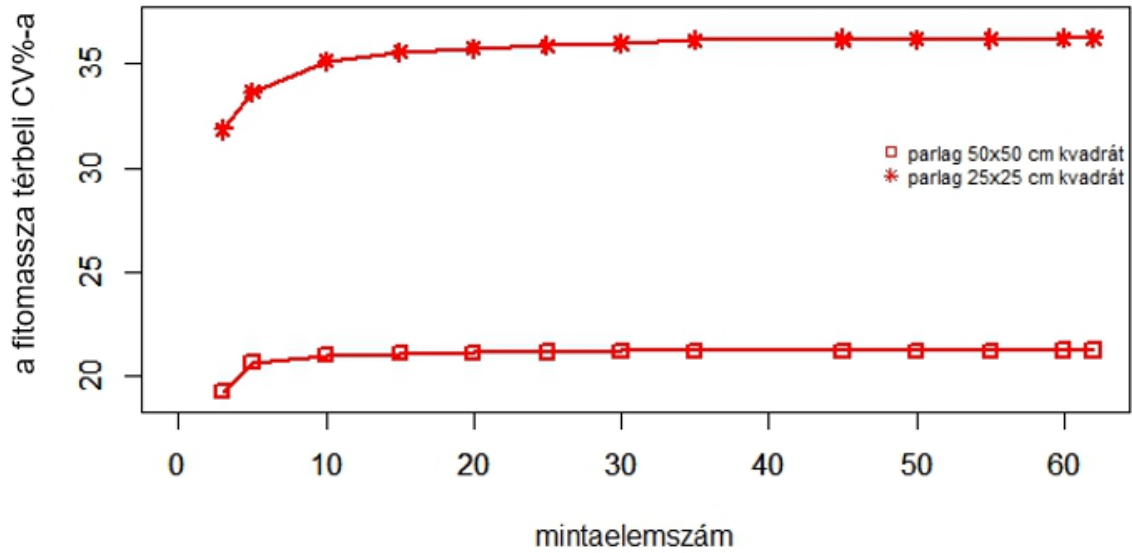
B)



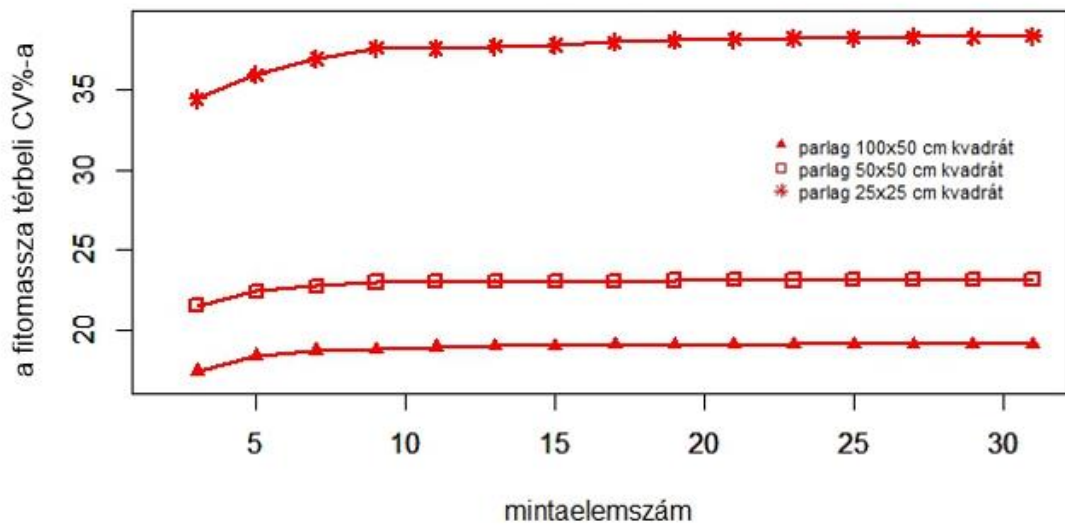


3. melléklet. A biomaszatömeg CV%-ának változása a mintaelemszám növelésével a nagyrákosi mintaterületen a 62 kvadrátos (A) és 31 kvadrátos (B) mintavételi elrendezés esetén

A)

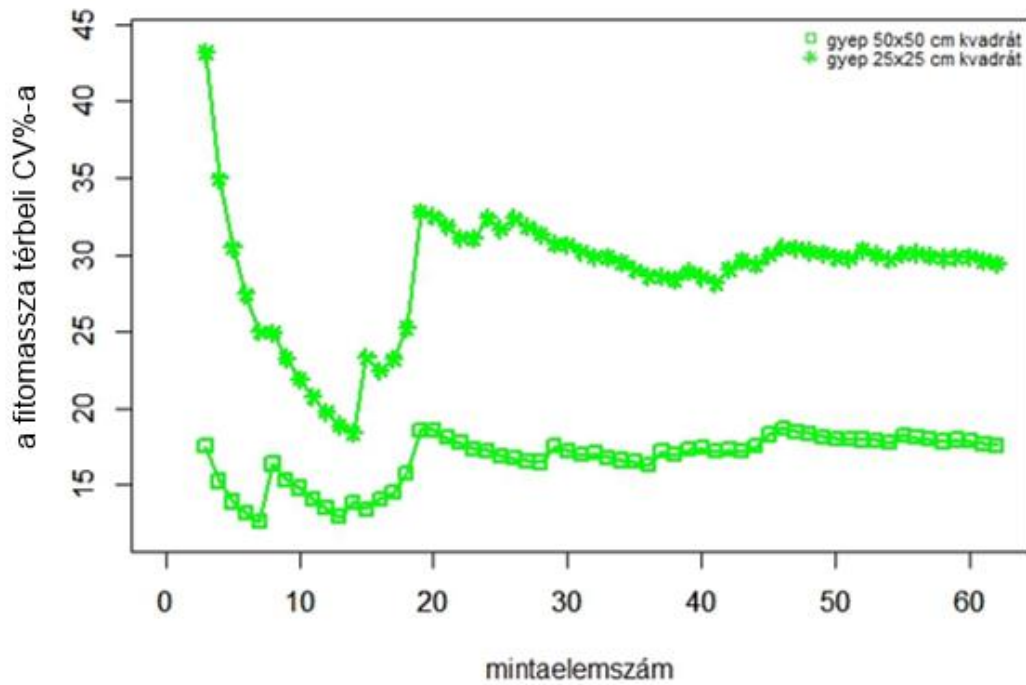


B)

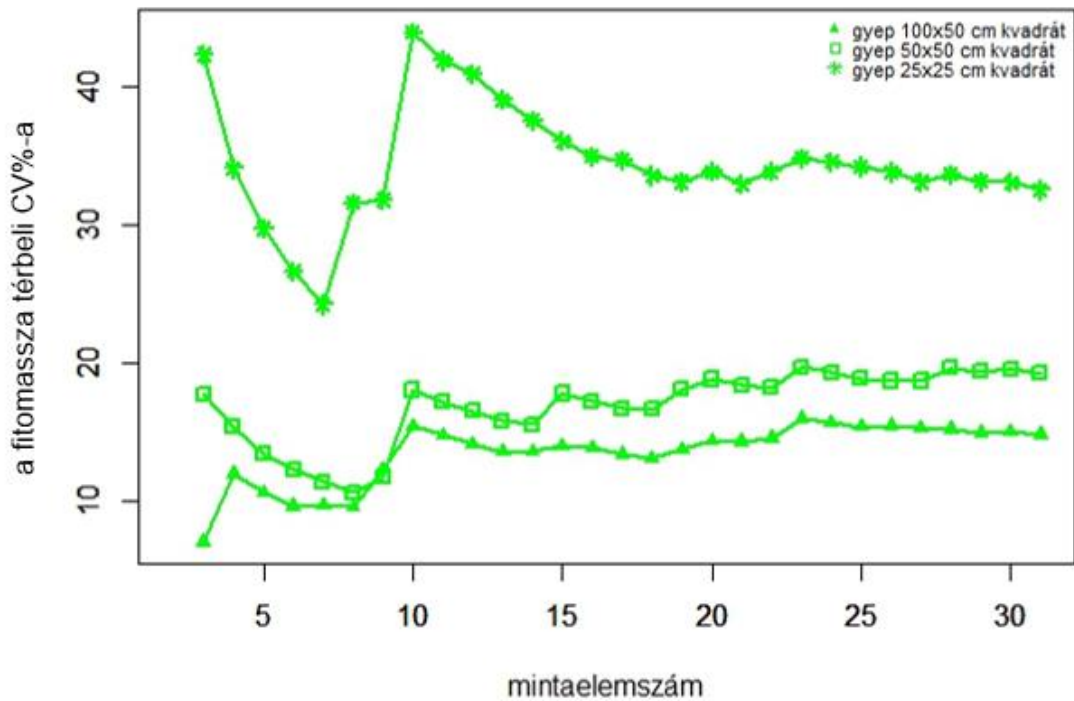


4. melléklet. A biomaszatömeg CV%-ának változása a mintaelemszám és a vizsgált terület növelésével a tisztaalpári módszertani transzszekt esetében a 62 kvadrátos (A) és 31 kvadrátos (B) mintavételi elrendezés esetén

A)

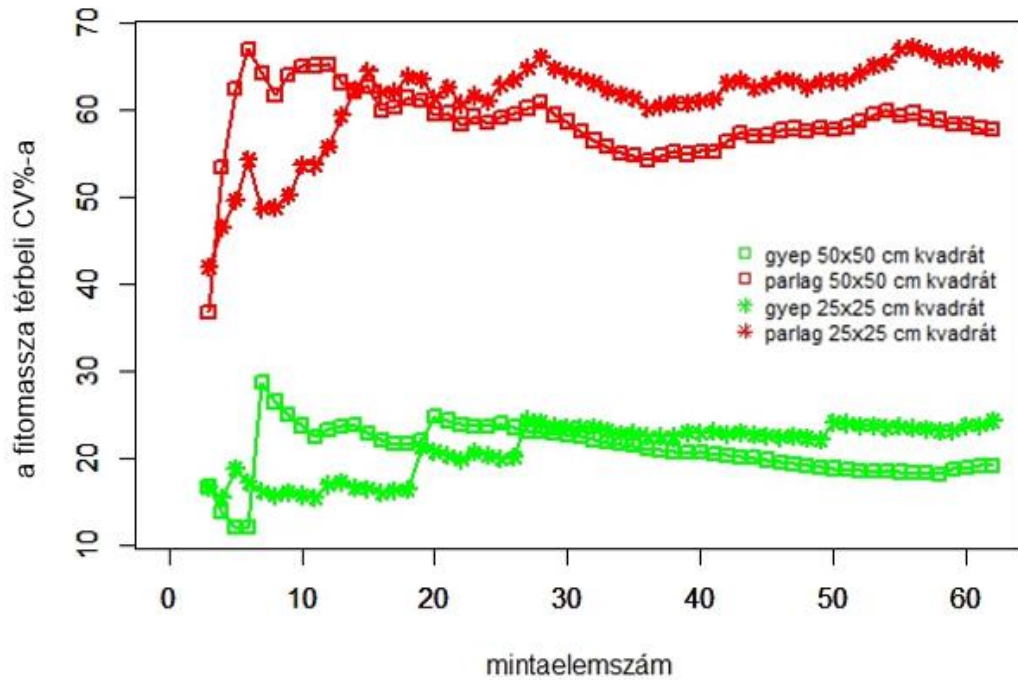


B)

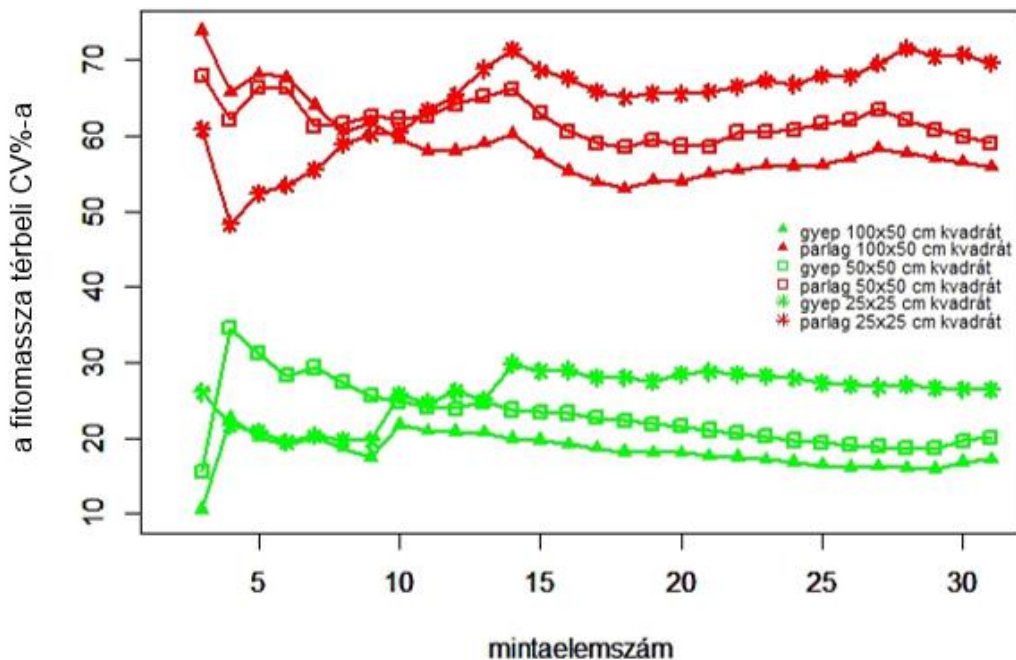


5. melléklet. A biomasszatömeg CV%-ának változása a mintaelemszám és a vizsgált terület növelésével a kunpeszéri módszertani transzszekt esetében a 62 kvadrátos (A) és 31 kvadrátos (B) mintavételi elrendezés esetén

A)

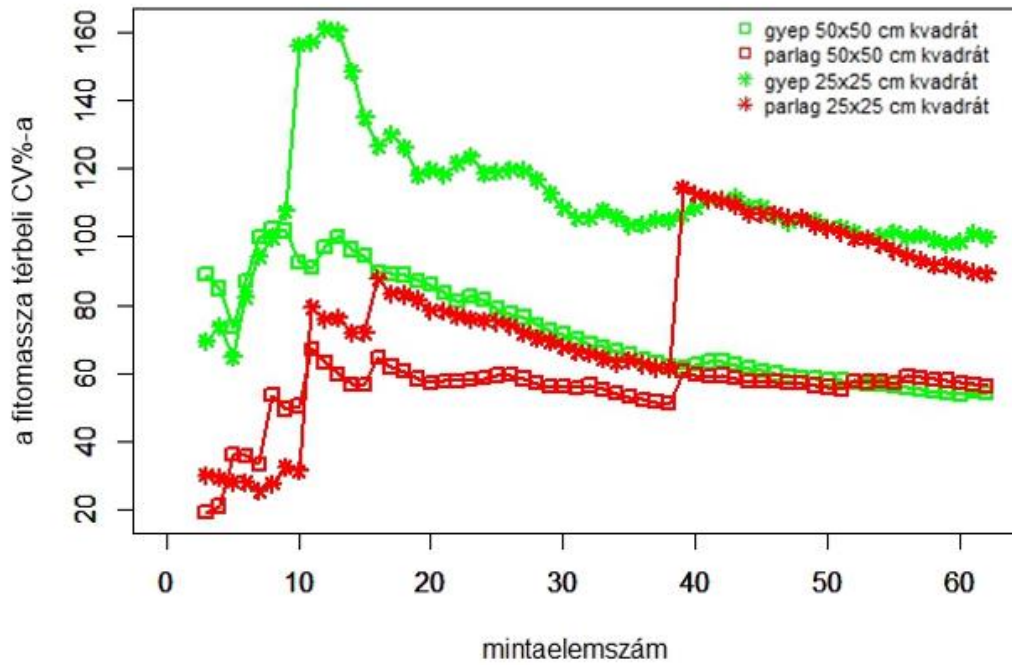


B)

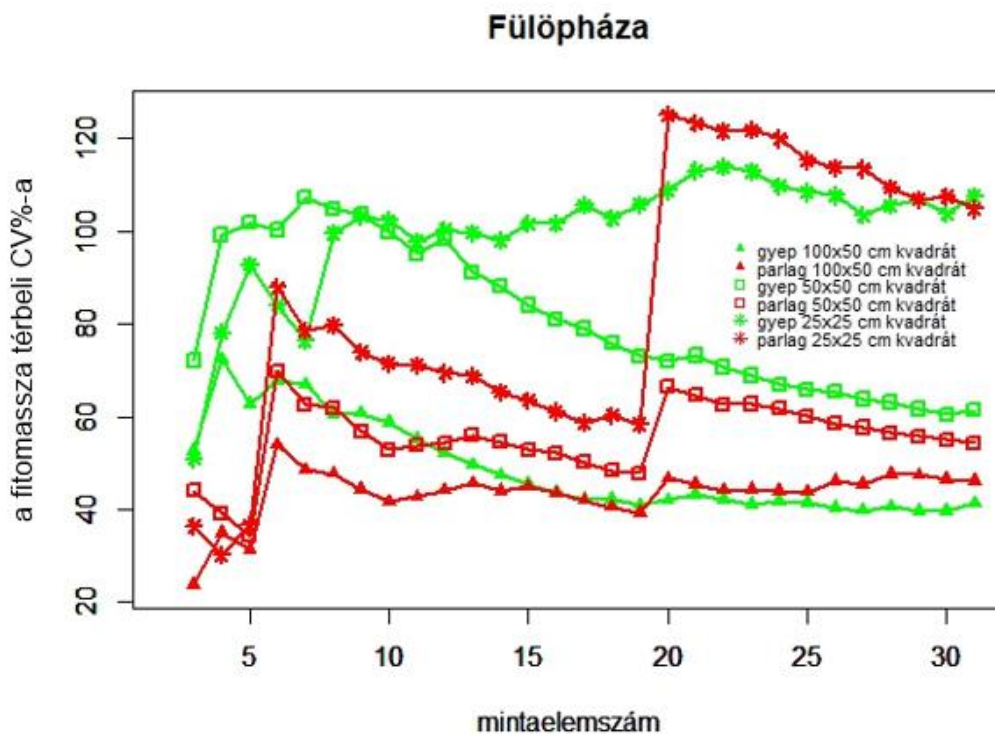


6. melléklet. A biomasszatömeg CV%-ának változása a mintaelemszám és a vizsgált terület növelésével a fülöpházi módszertani transzszekt esetében a 62 kvadrátos (A) és 31 kvadrátos (B) mintavételi elrendezés esetén

A)

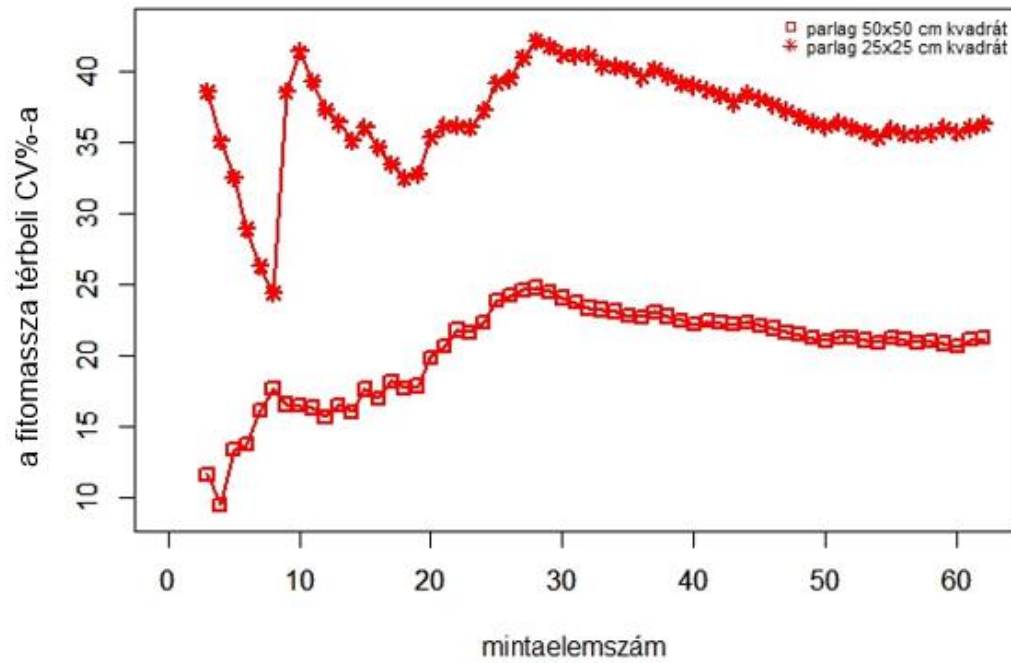


B)

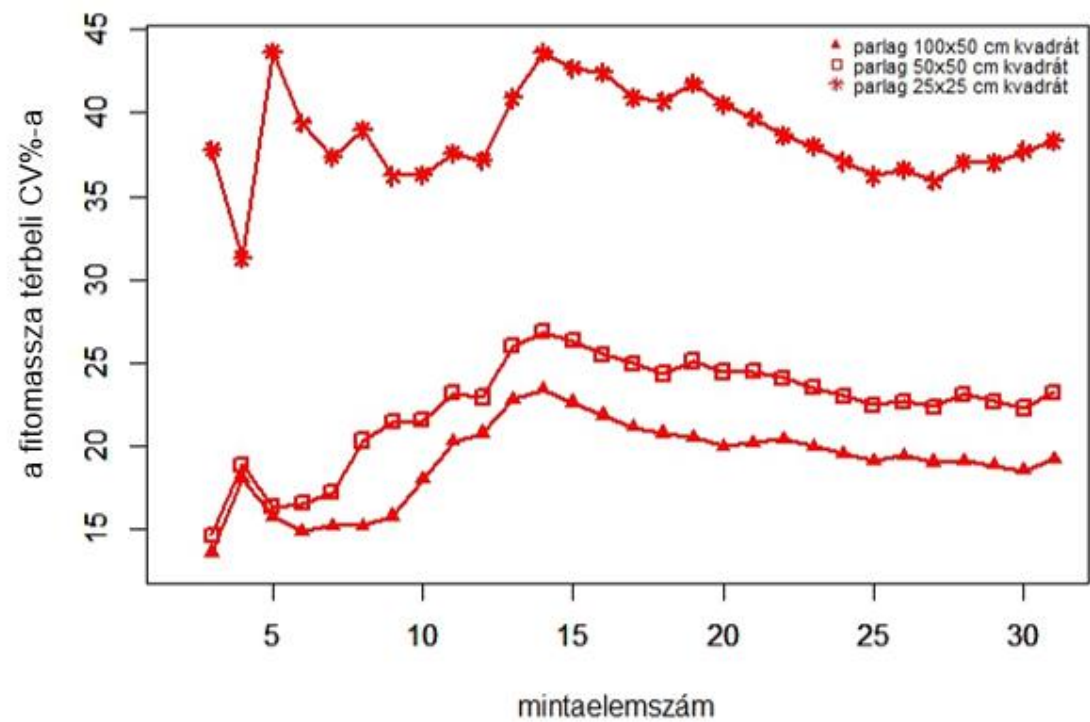


7. melléklet. A biomasszatömeg CV%-ának változása a mintaelemszám és a vizsgált terület növelésével a nagyrákosi módszertani transzszekt esetében a 62 kvadratos (A) és 31 kvadratos (B) mintavételi elrendezés esetén

A)



B)



8. melléklet. Az egyes transzszektek fitomassza-mintáinak normáleloszlását vizsgáló Shapiro-teszt eredményei (W-érték) és szignifikanciája (p-érték). (A transzszektek neve mögött elhelyezett csillag (\*) a 0,05-nél, a két csillag (\*\*) a 0,01-nél kisebb p-értékeket jelzi. A teszt nullhipotézise a normál eloszlású adatsor, vagyis a szignifikanciaszintél kisebb p-értékek a normáleloszlástól való eltérést jelzik.

Transzszektek	Típus	W-érték	p-érték	Transzszektek	Típus	W-érték	p-érték
13BAP	-	0,94	0,092353	19FHG**	G1	0,51	5,22E-09
14BAG	H5a	0,98	0,779678	19FHP**	-	0,71	1,88E-06
14BAP	-	0,96	0,353712	20FHG**	G1	0,87	0,001431
15BAP**	-	0,71	1,50E-06	20FHP**	-	0,86	0,000879
16BAG1	H5a	0,99	0,948542	21FHG	G1	0,95	0,122061
16BAG2	H5a	0,98	0,808687	21FHP**	-	0,75	6,49E-06
16BAG3	H5a	0,98	0,893108	18GG	G1	0,93	0,051127
16BAG4	H5a	0,97	0,468269	14KPG**	H5b	0,9	0,009546
16BAG5	H5a	0,93	0,053448	16KPG1	H5b	0,98	0,692486
16BAG6*	H5a	0,93	0,03612	16KPG2	H5b	0,95	0,177906
16BAG7	H5a	0,95	0,117916	16KPG3	H5b	0,97	0,46747
16BAP**	-	0,85	0,000579	16KPG4**	H5b	0,9	0,006129
17BAP_A**	-	0,87	0,00116	16KPG5	H5b	0,97	0,614947
17BAP_B	-	0,98	0,782157	16KPG6	H5b	0,99	0,97497
17BAG_A	H5a	0,98	0,779053	16KPG7	H5b	0,98	0,681494
17BAG_B**	H5a	0,83	0,000241	16KPP**	-	0,87	0,001711
17BAG_K1	H5a	0,95	0,151389	17KPG_A	H5b	0,93	0,052497
17BAG_K2	H5a	0,97	0,425626	17KPG_B*	H5b	0,92	0,027996
18BAP**	-	0,89	0,003709	17KPG_K1	H5b	0,94	0,082469
18BAG	H5a	0,95	0,165728	17KPG_K2**	H5b	0,81	8,16E-05
19BAP1**	-	0,61	7,66E-08	17KPP_A**	-	0,79	2,92E-05
19BAP2*	-	0,91	0,013931	17KPP_B**	-	0,81	7,05E-05
19BAG	H5a	0,94	0,074218	17KPP_K1**	-	0,73	3,37E-06
19BAV*	-	0,93	0,048281	17KPP_K2**	-	0,86	0,000768
20BAG1	H5a	0,96	0,255996	17KPG_KN	H5b	0,97	0,480152
20BAG2	H5a	0,96	0,304688	17KPG_KL	H5b	0,98	0,910897
20BAP1	H5a	0,94	0,070964	17KPG_EL**	H5b	0,83	0,000181
20BAP2**	-	0,89	0,004035	17KPG_TL**	H5b	0,87	0,001695
20BAV**	-	0,72	2,71E-06	17KPG_KA	H5b	0,93	0,052497
21BAG1	H5a	0,94	0,08611	18KPG_ENYL	H5b	0,93	0,042988
21BAG2	H5a	0,98	0,686004	18KPG_KL**	H5b	0,68	5,25E-07
21BAP1	H5a	0,98	0,784733	18KPG_EL	H5b	0,96	0,330762
21BAP2*	-	0,93	0,035442	18KPG_TL*	H5b	0,91	0,0149
22BAP1	-	0,94	0,096629	16MHG**	H5b	0,86	0,000749
22BAP2	-	0,99	0,941174	16MHP**	-	0,87	0,001108
22BAG*	H5a	0,92	0,026969	15ORP_A	D34	0,97	0,640125
13CSG**	G1	0,9	0,007625	15ORP_B	D34	0,97	0,440525
16DG*	F1b	0,91	0,015844	14TAG**	H5a	0,89	0,005286
16DP**	-	0,69	7,42E-07	15TAG_A	H5a	0,95	0,150992
16EG	H5a	0,95	0,139073	15TAG_B	H5a	0,97	0,651169
13FHG	G1	0,95	0,199628	15TAG_K1	H5a	0,98	0,86394
14FHG1*	G1	0,91	0,012456	15TAG_K2	H5a	0,98	0,782721
14FHG2**	G1	0,79	3,92E-05	16TAG1	H5a	0,96	0,317367
16FHG*	G1	0,93	0,043917	16TAG2**	H5a	0,87	0,001675
16FHP**	-	0,63	1,41E-07	16TAG3	H5a	0,93	0,059519
17FHG	G1	0,97	0,551089	16TAG4	H5a	0,95	0,16919
17FHG_A*	G1	0,92	0,021368	16TAG5	H5a	0,97	0,579361
17FHG_B	G1	0,98	0,913595	16TAG6	H5a	0,98	0,676145
17FHG_K1**	G1	0,8	5,35E-05	16TAG7	H5a	0,96	0,250132
17FHG_K2**	G1	0,84	0,000354	16TAP	-	0,98	0,678493
17FHP_A*	-	0,93	0,037971	16TCG1**	G1	0,91	0,009756
17FHP_B**	-	0,89	0,003903	16TCG2*	G1	0,91	0,010124
17FHP_K1**	-	0,54	1,01E-08	16TCP**	-	0,73	3,65E-06
17FHP_K2**	-	0,89	0,003125				

9. melléklet. Az egyes transzszektek fitomassza-mennyiségének áttekintő adatai.

transzszektek	átlagos fitom. (g)	fitom. CV%-a	fitom. szórása	min. fitom. (g)	max. fitom. (g)	terület	Á-NÉR élőhelykód	év	hónap	transzszektek típusa
14BAG	88,21	20,44	18,03	55,2	125	Battonya	H5a	2014	június	gyep
14TAG	76,44	33,17	25,36	37,9	163,4	Tiszaalpár	H5a	2014	június	gyep
15TAG_A	108,68	19,23	20,90	64,8	156,4	Tiszaalpár	H5a	2015	június	gyep
15TAG_B	108,68	16,08	17,47	77,8	141,3	Tiszaalpár	H5a	2015	június	gyep
15TAG_K1	29,24	32,51	9,51	5,2	53	Tiszaalpár	H5a	2015	június	gyep
15TAG_K2	30,79	26,56	8,18	16,6	48,4	Tiszaalpár	H5a	2015	június	gyep
16BAG1	91,14	21,02	19,16	55,4	134,1	Battonya	H5a	2016	március	gyep
16BAG2	132,45	18,69	24,75	79,2	178	Battonya	H5a	2016	május	gyep
16BAG3	141,76	15,91	22,56	101,8	190,5	Battonya	H5a	2016	május	gyep
16BAG4	154,24	12,41	19,14	121,4	190,1	Battonya	H5a	2016	június	gyep
16BAG5	108,55	16,46	17,86	76,7	163,1	Battonya	H5a	2016	augusztus	gyep
16BAG6	135,77	15,40	20,91	101,6	205,3	Battonya	H5a	2016	szeptember	gyep
16BAG7	161,42	12,54	20,25	124,7	205,5	Battonya	H5a	2016	október	gyep
16EG	100,45	19,84	19,93	69,3	147,1	Esztergom	H5a	2016	július	gyep
16TAG1	72,45	19,21	13,91	49,2	97,9	Tiszaalpár	H5a	2016	április	gyep
16TAG2	145,17	34,45	50,01	78	330,4	Tiszaalpár	H5a	2016	május	gyep
16TAG3	135,00	24,82	33,50	80,6	238,4	Tiszaalpár	H5a	2016	június	gyep
16TAG4	119,91	24,72	29,64	78	194,4	Tiszaalpár	H5a	2016	július	gyep
16TAG5	117,60	26,12	30,72	53,5	185	Tiszaalpár	H5a	2016	augusztus	gyep
16TAG6	118,54	22,41	26,56	66,1	185,1	Tiszaalpár	H5a	2016	szeptember	gyep
16TAG7	126,19	20,03	25,27	74,4	176	Tiszaalpár	H5a	2016	október	gyep
17BAG_A	167,06	14,70	24,56	115,57	212,72	Battonya	H5a	2017	június	gyep
17BAG_B	164,01	22,87	37,51	27,49	219,84	Battonya	H5a	2017	június	gyep
17BAG_K1	37,52	21,21	7,96	25,41	54,74	Battonya	H5a	2017	június	gyep
17BAG_K2	40,30	28,57	11,51	12,66	60	Battonya	H5a	2017	június	gyep
18BAG	133,62	13,52	18,06	93,74	171	Battonya	H5a	2018	június	gyep
19BAG	100,24	28,27	28,34	12,86	161,63	Battonya	H5a	2019	május	gyep
20BAG1	42,34	22,21	9,41	22,36	66,04	Battonya	H5a	2020	május	gyep
20BAG2	65,93	20,16	13,29	43,79	93,55	Battonya	H5a	2020	június	gyep
21BAG1	91,01	14,32	13,03	60	125,2	Battonya	H5a	2021	május	gyep
21BAG2	91,12	17,70	16,13	59,6	120,72	Battonya	H5a	2021	június	gyep
22BAG	60,27	26,18	15,78	35,66	106,25	Battonya	H5a	2022	május	gyep
13BAP	84,29	44,39	37,42	43,4	199,1	Battonya	-	2013	május	parlag
14BAP	72,41	24,37	17,65	40,9	114,6	Battonya	-	2014	május	parlag
15BAP	74,38	57,01	42,41	34,8	250	Battonya	-	2015	május	parlag
16BAP	108,51	49,52	53,74	36,2	265	Battonya	-	2016	május	parlag
16TAP	82,21	25,59	21,03	46,7	133,1	Tiszaalpár	-	2016	június	parlag
17BAP_A	75,74	25,78	19,53	45,91	136,22	Battonya	-	2017	május	parlag
17BAP_B	70,27	23,08	16,22	36,13	103,74	Battonya	-	2017	május	parlag
17BAP_K1	17,74	31,15	5,53	6,89	32,96	Battonya	-	2017	május	parlag

17BAP_K2	18,06	42,34	7,65	3,45	43,24	Battonya	-	2017	május	parlag
18BAP	78,87	31,20	24,61	48,35	138,15	Battonya	-	2018	június	parlag
19BAP1	65,22	57,54	37,53	30,39	239,97	Battonya	-	2019	július	parlag
19BAP2	86,94	45,68	39,72	8,06	216,91	Battonya	-	2019	július	parlag
20BAP1	41,28	23,97	9,90	26,24	61,99	Battonya	-	2020	május	parlag
20BAP2	60,01	34,79	20,88	33,66	107,71	Battonya	-	2020	június	parlag
21BAP1	76,30	30,25	23,08	36,52	134,16	Battonya	-	2021	május	parlag
21BAP2	77,74	34,62	26,91	40,74	163,02	Battonya	-	2021	június	parlag
22BAP1	61,34	17,99	11,03	44,2	81,27	Battonya	-	2022	július	parlag
22BAP2	67,52	18,35	12,39	41,56	92,75	Battonya	-	2022	július	parlag
19BAV	89,78	23,44	21,05	59,35	151,97	Battonya	-	2019	július	vetett gyep
20BAV	60,65	39,83	24,16	34,08	145,04	Battonya	-	2020	június	vetett gyep
14KPG	62,72	36,13	22,66	34,8	124,1	Kunpeszér	H5b	2014	június	gyep
16KPG1	66,78	17,00	11,35	44,2	86,9	Kunpeszér	H5b	2016	április	gyep
16KPG2	68,56	13,88	9,51	44,5	94	Kunpeszér	H5b	2016	május	gyep
16KPG3	73,95	14,91	11,03	52,6	94,9	Kunpeszér	H5b	2016	június	gyep
16KPG4	88,04	26,69	23,50	54,5	157,2	Kunpeszér	H5b	2016	július	gyep
16KPG5	95,11	22,86	21,74	51,2	137,1	Kunpeszér	H5b	2016	augusztus	gyep
16KPG6	137,33	16,84	23,12	90,8	182,3	Kunpeszér	H5b	2016	szeptember	gyep
16KPG7	116,18	21,64	25,14	67,7	182,4	Kunpeszér	H5b	2016	október	gyep
16MHG	116,77	29,21	34,11	64	247,7	Mórahalom	H5b	2016	június	gyep
16MHP	97,68	46,90	45,81	37,2	216,9	Mórahalom	-	2016	június	parlag
17KPG_A	76,65	20,04	15,36	54,34	121,65	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_B	73,39	18,28	13,41	55,32	117,31	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_EL	78,17	32,55	25,45	49,65	160,6	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_K1	16,40	26,38	4,33	10,6	27,94	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_K2	16,43	22,68	3,73	12,15	28,13	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_KA	76,65	20,04	15,36	54,34	121,65	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_KL	93,39	16,91	15,80	62,67	131,86	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_KN	64,75	33,68	21,81	25,97	110,11	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
17KPG_TL	67,90	34,85	23,67	40,97	123,36	Kunpeszér	H5b	2017	július	gyep
18KPG_EL	153,84	36,74	56,53	66,46	292,68	Kunpeszér	H5b	2018	július	gyep
18KPG_ENYL	100,84	31,87	32,14	58,95	174,96	Kunpeszér	H5b	2018	július	gyep
18KPG_KL	98,49	34,48	33,96	63,55	252,28	Kunpeszér	H5b	2018	július	gyep
18KPG_TL	158,89	41,93	66,62	61,11	343,91	Kunpeszér	H5b	2018	július	gyep
16KPP	114,21	49,62	56,67	39,8	271,5	Kunpeszér	-	2016	június	parlag
17KPP_A	68,54	59,07	40,49	25,49	191,44	Kunpeszér	-	2017	július	parlag
17KPP_B	65,46	57,32	37,52	24,52	172,03	Kunpeszér	-	2017	július	parlag
17KPP_K1	16,26	69,70	11,33	5,15	50,53	Kunpeszér	-	2017	július	parlag
17KPP_K2	15,02	61,46	9,23	2,52	45,93	Kunpeszér	-	2017	július	parlag
15ORP_A	81,00	23,17	18,77	47,2	116,1	Nagyrákos	D34	2015	május	parlag
15ORP_B	78,55	19,17	15,06	53,2	106,2	Nagyrákos	D34	2015	május	parlag
15ORP_K1	23,43	38,31	8,98	10,44	48,39	Nagyrákos	D34	2015	május	parlag
15ORP_K2	23,14	34,65	8,02	11,38	47,30	Nagyrákos	D34	2015	május	parlag



16DG	129,66	19,40	25,16	97	204,9	Dinnyés	F1b	2016	július	gyep
16DP	29,64	109,52	32,46	4,4	149,4	Dinnyés	-	2016	július	parlag
13CSG	41,96	59,45	24,95	14,1	106,9	Csévharaszt	G1	2013	május	gyep
13FHG	18,54	58,15	10,78	1	37,3	Fülöpháza	G1	2013	május	gyep
14FHG1	12,61	72,96	9,20	0,8	40,5	Fülöpháza	G1	2014	május	gyep
14FHG2	16,18	69,23	11,20	2,4	60	Fülöpháza	G1	2014	május	gyep
16FHG	26,50	42,10	11,16	11,3	53,7	Fülöpháza	G1	2016	május	gyep
16TCG1	26,57	63,27	16,81	4,78	65,81	Vácrátót	G1	2016	június	gyep
16TCG2	28,07	37,85	10,63	13,3	62,04	Vácrátót	G1	2016	június	gyep
17FHG	41,03	33,41	13,71	11,76	67,06	Fülöpháza	G1	2017	augusztus	gyep
17FHG_A	29,89	61,45	18,37	2,58	44,74	Fülöpháza	G1	2017	május	gyep
17FHG_B	30,62	46,97	14,38	4,03	70,11	Fülöpháza	G1	2017	május	gyep
17FHG_K1	6,87	107,44	7,38	0,32	84,55	Fülöpháza	G1	2017	május	gyep
17FHG_K2	6,71	92,79	6,23	0,3	30,28	Fülöpháza	G1	2017	május	gyep
18GG	40,56	21,86	8,87	25,23	70,45	Gönyű	G1	2018	július	gyep
19FHG	21,55	103,93	22,39	6,31	131,86	Fülöpháza	G1	2019	június	gyep
20FHG	11,42	56,27	6,42	4,33	29,15	Fülöpháza	G1	2020	május	gyep
21FHG	13,35	46,71	6,24	2,97	32,23	Fülöpháza	G1	2021	május	gyep
16FHP	39,31	77,26	30,37	14,5	177,8	Fülöpháza	-	2016	május	parlag
16TCP	68,11	72,91	49,66	18,06	249,38	Tece	-	2016	június	parlag
17FHP_A	20,98	53,19	11,16	6,13	71,28	Fülöpháza	-	2017	július	parlag
17FHP_B	25,70	68,42	17,58	5,12	58,71	Fülöpháza	-	2017	július	parlag
17FHP_K1	13,73	104,79	14,38	3,43	27,51	Fülöpháza	-	2017	július	parlag
17FHP_K2	11,29	57,58	6,50	3,37	28,4	Fülöpháza	-	2017	július	parlag
19FHP	33,83	99,89	33,79	3,81	167,98	Fülöpháza	-	2019	június	parlag
20FHP	18,11	56,24	10,18	4,01	56,73	Fülöpháza	-	2020	május	parlag
21FHP	25,49	69,36	17,68	9,36	94,77	Fülöpháza	-	2021	május	parlag

10. melléklet Az egyes transzszekten belül talált összfajsza (t. n sp.), a transzszektben lévő kvadrátok  sszborításának átlaga (k.  B)  s szórása (k. SD  B.), az azokban található fajsza átlaga (k. n sp.)  s szórása (k. SD n sp.), valamint a kvadrátok Shannon-diverzításának átlaga (k. div)  s szórása (k. SD div)

Transzszekt	D�t�m	t. n sp.	k. �B	k. SD �B.	k. n sp.	k. SD n sp.	k. div	k. SD div
13BAP	2013. V.	28	74,50	22,71	9,23	1,96	1,20	0,46
14BAG	2014. VI.	39	94,01	7,89	9,52	2,16	1,22	0,33
14BAP	2014. V.	32	72,94	29,94	7,10	1,83	0,80	0,50
15BAP	2015. V.	35	78,22	29,10	9,23	2,11	1,42	0,36
16BAG1	2016. III.	32	57,25	15,40	12,65	2,47	1,40	0,36
16BAG2	2016. V.	45	107,47	6,57	12,71	3,35	1,15	0,32
16BAG3	2016. V.	42	111,22	7,57	11,48	2,41	0,98	0,28
16BAG4	2016. VI.	41	124,28	9,14	11,68	2,01	1,10	0,27
16BAG5	2016. VIII.	35	110,75	5,46	10,35	1,64	1,09	0,26
16BAG6	2016. IX.	31	116,86	9,58	9,39	1,78	0,95	0,28
16BAG7	2016. X.	36	109,29	5,60	9,68	2,23	0,86	0,21
16BAP	2016. V.	33	110,42	30,96	7,94	1,69	1,25	0,31
17BAP_A	2017.V.	34	77,10	17,13	8,39	1,71	1,19	0,38
17BAP_B	2017. V.	38	82,04	18,49	7,65	1,80	1,08	0,46
17BAG_A	2017. VI.	29	111,47	8,44	9,45	1,67	1,02	0,23
17BAG_B	2017. VI.	33	115,68	11,12	9,94	1,79	1,04	0,26
18BAP	2018. VI.	37	105,59	25,32	9,55	2,16	1,26	0,50
18BAG	2018. VI.	26	116,59	5,86	9,42	1,46	0,88	0,14
19BAP1	2019. V.	38	57,96	26,04	9,45	2,23	1,02	0,42
19BAP2	2019. VII.	27	105,54	25,57	6,84	1,97	0,79	0,40
19BAG	2019. VII.	45	121,32	13,64	12,35	2,47	1,52	0,28
19BAV	2019. VII.	29	108,74	15,57	6,03	1,58	0,56	0,34
20BAG1	2020. V.	41	72,88	8,86	11,68	2,09	1,40	0,30
20BAG2	2020. VI.	41	79,68	7,63	12,45	1,95	1,51	0,26
20BAP1	2020. V.	37	54,73	14,09	8,68	2,27	1,13	0,51
20BAP2	2020. VI.	35	73,79	18,56	8,65	1,87	1,33	0,35
20BAV	2020. VI.	28	86,53	17,75	7,26	1,81	1,02	0,34
21BAG1	2021. V.	49	98,32	5,11	17,13	2,57	1,49	0,26
21BAG2	2021. VI.	40	90,94	12,13	11,71	2,33	1,32	0,32
21BAP1	2021. V.	35	66,99	17,75	8,23	2,65	1,12	0,46
21BAP2	2021. VI.	34	96,37	23,39	7,68	2,14	1,32	0,34
22BAP1	2022. V.	37	80,78	9,25	9,06	1,82	1,31	0,37
22BAP2	2022. VII.	27	96,19	12,73	7,29	2,15	1,23	0,34
22BAG	2022. VII.	41	63,60	11,73	10,45	2,83	1,51	0,33
13CSG	2013. V.	33	32,50	14,10	8,57	2,28	1,29	0,30
16DG	2016. VII.	25	99,72	3,29	9,19	1,87	1,28	0,27
16DP	2016. VII.	28	48,58	28,68	6,35	1,70	1,11	0,47
16EG	2016. VII.	71	122,35	15,74	21,90	3,94	2,52	0,26
13FHG	2013. V.	20	15,10	7,80	5,16	2,07	1,05	0,49
14FHG1	2014. V.	1	10,66	9,92	4,71	1,53	0,81	0,36
14FHG2	2014. V.	34	16,85	9,49	8,26	2,03	1,46	0,29
16FHG	2016. V.	31	30,17	10,60	7,61	2,25	1,25	0,34
16FHP	2016. V.	40	53,81	14,71	10,94	1,81	1,73	0,27
17FHG	2017. VIII.	14	27,74	7,17	4,97	1,47	0,90	0,35
17FHG_A	2017. V.	27	24,36	13,91	7	1,90	0,96	0,33
17FHG_B	2017. V.	28	24,85	10,55	7,13	2,01	0,95	0,38
17FHP_A	2017. VII.	37	27,43	16,74	10,29	2,24	1,23	0,34
17FHP_B	2017. VII.	35	28,46	15,59	10,58	2,26	1,30	0,36
19FHG	2019. VI.	25	16,26	17,32	6,16	1,42	0,87	0,32
19FHP	2019. VI.	33	27,45	25,70	7,26	2,16	1,01	0,42
20FHG	2020. V.	24	22,35	10,53	5,65	1,54	1,18	0,32

20FHP	2020. V.	33	29,61	11,49	7,84	1,61	1,54	0,32
21FHG	2021. V.	24	14,84	8,97	6,52	1,65	0,95	0,31
21FHP	2021. V.	37	20,65	13,26	9,35	2,48	1,36	0,45
18GG	2018. VII.	34	59,46	11,54	9	2,32	1,65	0,31
14KPG	2014. VI.	38	93,05	10,69	13,97	3,23	1,61	0,31
16KPG1	2016. IV.	44	93,65	5,38	16,26	2,07	2,02	0,29
16KPG2	2016. V.	46	91,72	7,17	16,06	3,02	1,88	0,28
16KPG3	2016. VI.	40	99,11	7,17	14,29	1,75	1,69	0,35
16KPG4	2016. VII.	42	102,59	8,38	13,19	2,04	1,47	0,37
16KPG5	2016. VIII.	37	105,96	7,10	13,55	1,98	1,77	0,26
16KPG6	2016. IX.	35	112,21	9,38	12,03	1,92	1,54	0,26
16KPG7	2016. X.	31	104,85	5,11	13,39	1,75	1,60	0,27
16KPP	2016. VI.	31	135,43	43,42	7,61	1,75	1,23	0,28
17KPG_A	2017. VII.	48	76,94	13,02	15,90	2,04	1,51	0,27
17KPG_B	2017. VII.	43	79,19	9,76	16,10	2,55	1,41	0,21
17KPP_A	2017. VII.	38	82,58	22,43	9,13	2,47	1,24	0,43
17KPP_B	2017. VII.	34	80,65	23,34	8,68	2,63	1,30	0,38
17KPG_KN	2017. VII.	34	53,06	22,50	10,23	2,38	1,10	0,50
17KPG_KL	2017. VII.	43	89,19	8,28	15,03	2,26	1,59	0,26
17KPG_EL	2017. VII.	38	85,32	17,08	13,68	1,94	1,60	0,35
17KPG_TL	2017. VII.	38	79,52	14,57	11,87	1,61	1,42	0,43
17KPG_KA	2017. VII.	48	76,94	13,02	15,90	2,04	1,51	0,27
18KPG_ENYL	2018. VII.	33	97,10	19,74	11,45	2,50	1,19	0,50
18KPG_KL	2018. VII.	43	99,35	3,59	16,84	2,02	1,29	0,32
18KPG_EL	2018. VII.	41	122,90	20,77	12,87	2,47	1,33	0,37
18KPG_TL	2018. VII.	23	109,39	44,36	5,42	1,67	0,80	0,35
16MHG	2016. VI.	39	131,19	14,49	12,81	2,70	1,24	0,32
16MHP	2016. VI.	39	117,55	30,19	10,19	3,68	1,55	0,36
15ORP_A	2015. V.	58	105,87	19,07	16,42	3,27	1,85	0,45
15ORP_B	2015. V.	58	107,20	16,01	16,26	2,91	1,89	0,38
14TAG	2014. VI.	27	109,93	12,95	8,58	1,67	1,56	0,26
15TAG_A	2015. VI.	40	108,32	16,31	12,71	2,61	1,66	0,30
15TAG_B	2015. VI.	40	107,81	16,04	12,94	3,26	1,67	0,31
16TAG1	2016. IV.	34	90,77	8,41	14,03	1,80	2,13	0,25
16TAG2	2016. V.	37	116,50	12,44	13,10	2,65	1,83	0,21
16TAG3	2016. VI.	43	131,83	16,42	12,13	1,80	1,87	0,22
16TAG4	2016. VII.	32	111,73	16,37	8,48	1,34	1,23	0,26
16TAG5	2016. VIII.	28	113,11	11,71	7,71	1,87	1,22	0,35
16TAG6	2016. IX.	24	119,88	16,02	5,74	1,88	1,05	0,30
16TAG7	2016. X.	23	107,17	10,09	6,03	1,45	1,08	0,28
16TAP	2016. VI.	48	92,78	25,16	13,77	3,29	1,91	0,38
16TCG1	2016. VI.	32	22,52	14,32	8,45	2,36	1,45	0,29
16TCG2	2016. VI.	31	43,29	17,06	8,87	1,65	1,62	0,31
16TCP	2016. VI.	58	89,25	35,11	10,71	2,34	1,72	0,37

11. melléklet. A szinkronitásvizsgálatok részletes eredményei a csapadékösszegek, a fajszám, a diverzitás, a fitomassza mennyisége és térbeli variációs koefficiense között

Az összes faj felhasználásával számolt szinkronitások és a randomizációs teszt eredményei

év	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
4 havi csap. ö. (mm)	192	188,7	137	238,5	162	163,6	147,2	87,6
6 havi csap. ö. (mm)	236,3	255,7	155,9	346,1	265	200,7	253,4	183,8
12 havi csap. ö. (mm)	515,5	540,3	682,8	643,3	552,7	516,7	581,5	404,2
fajszám	39	42	29	26	45	41	49	41
diverzitás	1,22	0,98	1,02	0,88	1,52	1,4	1,49	1,51
fitomassza (g)	88,21	141,77	167,06	133,62	100,24	42,34	91,01	60,27
fitomassza CV%	20,44	15,91	14,7	13,52	28,27	22,21	14,32	26,18

év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
4 havi csap. ö. (mm)	297,2	192	145,3	188,7	137	238,5	162	163,6	147,2	87,6
6 havi csap. ö. (mm)	409,2	236,3	242,3	255,7	155,9	346,1	265	200,7	253,4	183,8
12 havi csap. ö. (mm)	667,4	515,5	696	540,3	682,8	643,3	552,7	516,7	581,5	404,2
fajszám	28	32	35	33	34	37	38	37	35	37
diverzitás	1,2	0,8	1,42	1,25	1,19	1,26	1,02	1,13	1,12	1,31
fitomassza (g)	84,29	72,41	74,38	108,51	75,74	78,87	65,22	41,28	76,3	61,34
fitomassza CV%	44,39	24,37	57,01	49,52	25,78	31,2	57,55	23,97	30,25	17,99

		összes fajszám		összesfaj diverzitás	
		terepi szinkronitás	p érték	terepi szinkronitás	p érték
gyep	fitomassza	0,714	0,12	0,571	0,271
gyep	fitomassza cv%	0,571	0,265	0,714	0,113
gyep	12 hónap csapadékösszeg	0,714	0,104	0,571	0,301
gyep	6 hónap csapadékösszeg	0,714	0,124	0,286	0,881
gyep	4 hónap csapadékösszeg	0,286	0,885	0,143	0,974
parlag	fitomassza	0,333	0,886	0,556	0,295
parlag	fitomassza cv%	0,556	0,279	0,556	0,234
parlag	12 hónap csapadékösszeg	0,444	0,74	0,444	0,729
parlag	6 hónap csapadékösszeg	0,333	0,873	0,556	0,278
parlag	4 hónap csapadékösszeg	0,222	0,969	0,667	0,112

Az egyéves fajokkal számolt szinkronitások és a randomizációs teszt eredményei

		egyéves fajszám		egyéves diverzitás		egyéves összborítás	
		terepi szinkronitás	p érték	terepi szinkronitás	p érték	terepi szinkronitás	p érték
gyep	fitomassza	0,429	0,52	0,429	0,47	0,429	0,51
gyep	fitomassza cv%	0,286	0,73	0,286	0,75	0,286	0,75
gyep	12 hónap csapadékösszeg	0,286	0,77	0,429	0,54	0,429	0,45
gyep	6 hónap csapadékösszeg	0,714	<b>0,01</b>	0,571	0,08	0,714	<b>0,01</b>
gyep	4 hónap csapadékösszeg	0,571	0,07	0,429	0,50	0,571	0,09
parlag	biomassza-tömeg	0,333	0,88	0,444	0,71	0,444	0,73
parlag	biomassza cv%	0,556	0,3	0,667	0,09	0,222	0,97
parlag	12 hónap csapadékösszeg	0,222	0,97	0,556	0,28	0,333	0,88
parlag	6 hónap csapadékösszeg	0,333	0,87	0,444	0,74	0,444	0,69
parlag	4 hónap csapadékösszeg	0,333	0,89	0,333	0,88	0,556	0,25

Az évelő fajokkal számolt szinkronitások és a randomizációs teszt eredményei

		évelő diverzitás		évelő fajszám		évelő összborítás	
		terepi szinkronitás	p érték	terepi szinkronitás	p érték	terepi szinkronitás	p érték
gyep	fitomassza	0,429	0,517	0,429	0,512	0,714	<b>0,021</b>
gyep	fitomassza CV%	0,857	<b>0,001</b>	0,571	0,081	0,286	0,752
gyep	12 hónap csapadékösszeg	0,429	0,489	0,286	0,78	0,714	<b>0,022</b>
gyep	6 hónap csapadékösszeg	0,143	0,92	0,571	0,106	0,714	<b>0,019</b>
gyep	4 hónap csapadékösszeg	0,286	0,758	0,143	0,92	0,286	0,733
parlag	fitomassza	0,444	0,71	0,667	0,126	0,889	<b>0,006</b>
parlag	fitomassza CV%	0,222	0,968	0,444	0,725	0,667	0,113
parlag	12 hónap csapadékösszeg	0,333	0,885	0,556	0,269	0,556	0,281
parlag	6 hónap csapadékösszeg	0,444	0,765	0,667	0,115	0,889	<b>0,005</b>
parlag	4 hónap csapadékösszeg	0,556	0,288	0,556	0,277	0,556	0,284

12. melléklet. A fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés kvadratikus regresszióval történő vizsgálatának eredményei [a transzszekt kódja melletti csillagok száma a szignifikanciaszintet jelöli:  $p=0,05(*)$  és  $p=0,01(**)$ ].

transzszekt	év	Á- NÉR kód	típus	p érték	korr. p érték	R <sup>2</sup>	intercept	BIOM - b	BIOM <sup>2</sup> - c
13BAP*	2013	-	parlag	<b>0,027</b>	1	0,17	4,17	0,10	-0,0005
14BAG	2014	H5a	gyep	0,573	1	-0,03	0,35	0,21	-0,0012
14BAP**	2014	-	parlag	<b>0,009</b>	0.927	0,23	6,91	0,06	-0,0008
15BAP	2015	-	parlag	0,228	1	0,04	12,07	-0,06	0,0002
16BAG1	2016	H5a	gyep	0,814	1	-0,06	18,55	-0,13	0,0007
16BAG2**	2016	H5a	gyep	<b>0,008</b>	0.832	0,24	17,41	0,01	-0,0003
16BAG3	2016	H5a	gyep	0,745	1	-0,05	7,93	0,06	-0,0003
16BAG4	2016	H5a	gyep	0,604	1	-0,03	-9,77	0,29	-0,0009
16BAG5	2016	H5a	gyep	0,405	1	0,00	4,14	0,12	-0,0006
16BAG6	2016	H5a	gyep	0,914	1	-0,06	6,79	0,04	-0,0002
16BAG7	2016	H5a	gyep	0,971	1	-0,07	14,31	-0,06	0,0002
16BAP	2016	-	parlag	0,243	1	0,03	10,61	-0,04	0,0001
17BAP_A	2017	-	parlag	0,692	1	-0,04	10,00	-0,03	0,0001
17BAP_B	2017	-	parlag	0,093	1	0,10	11,62	-0,07	0,0002
17BAP_K1	2017	-	gyep	0,615	1	-0,03	7,73	-0,16	0,0053
17BAP_K2	2017	-	gyep	0,111	1	0,08	9,31	-0,26	0,0042
17BAG_A	2017	H5a	gyep	0,099	1	0,09	-2,58	0,17	-0,0006
17BAG_B	2017	H5a	gyep	0,077	1	0,11	5,00	0,08	-0,0003
17BAG_K1	2017	H5a	gyep	0,851	1	-0,06	7,81	-0,04	0,0003
17BAG_K2	2017	H5a	gyep	0,877	1	-0,06	7,32	-0,04	0,0006
18BAP	2018	-	parlag	0,605	1	-0,03	8,76	0,03	-0,0003
18BAG	2018	H5a	gyep	0,884	1	-0,06	5,05	0,07	-0,0003
19BAP1*	2019	-	parlag	<b>0,036</b>	1	0,16	13,55	-0,08	0,0002
19BAP2	2019	-	parlag	0,949	1	-0,07	6,61	0,01	0,0000
19BAG	2019	H5a	gyep	0,105	1	0,09	16,70	-0,11	0,0006
19BAV	2019	-	parlag	0,773	1	-0,05	6,20	0,01	-0,0001
20BAG1*	2020	H5a	gyep	<b>0,022</b>	1	0,18	12,89	0,06	-0,0019
20BAG2	2020	H5a	gyep	0,325	1	0,01	7,26	0,12	-0,0006
20BAP1	2020	H5a	parlag	0,569	1	-0,03	14,57	-0,31	0,0039
20BAP2	2020	-	parlag	0,357	1	0,00	9,95	-0,02	0,0000
20BAV	2020	-	parlag	0,541	1	-0,03	4,44	0,07	-0,0003
21BAG1	2021	H5a	gyep	0,837	1	-0,06	8,32	0,18	-0,0009
21BAG2	2021	H5a	gyep	0,078	1	0,11	37,58	-0,57	0,0030
21BAP1**	2021	-	parlag	<b>0,007</b>	0.735	0,25	17,38	-0,18	0,0008
21BAP2*	2021	-	parlag	<b>0,017</b>	1	0,20	13,43	-0,11	0,0004
22BAP1	2022	-	parlag	0,174	1	0,05	30,23	-0,71	0,0058
22BAP2	2022	-	parlag	0,777	1	-0,05	8,44	-0,01	-0,0001
22BAG	2022	H5a	gyep	0,622	1	-0,04	14,52	-0,10	0,0005
13CSG	2013	G1	gyep	0,637	1	-0,04	7,26	0,07	-0,0007
16DG	2016	F1b	gyep	0,498	1	-0,02	18,27	-0,14	0,0005
16DP	2016	-	parlag	0,423	1	-0,01	5,86	0,04	-0,0003
16EG	2016	G1	gyep	0,805	1	-0,05	11,53	0,19	-0,0008

13FHG	2013	G1	gyep	0,709	1	-0,05	6,07	-0,09	0,0018
14FHG1	2014	G1	gyep	0,243	1	0,03	3,69	0,12	-0,0022
14FHG2	2014	G1	gyep	0,721	1	-0,05	8,15	-0,01	0,0006
16FHG	2016	G1	gyep	0,781	1	-0,05	7,74	-0,03	0,0009
16FHP	2016	-	parlag	0,495	1	-0,02	10,85	0,01	-0,0001
17FHG	2017	G1	gyep	0,259	1	0,03	1,66	0,18	-0,0023
17FHP_A	2017	-	parlag	0,456	1	-0,01	8,66	0,19	-0,0043
17FHP_B	2017	-	parlag	0,058	1	0,13	7,89	0,19	-0,0024
17FHP_K1	2017	-	parlag	0,218	1	0,04	5,83	0,23	-0,0024
17FHP_K2*	2017	-	parlag	<b>0,041</b>	1	0,15	4,25	0,68	-0,0238
17FHG_A	2017	G1	gyep	0,563	1	-0,03	6,28	0,03	-0,0001
17FHG_B	2017	G1	gyep	0,172	1	0,06	4,62	0,19	-0,0030
17FHG_K1	2017	G1	gyep	0,193	1	0,05	5,03	-0,23	0,0108
17FHG_K2	2017	G1	gyep	0,053	1	0,13	4,63	-0,21	0,0067
19FHG*	2019	G1	gyep	<b>0,043</b>	1	0,14	4,92	0,09	-0,0007
19FHP	2019	-	parlag	0,729	1	-0,05	6,69	0,03	-0,0002
20FHG	2020	G1	gyep	0,52	1	-0,02	4,62	0,13	-0,0028
20FHP	2020	-	parlag	0,404	1	0,00	6,48	0,12	-0,0017
21FHG	2021	G1	gyep	0,128	1	0,07	4,08	0,29	-0,0069
21FHP	2021	-	parlag	0,311	1	0,01	9,00	0,05	-0,0009
18GG	2018	G1	gyep	0,173	1	0,05	-1,94	0,51	-0,0057
14KPG	2014	H5b	gyep	0,81	1	-0,06	17,15	-0,09	0,0005
16KPG1	2016	H5b	gyep	0,56	1	-0,03	29,51	-0,40	0,0029
16KPG2	2016	H5b	gyep	0,957	1	-0,07	20,19	-0,11	0,0007
16KPG3	2016	H5b	gyep	0,982	1	-0,07	12,28	0,06	-0,0004
16KPG4	2016	H5b	gyep	0,308	1	0,01	12,35	0,04	-0,0003
16KPG5	2016	H5b	gyep	0,886	1	-0,06	13,86	-0,02	0,0001
16KPG6	2016	H5b	gyep	0,198	1	0,05	4,27	0,14	-0,0006
16KPG7	2016	H5b	gyep	0,355	1	0,00	6,09	0,13	-0,0005
16KPP	2016	-	parlag	0,849	1	-0,06	7,25	0,01	0,0000
17KPG_A	2017	H5b	gyep	0,808	1	-0,06	20,41	-0,12	0,0007
17KPG_B	2017	H5b	gyep	0,671	1	-0,04	15,32	0,05	-0,0005
17KPG_K1	2017	H5b	gyep	0,714	1	-0,05	13,16	-0,39	0,0112
17KPG_K2	2017	H5b	gyep	0,08	1	0,11	15,03	-0,61	0,0194
17KPP_A**	2017	-	parlag	<b>0,006</b>	0.636	0,26	13,32	-0,08	0,0003
17KPP_B	2017	-	parlag	0,45	1	-0,01	8,72	0,01	-0,0001
17KPP_K1	2017	-	parlag	0,227	1	0,04	6,70	0,00	-0,0007
17KPP_K2	2017	-	parlag	0,618	1	-0,04	5,00	0,13	-0,0033
17KPG_KN	2017	H5b	gyep	0,913	1	-0,06	9,22	0,04	-0,0003
17KPG_KL	2017	H5b	gyep	0,262	1	0,03	24,27	-0,16	0,0006
17KPG_EL*	2017	H5b	gyep	<b>0,023</b>	1	0,18	11,09	0,08	-0,0006
17KPG_TL	2017	H5b	gyep	0,964	1	-0,07	12,75	-0,02	0,0001
17KPG_KA	2017	H5b	gyep	0,808	1	-0,06	20,41	-0,12	0,0007
18KPG_ENYL	2018	H5b	gyep	0,584	1	-0,03	13,38	-0,02	0,0000
18KPG_KL	2018	H5b	gyep	0,337	1	0,01	17,97	-0,03	0,0001
18KPG_EL	2018	H5b	gyep	0,941	1	-0,07	13,52	-0,01	0,0000
18KPG_TL	2018	H5b	gyep	0,34	1	0,01	3,69	0,02	-0,0001
16MHG	2016	H5b	gyep	0,125	1	0,08	4,94	0,12	-0,0004

16MHP**	2016	-	parlag	<b>0,003</b>	0.324	0,30	15,86	-0,07	0,0001
15ORP_A	2015	D34	parlag	0,718	1	-0,05	15,06	0,06	-0,0005
15ORP_B	2015	D34	parlag	0,685	1	-0,04	25,19	-0,21	0,0011
16TCG1*	2016	G1	gyep	<b>0,045</b>	1	0,14	7,54	0,00	0,0008
16TCG2	2016	G1	gyep	0,695	1	-0,04	7,18	0,10	-0,0013
16TCP*	2016	-	parlag	<b>0,021</b>	1	0,19	10,84	0,01	-0,0001
14TAG	2014	H5a	gyep	<b>0,029</b>	1	0,17	12,58	-0,07	0,0002
15TAG_A	2015	H5a	gyep	0,721	1	-0,05	19,38	-0,13	0,0006
15TAG_B	2015	H5a	gyep	0,844	1	-0,06	8,21	0,11	-0,0006
15TAG_K1	2015	H5a	gyep	0,695	1	-0,04	7,74	0,15	-0,0021
15TAG_K2	2015	H5a	gyep	0,432	1	-0,01	17,53	-0,49	0,0076
16TAG1	2016	H5a	gyep	0,36	1	0,00	22,44	-0,20	0,0012
16TAG2	2016	H5a	gyep	0,738	1	-0,05	15,33	-0,02	0,0000
16TAG3	2016	H5a	gyep	0,988	1	-0,07	12,52	0,00	0,0000
16TAG4	2016	H5a	gyep	0,477	1	-0,02	7,71	0,02	-0,0001
16TAG5	2016	H5a	gyep	0,073	1	0,11	8,84	0,01	-0,0001
16TAG6**	2016	H5a	gyep	<b>0,001</b>	<b>0.003</b>	0,49	8,02	0,01	-0,0003
16TAG7**	2016	H5a	gyep	<b>0,004</b>	0.428	0,28	4,42	0,06	-0,0003
16TAP	2016	-	parlag	0,988	1	-0,07	14,89	-0,02	0,0001



13. melléklet. A fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés lineáris regresszióval történő vizsgálatának eredményei [a transzszekt kódja melletti csillagok száma a szignifikanciaszintet jelöli: p=0,05(\*) és p=0,01(\*\*)]

transzszekt	év	Á- NÉR kód	típus	p érték	korr. p érték	Adj, R2	intercept	BIOM - b
13BAP	2013	-	parlag	0,382	1	-0,00716	10,02545	-0,00928
14BAG	2014	H5a	gyep	0,819	1	-0,03259	9,064288	0,005122
14BAP**	2014	-	parlag	<b>0,004</b>	0,412	0,225607	10,86665	-0,05207
15BAP	2015	-	parlag	0,41	1	-0,01015	9,793117	-0,00763
16BAG1	2016	H5a	gyep	0,93	1	-0,03421	12,83749	-0,00211
16BAG2**	2016	H5a	gyep	<b>0,002</b>	0,212	0,261524	22,29583	-0,07237
16BAG3	2016	H5a	gyep	0,491	1	-0,01742	13,42665	-0,0137
16BAG4	2016	H5a	gyep	0,873	1	-0,03356	12,16075	-0,00313
16BAG5	2016	H5a	gyep	0,351	1	-0,00343	12,08587	-0,01595
16BAG6	2016	H5a	gyep	0,812	1	-0,03243	9,903261	-0,0038
16BAG7	2016	H5a	gyep	0,972	1	-0,03444	9,559362	0,000731
16BAP	2016	-	parlag	0,302	1	0,00341	8,589334	-0,00603
17BAP_A	2017	-	parlag	0,392	1	-0,00821	9,442031	-0,01393
17BAP_B*	2017	-	parlag	<b>0,029</b>	1	0,125723	10,71243	-0,04365
17BAP_K1	2017	-	parlag	0,573	1	-0,02299	6,076769	0,030228
17BAP_K2	2017	-	parlag	0,1	1	0,059231	7,542347	-0,07111
17BAG_A	2017	H5a	gyep	0,102	1	0,058286	12,85341	-0,02036
17BAG_B	2017	H5a	gyep	0,738	1	-0,03043	9,446554	0,002981
17BAG_K1	2017	H5a	gyep	0,571	1	-0,02289	7,372737	-0,01681
17BAG_K2	2017	H5a	gyep	0,734	1	-0,03031	6,546938	0,00644
18BAP	2018	-	parlag	0,36	1	-0,00452	10,72534	-0,01492
18BAG	2018	H5a	gyep	0,86	1	-0,03335	9,775559	-0,00267
19BAP1*	2019	-	parlag	<b>0,041</b>	1	0,106955	10,88688	-0,02201
19BAP2	2019	-	parlag	0,857	1	-0,03331	6,983587	-0,00167
19BAG	2019	H5a	gyep	0,612	1	-0,02518	11,52595	0,008269
19BAV	2019	-	parlag	0,48	1	-0,01654	6,920374	-0,00989
20BAG1**	2020	H5a	gyep	<b>0,008</b>	0,816	0,194669	16,10109	-0,10447
20BAG2	2020	H5a	gyep	0,138	1	0,042282	9,82139	0,039891
20BAP1	2020	H5a	parlag	0,507	1	-0,01862	7,504122	0,02842
20BAP2	2020	-	parlag	0,148	1	0,038903	10,07806	-0,02388
20BAV	2020	-	parlag	0,48	1	-0,01656	6,660937	0,009845
21BAG1	2021	H5a	gyep	0,787	1	-0,03184	16,2241	0,009943
21BAG2	2021	H5a	gyep	0,63	1	-0,02611	12,89242	-0,01298
21BAP1**	2021	-	parlag	<b>0,003</b>	0,315	0,236404	12,71687	-0,05886
21BAP2**	2021	-	parlag	<b>0,01</b>	1	0,182266	10,50044	-0,03632
22BAP1	2022	-	parlag	0,975	1	-0,03445	9,005179	0,000967
22BAP2	2022	-	parlag	0,474	1	-0,01607	8,8517	-0,02312
22BAG	2022	H5a	gyep	0,352	1	-0,00356	12,31806	-0,03097
13CSG	2013	G1	gyep	0,96	1	-0,03562	8,603816	-0,00089
16DG	2016	F1b	gyep	0,817	1	-0,03255	8,776807	0,003214
16DP	2016	-	parlag	0,694	1	-0,0289	6,469136	-0,00386

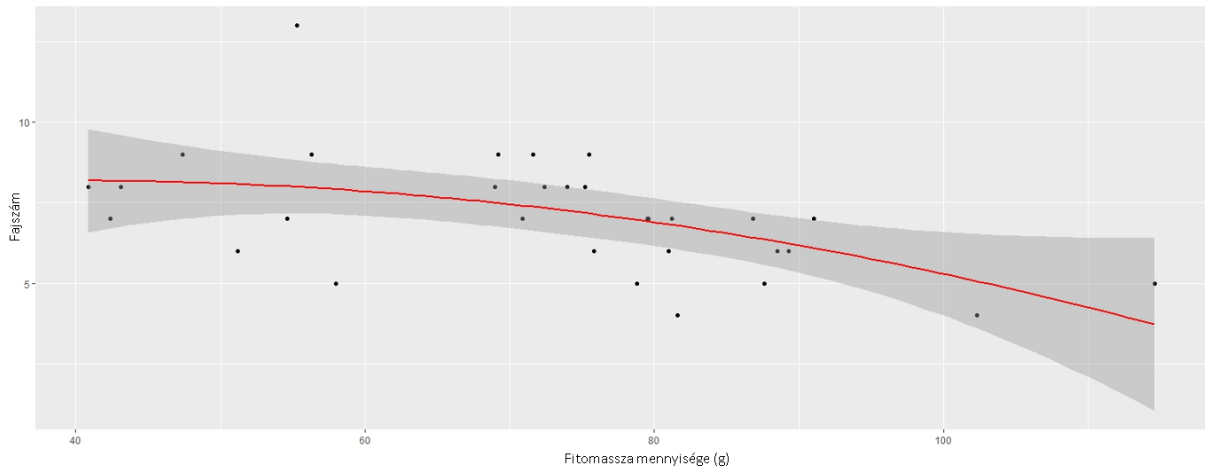
16EG	2016	G1	gyep	0,661	1	-0,02752	20,27584	0,016201
13FHG	2013	G1	gyep	0,52	1	-0,0196	5,587762	-0,023
14FHG1	2014	G1	gyep	0,154	1	0,036685	4,159029	0,043658
14FHG2	2014	G1	gyep	0,456	1	-0,01451	7,850059	0,025211
16FHG	2016	G1	gyep	0,524	1	-0,01982	6,977665	0,023971
16FHP	2016	-	parlag	0,302	1	0,003505	11,38349	-0,0114
17FHG	2017	G1	gyep	0,992	1	-0,03448	4,959662	0,000197
17FHP_A	2017	-	parlag	0,711	1	-0,02953	10,58161	-0,01389
17FHP_B	2017	-	parlag	0,202	1	0,022996	9,801192	0,030333
17FHP_K1	2017	-	parlag	0,512	1	-0,01897	7,675846	0,025967
17FHP_K2	2017	-	parlag	0,684	1	-0,02849	8,286875	-0,03113
17FHG_A	2017	G1	gyep	0,282	1	0,006615	6,3846	0,020586
17FHG_B	2017	G1	gyep	0,734	1	-0,03029	6,856339	0,008906
17FHG_K1	2017	G1	gyep	0,71	1	-0,02949	4,404266	0,016284
17FHG_K2	2017	G1	gyep	0,121	1	0,049064	4,142633	-0,05489
19FHG	2019	G1	gyep	0,533	1	-0,02049	6,319808	-0,00736
19FHP	2019	-	parlag	0,817	1	-0,03253	7,164242	0,002774
20FHG	2020	G1	gyep	0,291	1	0,00522	5,109206	0,046951
20FHP	2020	-	parlag	0,455	1	-0,01442	7,438941	0,022076
21FHG	2021	G1	gyep	0,13	1	0,045456	5,533668	0,073566
21FHP	2021	-	parlag	0,224	1	0,017726	10,15931	-0,03156
18GG	2018	G1	parlag	0,906	1	-0,03397	9,236137	-0,00582
14KPG	2014	H5b	gyep	0,684	1	-0,02851	14,64725	-0,01083
16KPG1	2016	H5b	gyep	0,811	1	-0,0324	16,80301	-0,00816
16KPG2	2016	H5b	gyep	0,809	1	-0,03236	17,04977	-0,01437
16KPG3	2016	H5b	gyep	0,919	1	-0,0341	14,51524	-0,00304
16KPG4	2016	H5b	gyep	0,162	1	0,034029	15,16012	-0,02234
16KPG5	2016	H5b	gyep	0,644	1	-0,02675	12,79922	0,007877
16KPG6	2016	H5b	gyep	0,145	1	0,039685	15,09078	-0,02227
16KPG7	2016	H5b	gyep	0,995	1	-0,03448	13,3967	-8,27E-05
16KPP	2016	-	parlag	0,681	1	-0,02838	7,883005	-0,00236
17KPG_A	2017	H5b	gyep	0,814	1	-0,03249	15,45628	0,005831
17KPG_B	2017	H5b	gyep	0,393	1	-0,00834	18,3124	-0,03019
17KPG_K1	2017	H5b	gyep	0,827	1	-0,03275	9,796104	0,016364
17KPG_K2	2017	H5b	gyep	0,053	1	0,092458	8,066061	0,153069
17KPP_A**	2017	-	parlag	<b>0,003</b>	0,315	0,245241	11,30612	-0,03176
17KPP_B	2017	-	parlag	0,235	1	0,015476	9,683981	-0,01538
17KPP_K1	2017	-	parlag	0,089	1	0,065216	7,046878	-0,0386
17KPP_K2	2017	-	parlag	0,844	1	-0,03308	6,13294	-0,00885
17KPG_KN	2017	H5b	gyep	0,828	1	-0,03277	10,51282	-0,00443
17KPG_KL	2017	H5b	gyep	0,116	1	0,051414	18,87932	-0,04119
17KPG_EL*	2017	H5b	gyep	<b>0,027</b>	1	0,129254	16,04698	-0,03031
17KPG_TL	2017	H5b	gyep	0,949	1	-0,03434	11,92568	-0,00081
17KPG_KA	2017	H5b	gyep	0,814	1	-0,03249	15,45628	0,005831
18KPG_ENYL	2018	H5b	gyep	0,297	1	0,004216	12,96947	-0,01505
18KPG_KL	2018	H5b	gyep	0,211	1	0,020698	15,48704	0,013724

18KPG_EL	2018	H5b	gyep	0,833	1	-0,03287	12,60537	0,001726
18KPG_TL	2018	H5b	gyep	0,444	1	-0,01346	5,98677	-0,00357
16MHG	2016	H5b	gyep	0,665	1	-0,02768	13,55615	-0,00642
16MHP**	2016	-	parlag	<b>0,001</b>	0,108	0,322277	14,80484	-0,04721
15ORP_A	2015	D34	parlag	0,45	1	-0,01397	18,40895	-0,02456
15ORP_B	2015	D34	parlag	0,466	1	-0,01541	18,3186	-0,02623
16TCG1*	2016	G1	gyep	<b>0,015</b>	1	0,158092	6,839489	0,060666
16TCG2	2016	G1	gyep	0,68	1	-0,02835	8,535578	0,011946
16TCP*	2016	-	parlag	<b>0,011</b>	1	0,173984	12,15094	-0,02116
14TAG*	2014	H5a	gyep	<b>0,011</b>	1	0,176493	10,8525	-0,02972
15TAG_A	2015	H5a	gyep	0,927	1	-0,03418	12,47697	0,002141
15TAG_B	2015	H5a	gyep	0,615	1	-0,02533	14,83967	-0,01752
15TAG_K1	2015	H5a	gyep	0,603	1	-0,02473	9,370745	0,023725
15TAG_K2	2015	H5a	gyep	0,681	1	-0,02836	10,72138	-0,02343
16TAG1	2016	H5a	gyep	0,202	1	0,022962	16,23809	-0,03045
16TAG2	2016	H5a	gyep	0,496	1	-0,01777	14,07481	-0,00674
16TAG3	2016	H5a	gyep	0,88	1	-0,03366	12,33428	-0,00152
16TAG4	2016	H5a	gyep	0,26	1	0,010498	9,612855	-0,00942
16TAG5*	2016	H5a	gyep	<b>0,024</b>	1	0,133883	10,59045	-0,0245
16TAG6**	2016	H5a	gyep	<b>0,001</b>	<b>0,0006</b>	0,495399	11,74439	-0,05064
16TAG7**	2016	H5a	gyep	<b>0,001</b>	0,108	0,27392	9,982392	-0,0313
16TAP	2016	-	parlag	0,909	1	-0,03401	14,05015	-0,00336

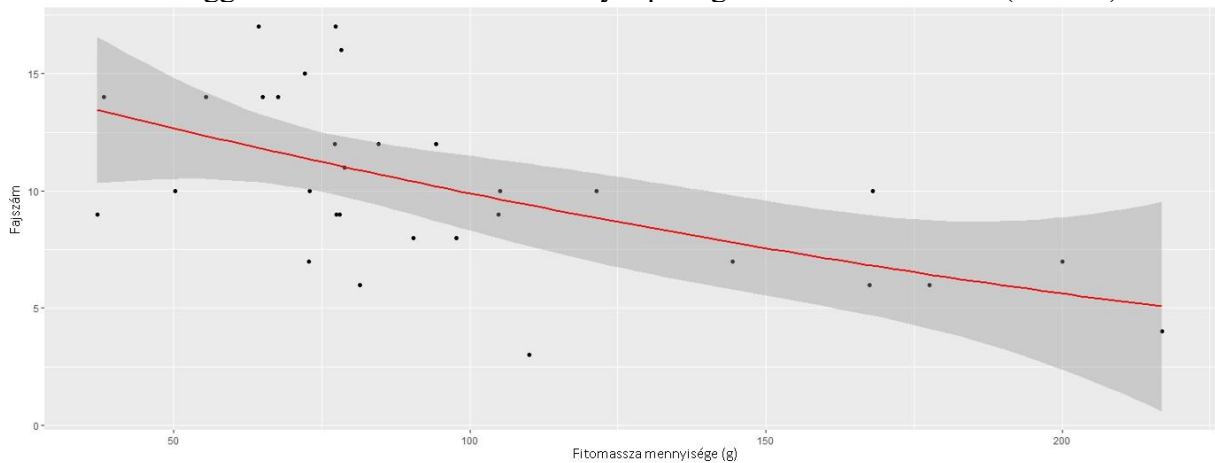
14. melléklet. A szignifikáns kvadratikus és a lineáris regresszió illeszkedésének vizsgálatai az  $R^2$  értékek összehasonlításával a fajszámok esetében

Transzszekt	$R^2$ kvadratikus regresszióval	$R^2$ lineáris regresszióval
14BAP	0,23	0,23
16BAG2	0,24	0,26
19BAP1	0,16	0,11
20BAG1	0,18	0,19
21BAP1	0,25	0,24
21BAP2	0,2	0,18
17FHP_K2	0,15	-0,03
19FHG	0,14	-0,02
17KPP_A	0,26	0,25
17KPG_EL	0,18	0,13
16MHP	0,3	0,32
16TCG1	0,14	0,16
16TCP	0,19	0,17
14TAG	0,17	0,18
16TAG6	0,49	0,50
16TAG7	0,28	0,27

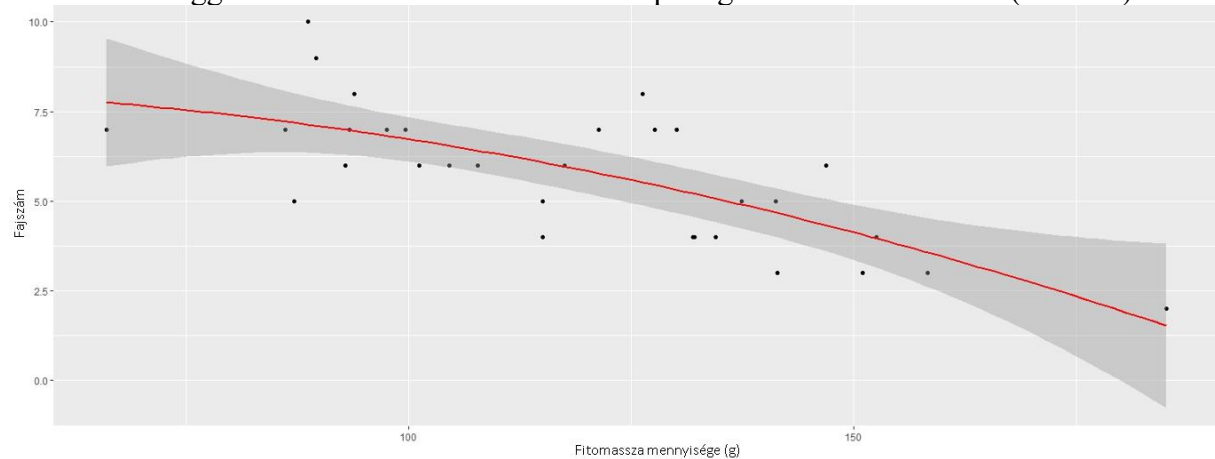
15. melléklet. A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátok fajszáma közötti összefüggés egyes mintaterületeken.



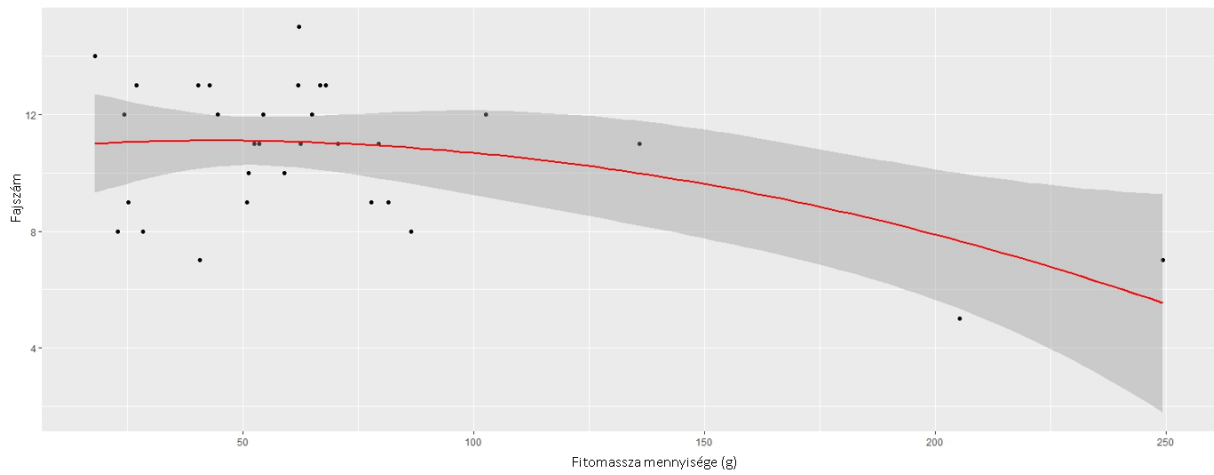
A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés a 2014-ben készült battonyai parlag transzszekt esetében (14BAP)



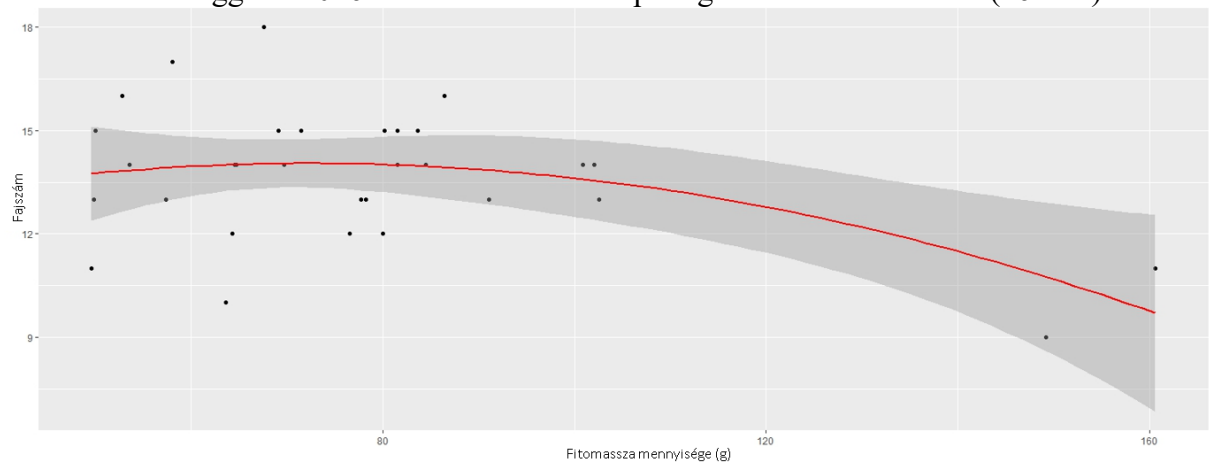
A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés a 2016-ban készült mórahalmi parlag transzszekt esetében (16MHP)



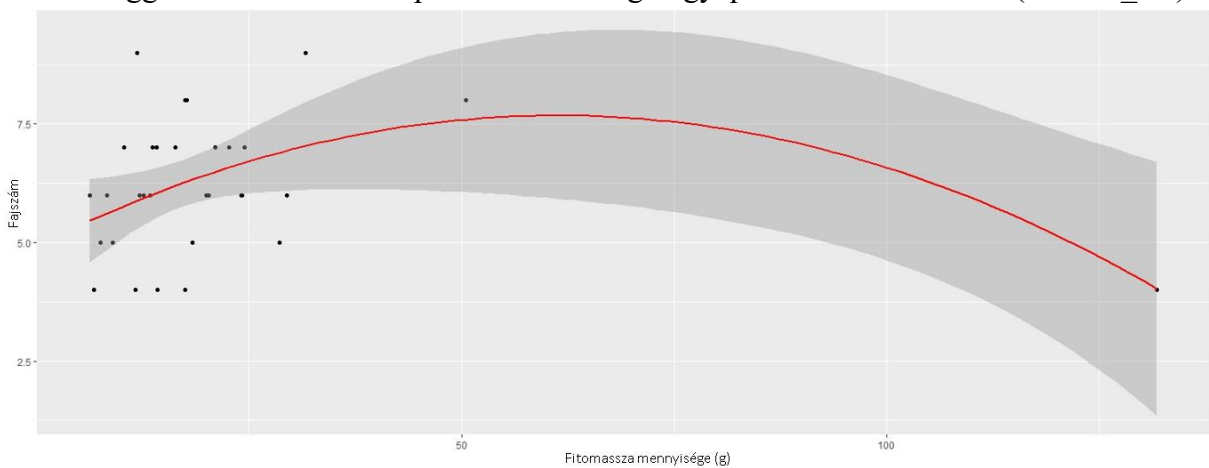
A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés a 2016-ban készült tiszalpäri gyepterület esetében (16TAG6)



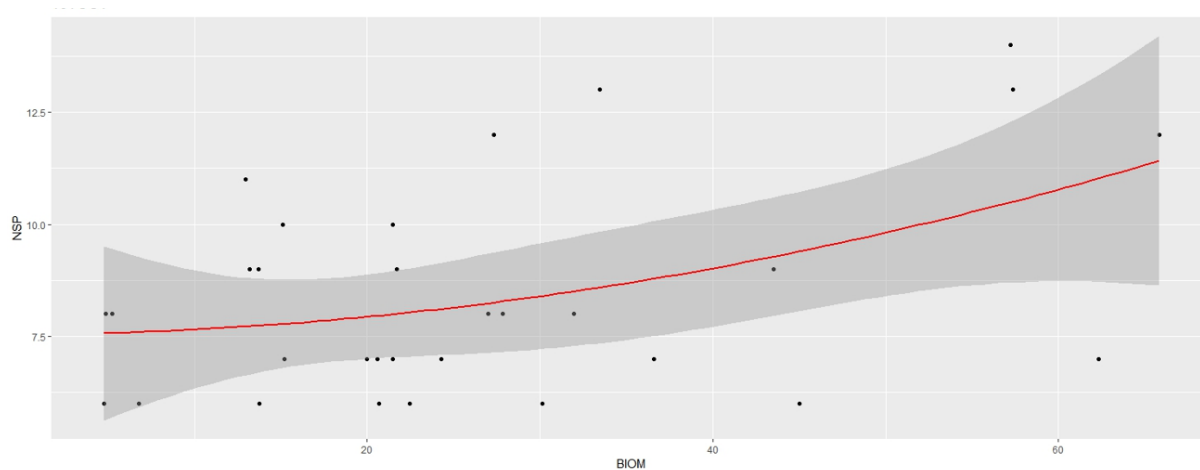
A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés a 2016-ban a Tecén készült parlag transzszekt esetében (16TCP)



A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés a 2017-ben a kunpeszéri erősen legelt gyepranszszekt esetében (17KPG\_EL)



A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés a 2019-ben a fülöpházi transzszekt esetében (19FHG)



A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátokban talált fajszám közötti összefüggés a 2016-ban a tecei transzsekt esetében (16TCG1)

16. melléklet. A fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés kvadratikus regresszióval történő vizsgálatának eredményei [a transzszekt kódja melletti csillagok száma a szignifikanciaszintet jelöli: p=0,05(\*) és p=0,01(\*\*)]

transzszekt	év	Á- NÉR kód	típus	p érték	korr. p érték	R <sup>2</sup>	intercept	BIOM - b	BIOM <sup>2</sup> - c
13BAP*	2013	-	parlag	<b>0,034</b>	1	0,158043	1,347493	0,001847	-3,60E-05
14BAG	2014	H5a	gyep	0,639	1	-0,03764	0,279754	0,023923	-0,00014
14BAP**	2014	-	parlag	<b>0,003</b>	0,303	0,293926	2,808059	-0,04068	0,00017
15BAP**	2015	-	parlag	<b>0,001</b>	<b>0,026</b>	0,408354	2,285585	-0,01579	4,27E-05
16BAG1	2016	H5a	gyep	0,738	1	-0,04847	1,221582	0,00654	-4,88E-05
16BAG2**	2016	H5a	gyep	<b>0,003</b>	0,303	0,287028	1,483796	0,002882	-3,94E-05
16BAG3	2016	H5a	gyep	0,743	1	-0,04893	2,369988	-0,01981	6,91E-05
16BAG4	2016	H5a	gyep	0,212	1	0,040933	-3,993	0,066852	-0,00022
16BAG5	2016	H5a	gyep	0,106	1	0,087259	-1,26127	0,037807	-0,00014
16BAG6	2016	H5a	gyep	0,597	1	-0,03262	-0,41177	0,019483	-6,78E-05
16BAG7	2016	H5a	gyep	0,313	1	0,013967	-0,83741	0,023024	-7,64E-05
16BAP**	2016	-	parlag	<b>0,005</b>	0,49	0,264842	1,286252	0,001878	-1,67E-05
17BAP_A	2017	-	parlag	0,127	1	0,075575	1,451346	-0,00032	-3,87E-05
17BAP_B	2017	-	parlag	0,06	1	0,123664	0,870297	0,01779	-0,0002
17BAP_K1	2017	-	gyep	0,818	1	-0,05616	1,324226	-0,02217	0,000804
17BAP_K2*	2017	-	gyep	<b>0,025</b>	1	0,177646	1,981156	-0,07993	0,001267
17BAG_A	2017	H5a	gyep	0,286	1	0,020312	0,419884	0,00449	-5,44E-06
17BAG_B**	2017	H5a	gyep	<b>0,002</b>	0,206	0,308517	0,833208	-0,00368	2,88E-05
17BAG_K1	2017	H5a	gyep	0,127	1	0,075638	-1,38136	0,116584	-0,00151
17BAG_K2	2017	H5a	gyep	0,691	1	-0,04351	0,37478	0,020016	-0,00022
18BAP	2018	-	parlag	0,298	1	0,017298	2,166416	-0,01686	6,18E-05
18BAG	2018	H5a	gyep	0,811	1	-0,05556	1,470304	-0,00953	3,75E-05
19BAP1**	2019	-	parlag	<b>0,001</b>	0,0517	0,378027	1,972392	-0,01876	4,75E-05
19BAP2	2019	-	parlag	0,829	1	-0,05713	0,925476	-0,00333	1,66E-05
19BAG*	2019	H5a	gyep	<b>0,04</b>	1	0,148564	1,013063	0,00594	-7,82E-06
19BAV	2019	-	vetett parlag	0,299	1	0,017136	0,616685	-0,00537	4,96E-05
20BAG1**	2020	H5a	gyep	<b>0,007</b>	0,665	0,250905	2,031359	-0,0121	-6,51E-05
20BAG2	2020	H5a	gyep	0,741	1	-0,04874	0,609194	0,027592	-0,0002
20BAP1	2020	H5a	parlag	0,773	1	-0,05192	1,426197	-0,02073	0,000309
20BAP2	2020	-	parlag	0,303	1	0,016139	0,841482	0,01915	-0,00016
20BAV	2020	-	vetett parlag	0,184	1	0,050687	0,129275	0,022368	-0,00011
21BAG1	2021	H5a	gyep	0,623	1	-0,0358	1,217696	0,002455	6,32E-06
21BAG2	2021	H5a	gyep	0,57	1	-0,02926	2,006178	-0,01138	4,08E-05
21BAP1*	2021	-	parlag	<b>0,013</b>	1	0,213612	3,061815	-0,04379	0,000221
21BAP2*	2021	-	parlag	<b>0,025</b>	1	0,176363	1,603987	-0,00147	-2,52E-05
22BAP1	2022	-	parlag	0,552	1	-0,02685	2,376946	-0,02886	0,000182
22BAP2	2022	-	parlag	0,309	1	0,014718	-0,3774	0,05346	-0,00043
22BAG	2022	H5a	gyep	0,458	1	-0,01328	2,449693	-0,02656	0,00017
13CSG	2013	G1	gyep	0,132	1	0,075756	1,446981	-0,00274	-1,58E-05
16DG	2016	F1b	gyep	0,18	1	0,051933	0,94335	0,007896	-3,97E-05
16DP	2016	-	parlag	0,288	1	0,019633	1,087677	0,004628	-5,94E-05
16EG	2016	G1	gyep	0,833	1	-0,05749	1,793366	0,01377	-6,31E-05



13FHG	2013	G1	gyep	0,871	1	-0,06094	1,185438	-0,01251	0,000221
14FHG1	2014	G1	gyep	0,438	1	-0,01012	0,61312	0,025929	-0,00053
14FHG2	2014	G1	gyep	0,712	1	-0,04571	1,481606	0,00024	-7,03E-05
16FHG	2016	G1	gyep	0,591	1	-0,03196	1,228769	0,007368	-0,00021
16FHP**	2016	-	parlag	<b>0,004</b>	0,39	0,28433	1,611283	0,006681	-6,02E-05
17FHG**	2017	G1	gyep	<b>0,005</b>	0,49	0,269737	-0,15817	0,066448	-0,0009
17FHP_A	2017	-	parlag	0,735	1	-0,04817	1,411633	-0,02021	0,000425
17FHP_B	2017	-	parlag	0,647	1	-0,03857	1,426078	-0,00622	3,92E-05
17FHP_K1*	2017	-	parlag	<b>0,043</b>	1	0,143755	1,644569	-0,01691	3,38E-05
17FHP_K2*	2017	-	parlag	<b>0,02</b>	1	0,188532	1,442734	0,041395	-0,00233
17FHG_A	2017	G1	gyep	0,703	1	-0,04479	1,024688	-0,00151	-1,76E-05
17FHG_B*	2017	G1	gyep	<b>0,03</b>	1	0,166261	1,042997	0,009962	-0,00035
17FHG_K1	2017	G1	gyep	0,344	1	0,007302	0,873156	-0,0428	0,001337
17FHG_K2	2017	G1	gyep	0,075	1	0,109874	0,658253	-0,04922	0,001161
19FHG	2019	G1	gyep	0,08	1	0,105258	0,749351	0,010667	-0,00011
19FHP**	2019	-	parlag	<b>0,002</b>	0,20	0,319617	1,415225	-0,01622	6,52E-05
20FHG	2020	G1	gyep	0,074	1	0,110571	0,885118	0,061902	-0,00241
20FHP	2020	-	parlag	0,077	1	0,108129	1,590851	0,003621	-0,00028
21FHG	2021	G1	gyep	0,077	1	0,10789	0,563584	0,063305	-0,00212
21FHP*	2021	-	parlag	<b>0,022</b>	1	0,18395	1,41181	0,004513	-0,00017
18GG	2018	G1	gyep	0,299	1	0,017095	0,456116	0,056231	-0,00063
14KPG	2014	H5b	gyep	0,469	1	-0,01499	2,218281	-0,01749	0,00011
16KPG1	2016	H5b	gyep	0,728	1	-0,04739	1,005669	0,03316	-0,00026
16KPG2	2016	H5b	gyep	0,055	1	0,129522	0,479342	0,05258	-0,00046
16KPG3	2016	H5b	gyep	0,638	1	-0,0376	3,710076	-0,05219	0,000329
16KPG4*	2016	H5b	gyep	<b>0,043</b>	1	0,143705	0,945381	0,016114	-0,00011
16KPG5	2016	H5b	gyep	0,839	1	-0,05809	1,342941	0,009561	-5,06E-05
16KPG6	2016	H5b	gyep	0,091	1	0,097342	4,146746	-0,03586	0,00012
16KPG7	2016	H5b	gyep	0,563	1	-0,02834	2,472199	-0,01479	5,99E-05
16KPP	2016	-	parlag	0,307	1	0,015327	1,230141	0,001114	-8,13E-06
17KPG_A	2017	H5b	gyep	0,919	1	-0,06496	1,546963	-0,002	1,96E-05
17KPG_B	2017	H5b	gyep	0,754	1	-0,05004	0,751776	0,016911	-0,00011
17KPG_K1	2017	H5b	gyep	0,311	1	0,014367	1,208228	0,018054	-0,00086
17KPG_K2	2017	H5b	gyep	0,701	1	-0,04454	2,200091	-0,08583	0,001918
17KPP_A*	2017	-	parlag	<b>0,016</b>	1	0,202846	1,614515	-0,00556	1,03E-06
17KPP_B*	2017	-	parlag	<b>0,021</b>	1	0,188051	1,026423	0,010844	-7,81E-05
17KPP_K1	2017	-	parlag	<b>0,035</b>	1	0,157569	1,21195	-0,00347	-0,0002
17KPP_K2	2017	-	parlag	<b>0,02</b>	1	0,190095	0,878742	0,040413	-0,00121
17KPG_KN	2017	H5b	gyep	<b>0,001</b>	0,10	0,353661	1,112114	0,014231	-0,0002
17KPG_KL*	2017	H5b	gyep	<b>0,015</b>	1	0,208072	2,68255	-0,01506	3,54E-05
17KPG_EL	2017	H5b	gyep	0,228	1	0,035933	1,526435	0,004694	-4,37E-05
17KPG_TL	2017	H5b	gyep	0,11	1	0,085057	1,276742	0,01002	-0,0001
17KPG_KA	2017	H5b	gyep	0,919	1	-0,06496	1,546963	-0,002	1,96E-05
18KPG_ENYL*	2018	H5b	gyep	<b>0,001</b>	<b>0,029</b>	0,402617	3,4304	-0,03479	0,000113
18KPG_KL	2018	H5b	gyep	0,465	1	-0,01446	1,488509	-0,00187	-1,10E-06
18KPG_EL*	2018	H5b	gyep	<b>0,012</b>	1	0,219256	2,463482	-0,01205	2,69E-05
18KPG_TL	2018	H5b	gyep	0,358	1	0,004438	0,428415	0,005181	-1,54E-05
16MHG	2016	H5b	gyep	0,125	1	0,076494	1,537898	-0,00187	-5,34E-06

16MHP*	2016	-	parlag	<b>0,021</b>	1	0,188219	2,041615	-0,00616	9,43E-06
15ORP_A	2015	D34	parlag	0,865	1	-0,06039	1,926109	0,000627	-1,86E-05
15ORP_B*	2015	D34	parlag	<b>0,019</b>	1	0,193294	5,46723	-0,08307	0,000461
16TCG1	2016	G1	gyep	0,42	1	-0,00705	1,64377	-0,01164	0,000116
16TCG2	2016	G1	gyep	0,209	1	0,041983	1,305939	0,026177	-0,00047
16TCP**	2016	-	parlag	<b>0,001</b>	<b>0,01</b>	0,43852	1,77597	0,001929	-2,69E-05
14TAG**	2014	H5a	gyep	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	0,512699	1,485884	0,007235	-7,44E-05
15TAG_A	2015	H5a	gyep	0,337	1	0,008735	3,163285	-0,02763	0,000122
15TAG_B	2015	H5a	gyep	0,172	1	0,055206	-1,73382	0,065803	-0,00031
15TAG_K1	2015	H5a	gyep	0,694	1	-0,04384	1,082497	0,023017	-0,00036
15TAG_K2	2015	H5a	gyep	0,538	1	-0,02504	2,134369	-0,04037	0,000522
16TAG1	2016	H5a	gyep	0,453	1	-0,01245	2,988105	-0,0273	0,000205
16TAG2	2016	H5a	gyep	0,853	1	-0,05929	1,736115	0,001376	-4,30E-06
16TAG3	2016	H5a	gyep	0,313	1	0,013878	1,930052	0,000712	-8,27E-06
16TAG4	2016	H5a	gyep	0,46	1	-0,01369	1,958072	-0,01282	5,34E-05
16TAG5	2016	H5a	gyep	0,229	1	0,03569	0,030318	0,020647	-8,40E-05
16TAG6**	2016	H5a	gyep	<b>0,006</b>	0,57	0,259843	0,499199	0,015323	-8,58E-05
16TAG7	2016	H5a	gyep	0,645	1	-0,03838	0,47381	0,010901	-4,68E-05
16TAP	2016	-	parlag	0,882	1	-0,06182	1,935401	0,001024	-1,57E-05

17. melléklet. A fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés lineáris regresszióval történő vizsgálatának eredményei [a transzsekt kódja melletti csillagok száma a szignifikanciaszintet jelöli:  $p=0,05(*)$  és  $p=0,01(**)$ ]

transzsekt	site	Á-NÉR kód	típus	p érték	korr. p érték	Adj, R2	intercept	BIOM - b
13BAP*	2013	-	parlag	0,017	1	0,15417	1,696094	-0,00577
14BAG	2014	H5a	gyep	0,649	1	-0,02701	1,362429	-0,00156
14BAP**	2014	-	parlag	0,001	0,105	0,298656	1,969669	-0,01611
15BAP**	2015	-	parlag	0,001	0,105	0,295021	1,779797	-0,00481
16BAG1	2016	H5a	gyep	0,471	1	-0,01578	1,626398	-0,00254
16BAG2**	2016	H5a	gyep	0,001	0,105	0,30322	2,116285	-0,00729
16BAG3	2016	H5a	gyep	0,994	1	-0,03448	0,98219	1,81E-05
16BAG4	2016	H5a	gyep	0,898	1	-0,03389	1,049715	0,000333
16BAG5	2016	H5a	gyep	0,148	1	0,038569	0,672163	0,003853
16BAG6	2016	H5a	gyep	0,907	1	-0,03398	0,994909	-0,0003
16BAG7	2016	H5a	gyep	0,305	1	0,002953	1,170512	-0,00193
16BAP**	2016	-	parlag	0,002	0,2	0,252625	1,573726	-0,00302
17BAP_A*	2017	-	parlag	0,043	1	0,104352	1,732892	-0,00716
17BAP_B*	2017	-	parlag	0,025	1	0,132053	1,867505	-0,01126
17BAP_K1	2017	-	parlag	0,63	1	-0,0261	1,072435	0,007633
17BAP_K2*	2017	-	parlag	0,029	1	0,124102	1,44408	-0,02333
17BAG_A	2017	H5a	gyep	0,111	1	0,05378	0,565878	0,002688
17BAG_B**	2017	H5a	gyep	0,002	0,2	0,265684	0,419533	0,003801
17BAG_K1	2017	H5a	gyep	0,85	1	-0,03319	0,818302	-0,00129
17BAG_K2	2017	H5a	gyep	0,578	1	-0,02333	0,687436	0,002488
18BAP	2018	-	parlag	0,133	1	0,044201	1,696282	-0,00556
18BAG	2018	H5a	gyep	0,911	1	-0,03403	0,857584	0,00016
19BAP1**	2019	-	parlag	0,001	0,105	0,312114	1,439522	-0,00651
19BAP2	2019	-	parlag	0,861	1	-0,03338	0,757546	0,000333
19BAG*	2019	H5a	gyep	0,011	1	0,176168	1,077552	0,004452
19BAV	2019	-	parlag	0,136	1	0,043255	0,153298	0,004482
20BAG1**	2020	H5a	gyep	0,001	0,105	0,275797	2,140283	-0,01756
20BAG2	2020	H5a	gyep	0,982	1	-0,03446	1,507931	8,19E-05
20BAP1	2020	H5a	parlag	0,509	1	-0,01877	0,8627	0,006385
20BAP2	2020	-	parlag	0,254	1	0,011744	1,548428	-0,00356
20BAV	2020	-	parlag	0,273	1	0,008158	0,842992	0,002886
21BAG1	2021	H5a	gyep	0,327	1	-0,00013	1,163245	0,00364
21BAG2	2021	H5a	gyep	0,294	1	0,004685	1,673172	-0,00389
21BAP1*	2021	-	parlag	0,028	1	0,126548	1,721419	-0,00784
21BAP2**	2021	-	parlag	0,007	0,651	0,19778	1,786793	-0,00601
22BAP1	2022	-	parlag	0,288	1	0,00562	1,714959	-0,00653
22BAP2	2022	-	parlag	0,383	1	-0,00726	1,524815	-0,00444
22BAG	2022	H5a	gyep	0,395	1	-0,00855	1,704627	-0,00328
13CSG*	2013	G1	gyep	0,043	1	0,107568	1,479619	-0,00441
16DG	2016	F1b	gyep	0,083	1	0,069259	1,716772	-0,0034
16DP	2016	-	parlag	0,205	1	0,022319	1,212302	-0,00338
16EG	2016	G1	gyep	0,84	1	-0,033	2,466156	0,000496
13FHG	2013	G1	gyep	0,653	1	-0,02719	1,125005	-0,00381

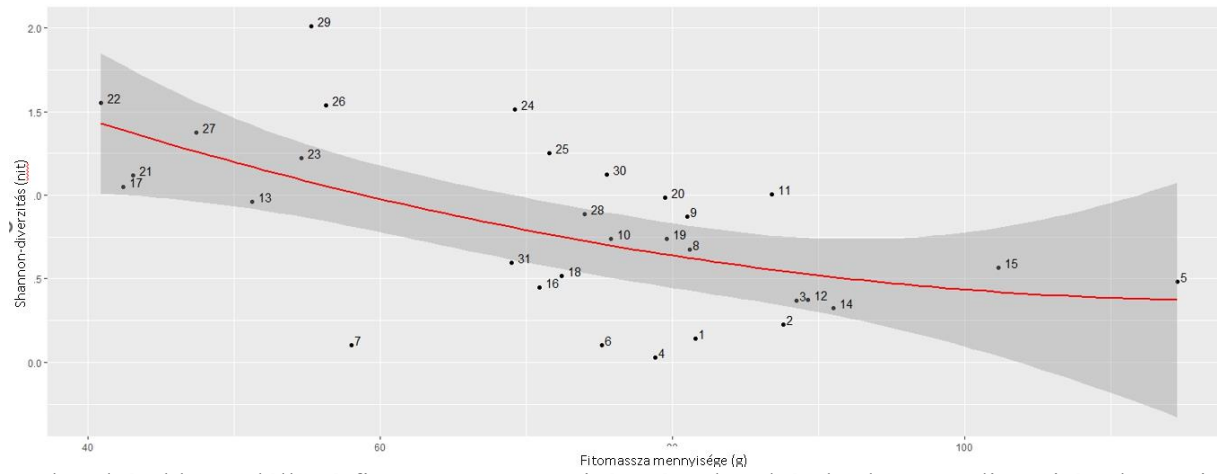
14FHG1	2014	G1	gyep	0,353	1	-0,00366	0,725062	0,006831
14FHG2	2014	G1	gyep	0,435	1	-0,01261	1,518697	-0,00372
16FHG	2016	G1	gyep	0,351	1	-0,00338	1,3957	-0,00536
16FHP*	2016	-	parlag	0,014	1	0,163507	1,881418	-0,00392
17FHG	2017	G1	gyep	0,188	1	0,026517	1,147281	-0,00613
17FHP_A	2017	-	parlag	0,962	1	-0,0344	1,219986	0,00027
17FHP_B	2017	-	parlag	0,357	1	-0,00412	1,394925	-0,00355
17FHP_K1*	2017	-	parlag	0,012	1	0,172477	1,618794	-0,01407
17FHP_K2*	2017	-	parlag	0,019	1	0,145822	1,839232	-0,02849
17FHG_A	2017	G1	gyep	0,401	1	-0,00916	1,042671	-0,00283
17FHG_B*	2017	G1	gyep	0,017	1	0,152045	1,297181	-0,01121
17FHG_K1	2017	G1	gyep	0,248	1	0,012774	0,796082	-0,01213
17FHG_K2*	2017	G1	gyep	0,041	1	0,105907	0,573385	-0,02229
19FHG	2019	G1	gyep	0,122	1	0,048851	0,961108	-0,00405
19FHP**	2019	-	parlag	0,002	0,2	0,262065	1,236115	-0,0066
20FHG	2020	G1	gyep	0,239	1	0,014651	1,306187	-0,01093
20FHP*	2020	-	parlag	0,039	1	0,108504	1,745831	-0,01157
21FHG	2021	G1	gyep	0,639	1	-0,02655	1,008904	-0,00432
21FHP*	2021	-	parlag	0,012	1	0,172399	1,648685	-0,01129
18GG	2018	G1	parlag	0,898	1	-0,03388	1,687312	-0,00083
14KPG	2014	H5b	gyep	0,628	1	-0,02597	1,686206	-0,00125
16KPG1	2016	H5b	gyep	0,659	1	-0,02746	2,159486	-0,00214
16KPG2*	2016	H5b	gyep	0,045	1	0,100944	2,612202	-0,01074
16KPG3	2016	H5b	gyep	0,471	1	-0,01576	2,003412	-0,00423
16KPG4*	2016	H5b	gyep	0,038	1	0,110611	1,983649	-0,00586
16KPG5	2016	H5b	gyep	0,909	1	-0,03401	1,795493	-0,00026
16KPG6	2016	H5b	gyep	0,154	1	0,036657	1,940506	-0,00289
16KPG7	2016	H5b	gyep	0,808	1	-0,03235	1,655011	-0,00048
16KPP	2016	-	parlag	0,152	1	0,037503	1,375269	-0,00131
17KPG_A	2017	H5b	gyep	0,692	1	-0,02879	1,413468	0,00131
17KPG_B	2017	H5b	gyep	0,994	1	-0,03448	1,410524	-2,17E-05
17KPG_K1	2017	H5b	gyep	0,147	1	0,038943	1,465778	-0,01272
17KPG_K2	2017	H5b	gyep	0,511	1	-0,0189	1,512612	-0,01091
17KPP_A**	2017	-	parlag	0,004	0,384	0,230313	1,606444	-0,00535
17KPP_B*	2017	-	parlag	0,036	1	0,113924	1,549559	-0,00388
17KPP_K1*	2017	-	parlag	0,01	0,92	0,181425	1,308079	-0,01428
17KPP_K2	2017	-	parlag	0,101	1	0,058516	1,296015	-0,01219
17KPG_KN**	2017	H5b	gyep	0,001	0,0501	0,326	1,979401	-0,01356
17KPG_KL**	2017	H5b	gyep	0,003	0,291	0,233131	2,367779	-0,00829
17KPG_EL	2017	H5b	gyep	0,11	1	0,053991	1,912449	-0,00401
17KPG_TL*	2017	H5b	gyep	0,048	1	0,098641	1,858418	-0,00647
17KPG_KA	2017	H5b	gyep	0,692	1	-0,02879	1,413468	0,00131
18KPG_ENYL**	2018	H5b	gyep	0,001	<b>0,021</b>	0,362264	2,152942	-0,00956
18KPG_KL	2018	H5b	gyep	0,212	1	0,020463	1,509314	-0,0022
18KPG_EL*	2018	H5b	gyep	0,011	1	0,173515	1,780663	-0,00293
18KPG_TL	2018	H5b	gyep	0,482	1	-0,01667	0,903583	-0,00068
16MHG*	2016	H5b	gyep	0,041	1	0,106884	1,642693	-0,00344
16MHP**	2016	-	parlag	0,005	0,47	0,212697	1,922825	-0,00383

15ORP_A	2015	D34	parlag	0,591	1	-0,02406	2,041457	-0,00238
15ORP_B*	2015	D34	parlag	0,022	1	0,139129	2,696007	-0,01026
16TCG1	2016	G1	gyep	0,248	1	0,012747	1,547905	-0,00375
16TCG2	2016	G1	gyep	0,297	1	0,004191	1,780226	-0,00562
16TCP**	2016	-	parlag	0,001	<b>0,011</b>	0,389222	2,042426	-0,00476
14TAG**	2014	H5a	gyep	0,001	<b>0,004</b>	0,428904	2,076715	-0,00678
15TAG_A	2015	H5a	gyep	0,847	1	-0,03313	1,715581	-0,00053
15TAG_B	2015	H5a	gyep	0,562	1	-0,02233	1,872941	-0,0019
15TAG_K1	2015	H5a	gyep	0,745	1	-0,03066	1,354758	0,002129
15TAG_K2	2015	H5a	gyep	0,336	1	-0,00146	1,666606	-0,00801
16TAG1	2016	H5a	gyep	0,341	1	-0,00206	1,895447	0,003194
16TAG2	2016	H5a	gyep	0,792	1	-0,03195	1,865257	-0,00021
16TAG3	2016	H5a	gyep	0,134	1	0,043959	2,110033	-0,0018
16TAG4	2016	H5a	gyep	0,548	1	-0,02145	1,115707	0,000989
16TAG5	2016	H5a	gyep	0,898	1	-0,03388	1,188052	0,000272
16TAG6**	2016	H5a	gyep	0,004	0,384	0,221717	1,725518	-0,00569
16TAG7	2016	H5a	gyep	0,515	1	-0,01923	1,245566	-0,00135
16TAP	2016	-	parlag	0,622	1	-0,0257	2,042667	-0,00165

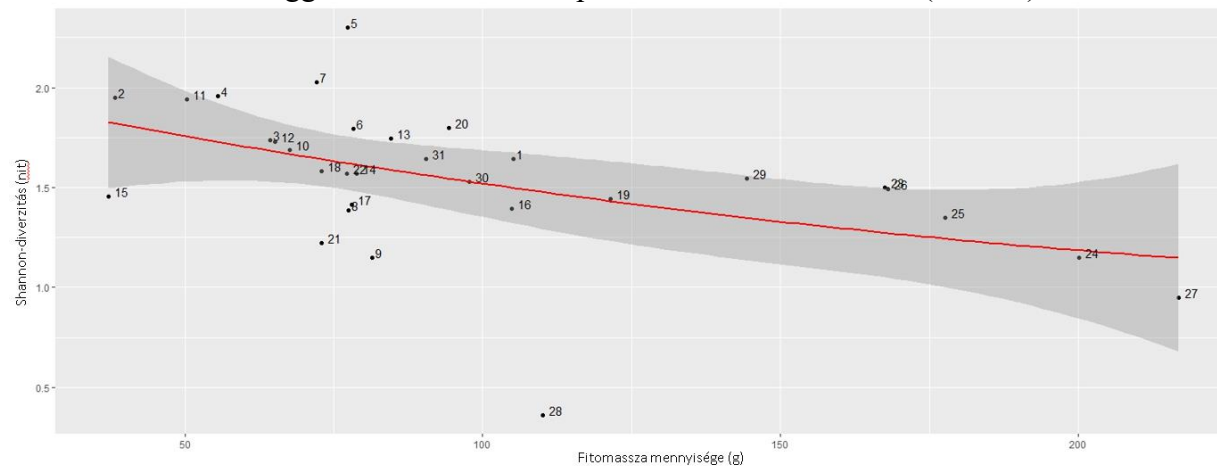
18. melléklet. A szignifikáns kvadratikus és a lineáris regresszió illeszkedésének vizsgálatai az  $R^2$  értékek összehasonlításával a diverzitások esetében

Transzszekt	$R^2$ kvadratikus regresszióval	$R^2$ lineáris regresszióval
13BAP	0,15417	0,158043
14BAP	0,298656	0,293926
15BAP	0,295021	0,408354
16BAG2	0,30322	0,287028
16BAP	0,252625	0,264842
17BAP_K2	0,124102	0,177646
17BAG_B	0,265684	0,308517
19BAP1	0,312114	0,378027
19BAG	0,176168	0,148564
20BAG1	0,275797	0,250905
21BAP1	0,126548	0,213612
21BAP2	0,19778	0,176363
16FHP	0,163507	0,28433
17FHP_K1	0,172477	0,143755
17FHP_K2	0,145822	0,188532
17FHG_B	0,152045	0,166261
19FHP	0,262065	0,319617
21FHP	0,172399	0,18395
16KPG4	0,110611	0,143705
17KPP_A	0,230313	0,202846
17KPP_B	0,113924	0,188051
17KPP_K1	0,181425	0,157569
17KPG_KN	0,326	0,353661
17KPG_KL	0,233131	0,208072
18KPG_ENYL	0,362264	0,402617
18KPG_EL	0,173515	0,219256
16MHP	0,212697	0,188219
15ORP_B	0,139129	0,193294
16TCP	0,389222	0,43852
14TAG	0,428904	0,512699
16TAG6	0,221717	0,259843

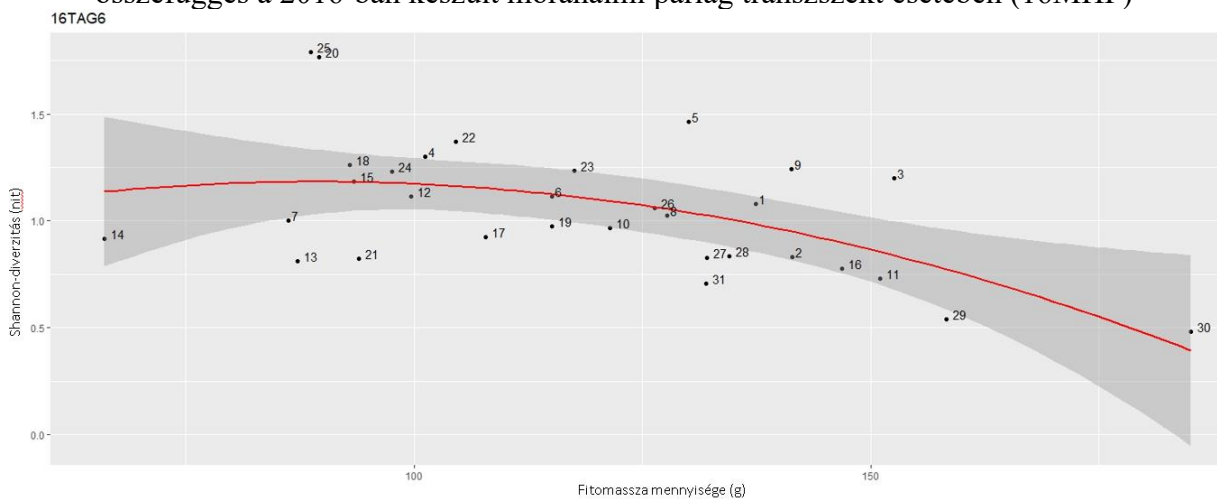
19. melléklet. A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés egyes mintaterületeken.



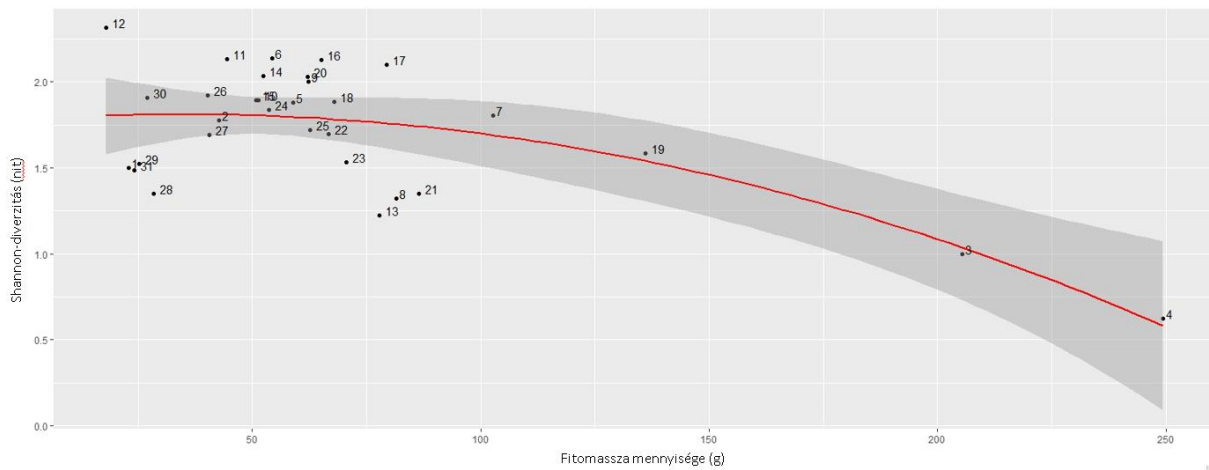
A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés a 2019-ben a fülpházi transzszekt esetében (14BAP)



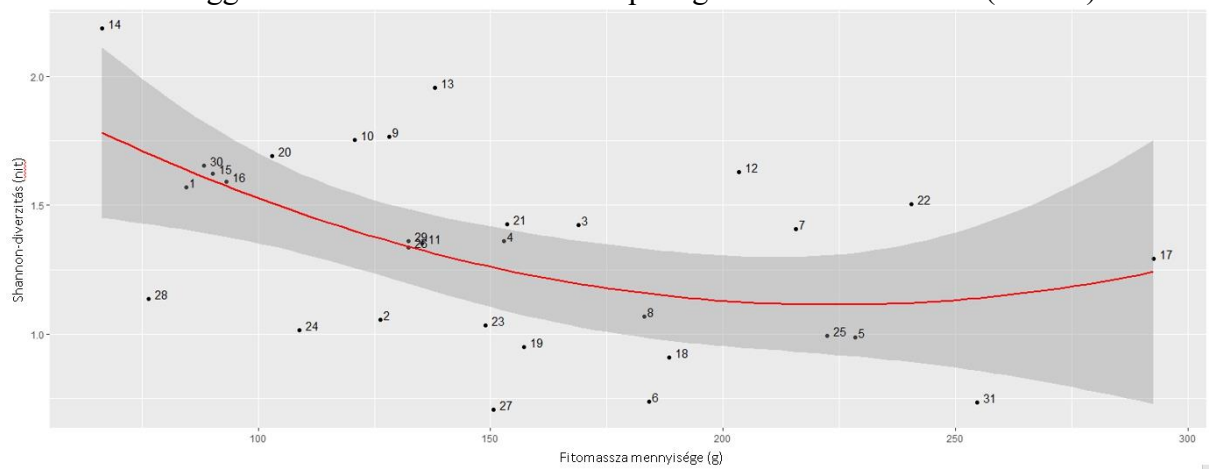
A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés a 2016-ban készült mórhalmi parlag transzszekt esetében (16MHP)



A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés a 2016-ban készült tiszalpäri gyp transzszekt esetében (16TAG6)



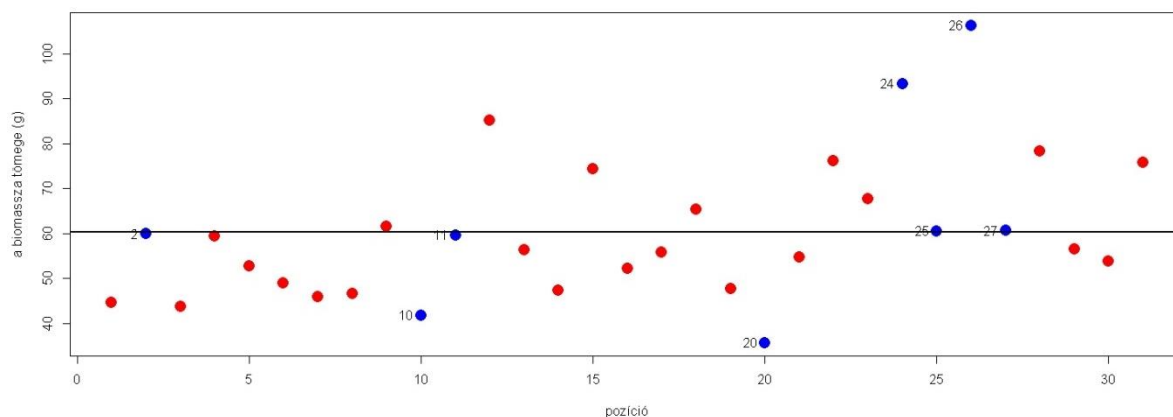
A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés a 2016-ban a Tecén készült parlag transzszekt esetében (16TCP)



A kvadrátokban található fitomassza mennyisége és a kvadrátok Shannon-diverzitása közötti összefüggés a 2017-ben a kunpeszéri erősen legelt gyepranszszekt esetében (17KPG\_EL)

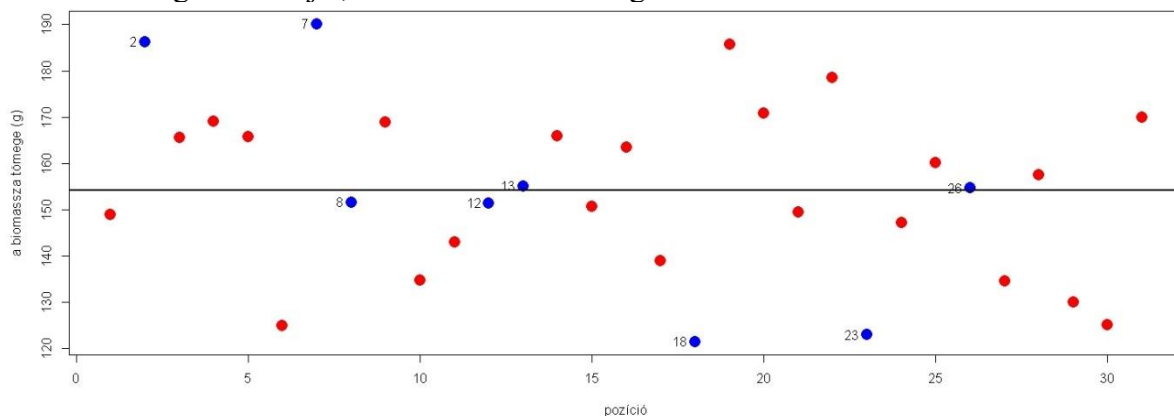


20. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a battonyai gyeperületen 2022-ben. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



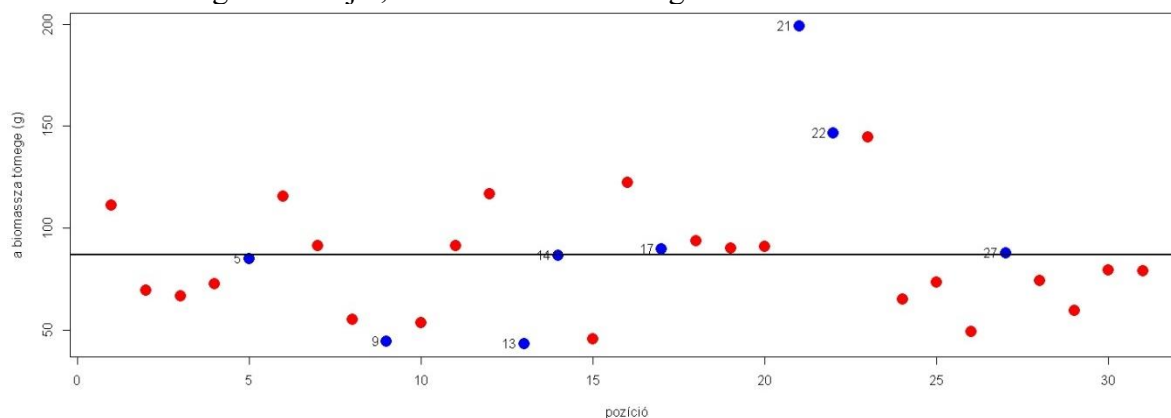
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
22BAG_10	Thymus glabrescens	25	Ch	G	Összfajszám a kvadrátban: 17 Kvadrát összborítása: 62,3% Vágásminta tömege: 41,81 g
22BAG_10	Stachys recta	8	H	G	
22BAG_10	Festuca valesiaca	5	H	C	
22BAG_10	Galium verum	5	H	DT	
22BAG_20	Cynodon dactylon	15	G	RC	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 38,1% Vágásminta tömege: 35,66 g
22BAG_20	Festuca valesiaca	15	H	C	
22BAG_20	Galium verum	5	H	DT	
22BAG_20	Carex praecox	2	H	G	
22BAG_24	Festuca valesiaca	35	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 10 Kvadrát összborítása: 80,4% Vágásminta tömege: 93,23 g
22BAG_24	Teucrium chamaedrys	15	Ch	G	
22BAG_24	Cynodon dactylon	10	G	RC	
22BAG_24	Galium verum	10	H	DT	
22BAG_26	Genista tinctoria	35	N	G	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 91,2% Vágásminta tömege: 106,25 g
22BAG_26	Festuca valesiaca	30	H	C	
22BAG_26	Salvia nemorosa	10	H	DT	
22BAG_26	Galium verum	8	H	DT	
22BAG_2	Festuca valesiaca	20	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 16 Kvadrát összborítása: 64,8% Vágásminta tömege: 59,88 g
22BAG_2	Cynodon dactylon	15	G	RC	
22BAG_2	Galium verum	10	H	DT	
22BAG_2	Teucrium chamaedrys	5	Ch	G	
22BAG_11	Festuca valesiaca	30	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 60,8% Vágásminta tömege: 59,67 g
22BAG_11	Galium verum	10	H	DT	
22BAG_11	Teucrium chamaedrys	8	Ch	G	
22BAG_11	Cynodon dactylon	4	G(H)	RC	
22BAG_25	Festuca valesiaca	20	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 56,1% Vágásminta tömege: 60,52 g
22BAG_25	Galium verum	20	H	DT	
22BAG_25	Teucrium chamaedrys	10	Ch	G	
22BAG_25	Salvia nemorosa	3	H	DT	
22BAG_27	Festuca valesiaca	35	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 69,1% Vágásminta tömege: 60,6 g
22BAG_27	Teucrium chamaedrys	20	Ch	G	
22BAG_27	Galium verum	5	H	DT	
22BAG_27	Knautia arvensis	3	H	DT	

21. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a battonyai gyeperületen 2016-ban. Az ábra alatt megadtam az ábrán kézzel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban kézzel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



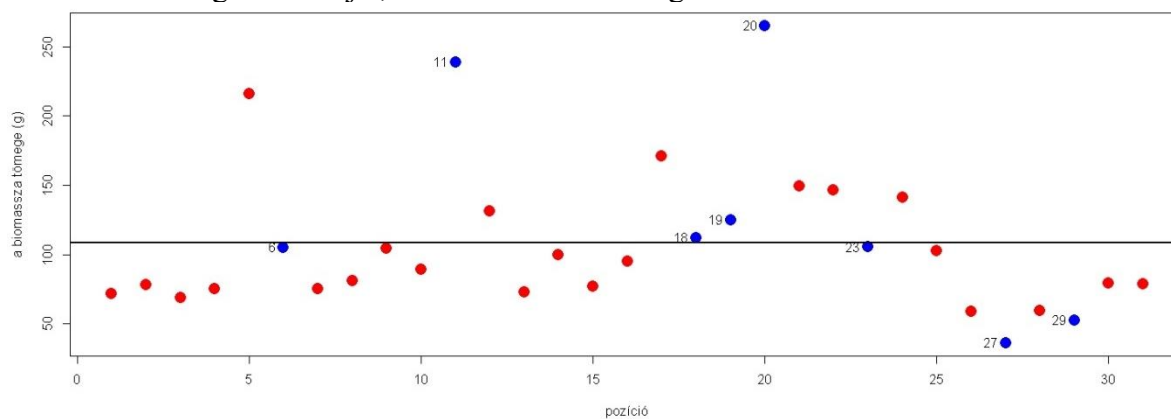
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
16BAG4_18	<i>Festuca valesiaca</i>	90	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 13 Kvadrát összborítása: 111,1% Vágásminta tömege: 121,4 g
16BAG4_18	<i>Agropyron intermedium</i>	5	G	DT	
16BAG4_18	<i>Galium verum</i>	4	H	DT	
16BAG4_18	<i>Cynodon dactylon</i>	2	G	RC	
16BAG4_23	<i>Festuca valesiaca</i>	100	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 121,7% Vágásminta tömege: 122,9 g
16BAG4_23	<i>Teucrium chamaedrys</i>	9	Ch	G	
16BAG4_23	<i>Fragaria viridis</i>	4	H	G	
16BAG4_23	<i>Thymus glabrescens</i>	3	Ch	G	
16BAG4_2	<i>Festuca valesiaca</i>	90	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 142,6% Vágásminta tömege: 186,2 g
16BAG4_2	<i>Teucrium chamaedrys</i>	35	Ch	G	
16BAG4_2	<i>Galium verum</i>	5	H	DT	
16BAG4_2	<i>Thymus glabrescens</i>	4	Ch	G	
16BAG4_7	<i>Festuca valesiaca</i>	100	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 128% Vágásminta tömege: 190,1 g
16BAG4_7	<i>Teucrium chamaedrys</i>	20	Ch	G	
16BAG4_7	<i>Agropyron intermedium</i>	3	G	DT	
16BAG4_7	<i>Carex praecox</i>	1	H	G	
16BAG4_8	<i>Festuca valesiaca</i>	90	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 15 Kvadrát összborítása: 138,1% Vágásminta tömege: 151,6 g
16BAG4_8	<i>Salvia nemorosa</i>	20	H	DT	
16BAG4_8	<i>Scirpus radicans</i>	10	G	NP	
16BAG4_8	<i>Koeleria cristata</i>	4	H	G	
16BAG4_12	<i>Festuca valesiaca</i>	110	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 136,6% Vágásminta tömege: 151,3 g
16BAG4_12	<i>Salvia nemorosa</i>	10	H	DT	
16BAG4_12	<i>Hypericum perforatum</i>	4	H	DT	
16BAG4_12	<i>Teucrium chamaedrys</i>	4	Ch	G	
16BAG4_13	<i>Festuca valesiaca</i>	80	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 120,2% Vágásminta tömege: 155 g
16BAG4_13	<i>Salvia nemorosa</i>	20	H	DT	
16BAG4_13	<i>Teucrium chamaedrys</i>	8	Ch	G	
16BAG4_13	<i>Fragaria viridis</i>	4	H	G	
16BAG4_26	<i>Festuca valesiaca</i>	80	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 131,1% Vágásminta tömege: 154,6 g
16BAG4_26	<i>Salvia nemorosa</i>	25	H	DT	
16BAG4_26	<i>Teucrium chamaedrys</i>	10	Ch	G	
16BAG4_26	<i>Agropyron intermedium</i>	4	G	DT	

22. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a battonyai parlag mintaterületen 2013-ban. Az ábra alatt megadtam az ábrán kézzel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban kézzel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



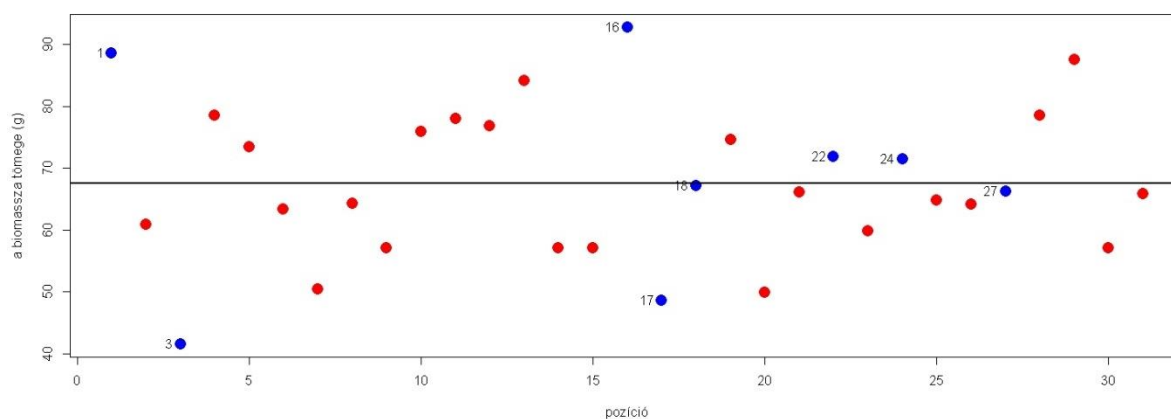
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
13BAP_9	Lathyrus tuberosus	20	H	W	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 50,5% Vágásminta tömege: 44,5 g
13BAP_9	Cirsium arvense	15	G	RC	
13BAP_9	Lactuca serriola	5	TH	W	
13BAP_9	Stenactis annua	5	Th	AC	
13BAP_13	Cirsium arvense	20	G	RC	Összfajszám a kvadrátban: 7 Kvadrát összborítása: 43,2% Vágásminta tömege: 43,2 g
13BAP_13	Stenactis annua	20	Th	AC	
13BAP_13	Bromus sterilis	1	Th	RC	
13BAP_13	Epilobium tetragonum	1	H	G	
13BAP_21	Bromus sterilis	100	Th	RC	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 100,7% Vágásminta tömege: 199,1 g
13BAP_21	Capsella bursa-pastoris	0,1	TH	W	
13BAP_21	Cerastium semidecandrum	0,1	Th	NP	
13BAP_21	Lactuca serriola	0,1	TH	W	
13BAP_22	Verbascum austriacum	80	TH	G	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 106,4% Vágásminta tömege: 146,7 g
13BAP_22	Stenactis annua	10	Th	AC	
13BAP_22	Veronica arvensis	10	Th	DT	
13BAP_22	Matricaria maritima	5	TH	W	
13BAP_5	Stenactis annua	30	Th	AC	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 68,1% Vágásminta tömege: 84,8 g
13BAP_5	Cirsium arvense	25	G	RC	
13BAP_5	Lactuca serriola	5	TH	W	
13BAP_5	Matricaria maritima	5	TH	W	
13BAP_14	Cirsium arvense	40	G	RC	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 81,3% Vágásminta tömege: 86,5 g
13BAP_14	Bromus sterilis	30	Th	RC	
13BAP_14	Stenactis annua	5	Th	AC	
13BAP_14	Medicago lupulina	3	TH	DT	
13BAP_17	Lathyrus tuberosus	30	H	W	Összfajszám a kvadrátban: 10 Kvadrát összborítása: 106,3% Vágásminta tömege: 89,7 g
13BAP_17	Matricaria maritima	30	TH	W	
13BAP_17	Bromus sterilis	20	Th	RC	
13BAP_17	Crepis setosa	10	Th	W	
13BAP_27	Matricaria maritima	30	TH	W	Összfajszám a kvadrátban: 13 Kvadrát összborítása: 67,2% Vágásminta tömege: 87,8 g
13BAP_27	Cirsium arvense	10	G	RC	
13BAP_27	Bromus sterilis	5	Th	RC	
13BAP_27	Epilobium tetragonum	5	H	G	

23. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a battoai parlag mintaterületen 2016-ban. Az ábra alatt megadtam az ábrán kékkel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban kékkel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



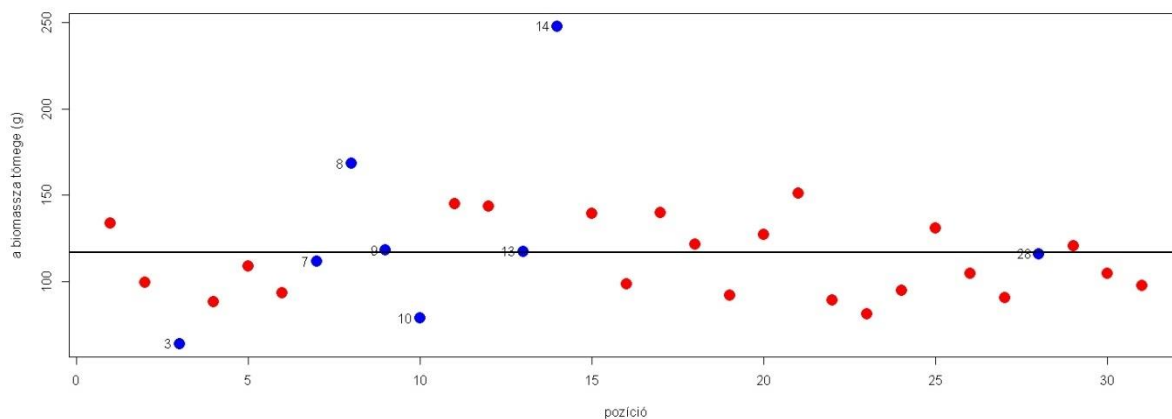
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
16BAP_27	<i>Crepis rheoadifolia</i>	90	Th	DT	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 119,3% Vágásminta tömege: 36,2 g
16BAP_27	<i>Cirsium arvense</i>	10	G	RC	
16BAP_27	<i>Lolium perenne</i>	8	H	DT	
16BAP_27	<i>Bromus mollis</i>	5	Th	DT	
16BAP_29	<i>Bromus sterilis</i>	35	Th	RC	Összfajszám a kvadrátban: 5 Kvadrát összborítása: 92% Vágásminta tömege: 52,5 g
16BAP_29	<i>Cirsium arvense</i>	35	G	RC	
16BAP_29	<i>Alopecurus pratensis</i>	20	H	C	
16BAP_29	<i>Crepis rheoadifolia</i>	1	Th	DT	
16BAP_11	<i>Calamagrostis epigeios</i>	180	H	RC	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 213,2% Vágásminta tömege: 238,8 g
16BAP_11	<i>Cirsium arvense</i>	12	G	RC	
16BAP_11	<i>Poa trivialis</i>	10	H	DT	
16BAP_11	<i>Convolvulus arvensis</i>	8	H-G	RC	
16BAP_20	<i>Calamagrostis epigeios</i>	130	H	RC	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 159,6% Vágásminta tömege: 265 g
16BAP_20	<i>Cirsium arvense</i>	18	G	RC	
16BAP_20	<i>Poa trivialis</i>	7	H	DT	
16BAP_20	<i>Cerastium pumilum</i>	2	Th	NP	
16BAP_6	<i>Calamagrostis epigeios</i>	60	H	RC	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 120,1% Vágásminta tömege: 105,1 g
16BAP_6	<i>Cirsium arvense</i>	28	G	RC	
16BAP_6	<i>Bromus sterilis</i>	20	Th	RC	
16BAP_6	<i>Lathyrus tuberosus</i>	10	H	W	
16BAP_18	<i>Festuca valesiaca</i>	60	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 106,7% Vágásminta tömege: 112,3 g
16BAP_18	<i>Cirsium arvense</i>	25	G	RC	
16BAP_18	<i>Bromus sterilis</i>	20	Th	RC	
16BAP_18	<i>Bromus japonicus</i>	1	Th	DT	
16BAP_19	<i>Calamagrostis epigeios</i>	75	H	RC	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 100,2% Vágásminta tömege: 124,8 g
16BAP_19	<i>Cirsium arvense</i>	20	G	RC	
16BAP_19	<i>Poa trivialis</i>	4	H	DT	
16BAP_19	<i>Crepis rheoadifolia</i>	1	Th	DT	
16BAP_23	<i>Bromus sterilis</i>	45	Th	RC	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 111,2% Vágásminta tömege: 105,4 g
16BAP_23	<i>Cirsium arvense</i>	40	G	RC	
16BAP_23	<i>Teucrium chamaedrys</i>	15	Ch	G	
16BAP_23	<i>Crepis rheoadifolia</i>	10	Th	DT	

24. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a battonyai parlag mintaterületen 2022-ben. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



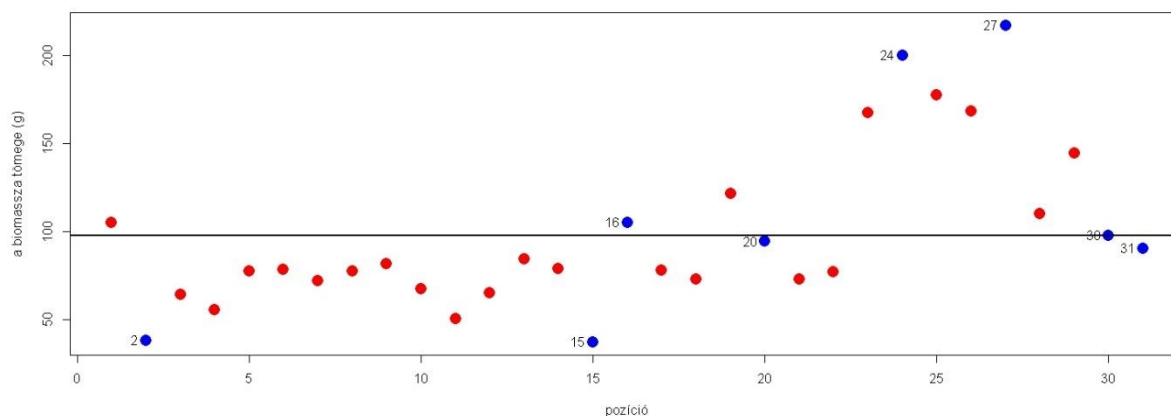
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
22BAP2_3	<i>Festuca valesiaca</i>	70	H	C	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 87,5% Vágásminta tömege: 41,56 g
22BAP2_3	<i>Alopecurus pratensis</i>	8	H	C	
22BAP2_3	<i>Trifolium striatum</i>	4	Th	NP	
22BAP2_3	<i>Calamagrostis epigeios</i>	2	H	RC	
22BAP2_17	<i>Festuca valesiaca</i>	40	H	C	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 70% Vágásminta tömege: 48,6 g
22BAP2_17	<i>Alopecurus pratensis</i>	8	H	C	
22BAP2_17	<i>Calamagrostis epigeios</i>	5	H	RC	
22BAP2_17	<i>Trifolium arvense</i>	5	Th	DT	
22BAP2_1	<i>Festuca valesiaca</i>	65	H	C	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 108% Vágásminta tömege: 88,56 g
22BAP2_1	<i>Alopecurus pratensis</i>	30	H	C	
22BAP2_1	<i>Calamagrostis epigeios</i>	4	H	RC	
22BAP2_1	<i>Galium verum</i>	2,5	H	DT	
22BAP2_16	<i>Verbascum austriacum</i>	45	TH	G	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 98% Vágásminta tömege: 92,75 g
22BAP2_16	<i>Festuca valesiaca</i>	40	H	C	
22BAP2_16	<i>Vicia hirsuta</i>	5	Th	DT	
22BAP2_16	<i>Vicia angustifolia</i>	3	Th	DT	
22BAP2_18	<i>Festuca valesiaca</i>	60	H	C	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 98% Vágásminta tömege: 67,19 g
22BAP2_18	<i>Vicia hirsuta</i>	20	Th	DT	
22BAP2_18	<i>Calamagrostis epigeios</i>	7	H	RC	
22BAP2_18	<i>Vicia angustifolia</i>	6	Th	DT	
22BAP2_22	<i>Calamagrostis epigeios</i>	35	H	RC	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 114% Vágásminta tömege: 71,87 g
22BAP2_22	<i>Vicia hirsuta</i>	30	Th	DT	
22BAP2_22	<i>Festuca valesiaca</i>	22	H	C	
22BAP2_22	<i>Picris hieracioides</i>	8	H	DT	
22BAP2_24	<i>Galium verum</i>	45	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 75% Vágásminta tömege: 71,47 g
22BAP2_24	<i>Vicia hirsuta</i>	10	Th	DT	
22BAP2_24	<i>Festuca valesiaca</i>	8	H	C	
22BAP2_24	<i>Teucrium chamaedrys</i>	5	Ch	G	
22BAP2_27	<i>Vicia hirsuta</i>	28	Th	DT	Összfajszám a kvadrátban: Kvadrát összborítása: 118% Vágásminta tömege: 66,25 g
22BAP2_27	<i>Convolvulus arvensis</i>	25	H-G	RC	
22BAP2_27	<i>Alopecurus pratensis</i>	20	H	C	
22BAP2_27	<i>Cirsium arvense</i>	20	G	RC	

25. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a mórhalmi gyep mintaterületen. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



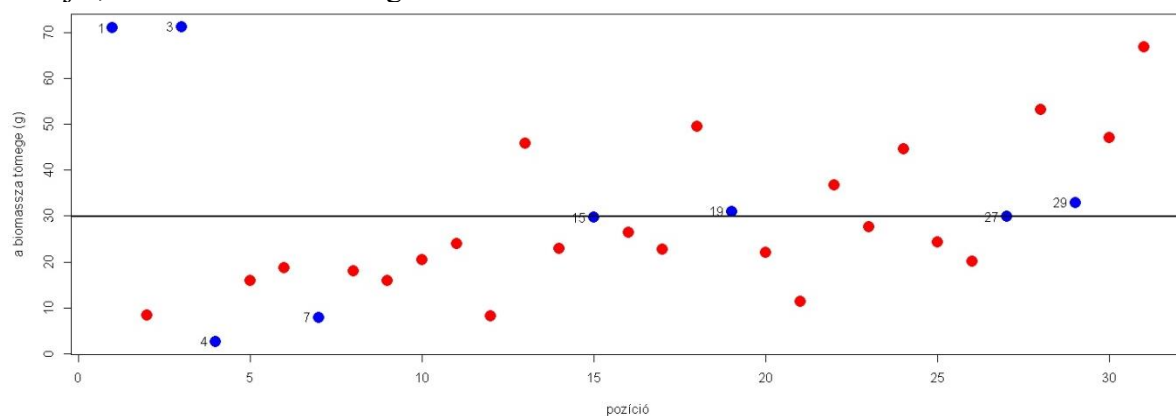
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
16MHG_3	Chrysopogon gryllus	60	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 129% Vágásminta tömege: 64 g
16MHG_3	Festuca rupicola	40	H	C	
16MHG_3	Medicago falcata	10	H	DT	
16MHG_3	Centaurea sadleriana	8	H	G	
16MHG_10	Chrysopogon gryllus	60	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 132,2% Vágásminta tömege: 78,8 g
16MHG_10	Festuca rupicola	30	H	C	
16MHG_10	Centaurea sadleriana	10	H	G	
16MHG_10	Galium verum	10	H	DT	
16MHG_8	Chrysopogon gryllus	140	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 163,7% Vágásminta tömege: 168,3 g
16MHG_8	Festuca rupicola	5	H	C	
16MHG_8	Galium verum	4	H	DT	
16MHG_8	Coronilla varia	4	H	DT	
16MHG_14	Chrysopogon gryllus	130	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 161,7% Vágásminta tömege: 247,7 g
16MHG_14	Galium verum	15	H	DT	
16MHG_14	Festuca rupicola	5	H	C	
16MHG_14	Coronilla varia	5	H	DT	
16MHG_7	Chrysopogon gryllus	100	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 136,2% Vágásminta tömege: 111,6 g
16MHG_7	Hypochoeris maculata	15	H	G	
16MHG_7	Festuca rupicola	8	H	C	
16MHG_7	Medicago falcata	5	H	DT	
16MHG_9	Centaurea sadleriana	40	H	G	Összfajszám a kvadrátban: 14 Kvadrát összborítása: 122% Vágásminta tömege: 118,1 g
16MHG_9	Festuca rupicola	40	H	C	
16MHG_9	Medicago falcata	20	H	DT	
16MHG_9	Chrysopogon gryllus	15	H	C	
16MHG_13	Chrysopogon gryllus	100	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 145,6% Vágásminta tömege: 117,5 g
16MHG_13	Festuca rupicola	15	H	C	
16MHG_13	Galium verum	10	H	DT	
16MHG_13	Melandrium album	5	Th	W	
16MHG_28	Chrysopogon gryllus	60	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 14 Kvadrát összborítása: 109,6% Vágásminta tömege: 116 g
16MHG_28	Carex liparicarpos	15	G	G	
16MHG_28	Salvia pratensis	15	H	G	
16MHG_28	Centaurea sadleriana	5	H	G	

26. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a mórhalmi parlag mintaterületen. Az ábra alatt megadtam az ábrán kékkel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban kékkel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
16MHP_2	Picris hieracioides	30	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 14 Kvadrát összborítása: 106,6% Vágásminta tömege: 38,3 g
16MHP_2	Achillea pannonica	25	H	DT	
16MHP_2	Medicago lupulina	20	Th	DT	
16MHP_2	Dactylis glomerata	10	H	DT	
16MHP_15	Senecio erucifolius	30	H	G	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 83,2 % Vágásminta tömege: 37,2 g
16MHP_15	Picris hieracioides	25	H	DT	
16MHP_15	Rhinanthus serotinus	20	Th	DT	
16MHP_15	Agropyron repens	3	G	RC	
16MHP_24	Calamagrostis epigeios	80	H	RC	Összfajszám a kvadrátban: 7 Kvadrát összborítása: 138% Vágásminta tömege: 200,1 g
16MHP_24	Poa angustifolia	38	H	DT	
16MHP_24	Dactylis glomerata	10	H	DT	
16MHP_24	Galium verum	3	H	DT	
16MHP_27	Calamagrostis epigeios	120	H	RC	Összfajszám a kvadrátban: 4 Kvadrát összborítása: 188% Vágásminta tömege: 216,9 g
16MHP_27	Galium verum	40	H	DT	
16MHP_27	Poa angustifolia	25	H	DT	
16MHP_27	Picris hieracioides	3	H	DT	
16MHP_16	Chrysopogon gryllus	80	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 147,5% Vágásminta tömege: 104,9 g
16MHP_16	Senecio erucifolius	25	H	G	
16MHP_16	Rhinanthus serotinus	18	Th	DT	
16MHP_16	Picris hieracioides	10	H	DT	
16MHP_20	Poa angustifolia	30	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 89,3% Vágásminta tömege: 94,3 g
16MHP_20	Senecio erucifolius	25	H	G	
16MHP_20	Dactylis glomerata	10	H	DT	
16MHP_20	Picris hieracioides	10	H	DT	
16MHP_30	Poa angustifolia	45	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 109% Vágásminta tömege: 97,8 g
16MHP_30	Calamagrostis epigeios	35	H	RC	
16MHP_30	Convolvulus arvensis	8	H-G	RC	
16MHP_30	Galium verum	7	H	DT	
16MHP_31	Poa angustifolia	50	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 139% Vágásminta tömege: 90,5 g
16MHP_31	Agropyron repens	40	G	RC	
16MHP_31	Cirsium arvense	15	G	RC	
16MHP_31	Convolvulus arvensis	15	H-G	RC	

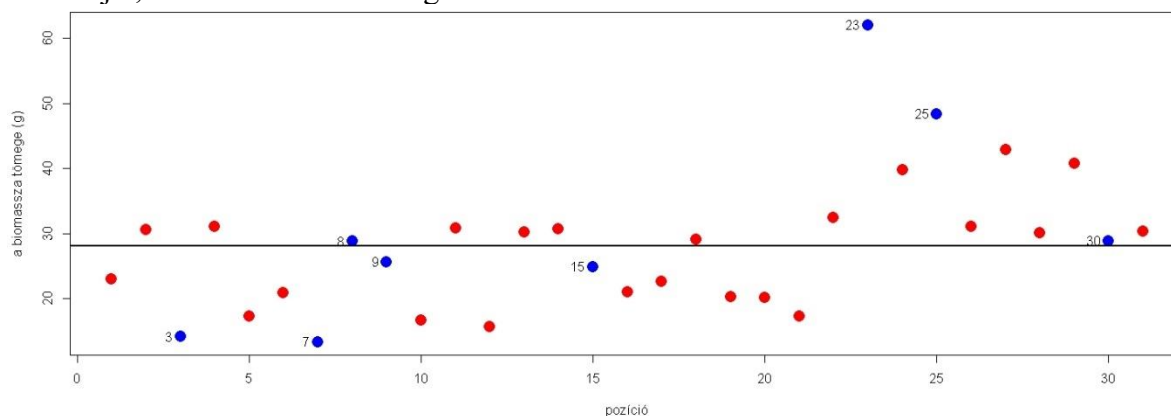
27. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a fülöpházi gyep mintaterületen. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
17FHG_A_4	<i>Festuca vaginata</i>	3	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 5 Kvadrát összborítása: 6% Vágásminta tömege: 2,58 g
17FHG_A_4	<i>Fumana procumbens</i>	1	N	S	
17FHG_A_4	<i>Secale sylvestre</i>	1	Th	NP	
17FHG_A_4	<i>Euphorbia seguieriana</i>	0,5	H	S	
17FHG_A_7	<i>Euphorbia seguieriana</i>	10	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 7 Kvadrát összborítása: 20,9% Vágásminta tömege: 7,86 g
17FHG_A_7	<i>Stipa borysthenica</i>	10	H	S	
17FHG_A_7	<i>Kochia laniflora</i>	0,5	Th	NP	
17FHG_A_7	<i>Festuca vaginata</i>	0,1	H	C	
17FHG_A_1	<i>Euphorbia seguieriana</i>	40	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 52,1% Vágásminta tömege: 71,03 g
17FHG_A_1	<i>Stipa borysthenica</i>	10	H	S	
17FHG_A_1	<i>Secale sylvestre</i>	1	Th	NP	
17FHG_A_1	<i>Carex liparicarpus</i>	0,5	G	G	
17FHG_A_3	<i>Euphorbia seguieriana</i>	30	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 64,9% Vágásminta tömege: 71,28 g
17FHG_A_3	<i>Stipa borysthenica</i>	25	H	S	
17FHG_A_3	<i>Alkanna tinctoria</i>	8	H	S	
17FHG_A_3	<i>Secale sylvestre</i>	1	Th	NP	
17FHG_A_15	<i>Festuca vaginata</i>	8	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 5 Kvadrát összborítása: 19,1% Vágásminta tömege: 29,66 g
17FHG_A_15	<i>Stipa borysthenica</i>	8	H	S	
17FHG_A_15	<i>Fumana procumbens</i>	2	N	S	
17FHG_A_15	<i>Secale sylvestre</i>	1	Th	NP	
17FHG_A_19	<i>Festuca vaginata</i>	20	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 5 Kvadrát összborítása: 22,2% Vágásminta tömege: 30,96 g
17FHG_A_19	<i>Euphorbia seguieriana</i>	1	H	S	
17FHG_A_19	<i>Stipa borysthenica</i>	1	H	S	
17FHG_A_19	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	0,1	Th	NP	
17FHG_A_27	<i>Festuca vaginata</i>	14	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 21,3% Vágásminta tömege: 29,84 g
17FHG_A_27	<i>Stipa borysthenica</i>	6	H	S	
17FHG_A_27	<i>Fumana procumbens</i>	1	N	S	
17FHG_A_27	<i>Acinos arvensis</i>	0,1	Th	NP	
17FHG_A_29	<i>Festuca vaginata</i>	25	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 10 Kvadrát összborítása: 32,6 % Vágásminta tömege: 32,88 g
17FHG_A_29	<i>Koeleria glauca</i>	5	H	C	
17FHG_A_29	<i>Acinos arvensis</i>	1	Th	NP	
17FHG_A_29	<i>Minuartia glomerata</i>	1	Th	G	

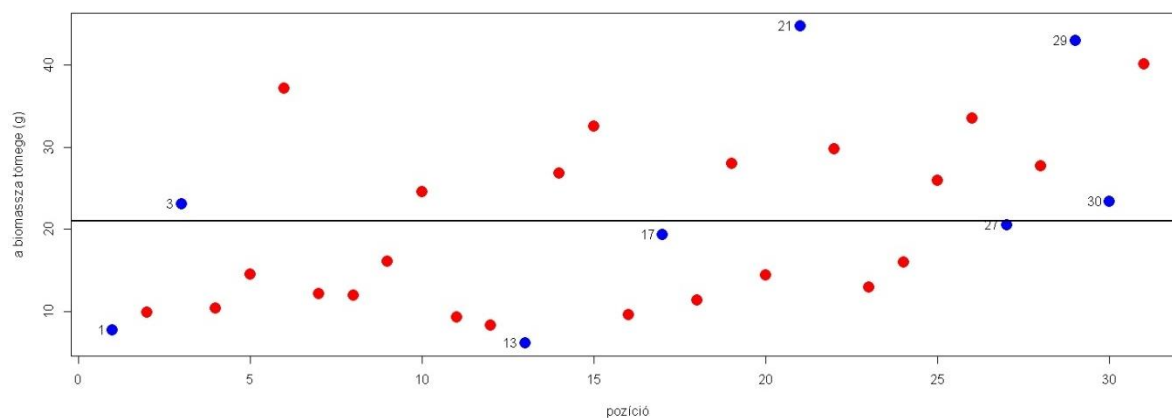


28. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a vácrátóti gyeper mintaterületen. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



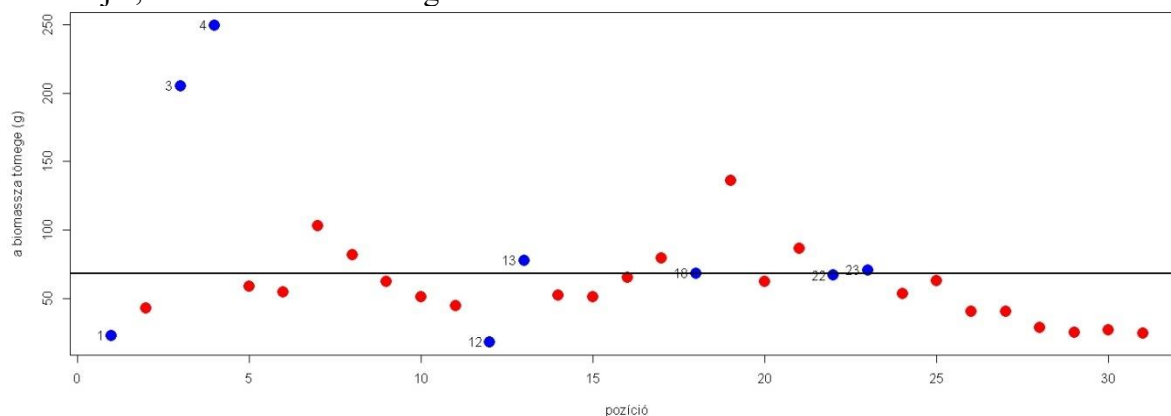
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
16TCG2_3	<i>Stipa borysthenica</i>	5	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 10 Kvadrát összborítása: 20,8 Vágásminta tömege: 14,12 g
16TCG2_3	<i>Festuca vaginata</i>	4	H	C	
16TCG2_3	<i>Cynodon dactylon</i>	3	G	RC	
16TCG2_3	<i>Medicago minima</i>	3	Th	G	
16TCG2_7	<i>Crepis rheoadifolia</i>	15	Th	DT	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 26% Vágásminta tömege: 13,3 g
16TCG2_7	<i>Festuca vaginata</i>	4	H	C	
16TCG2_7	<i>Cerastium semidecandrum</i>	2	Th	NP	
16TCG2_7	<i>Stipa borysthenica</i>	2	H	S	
16TCG2_23	<i>Stipa borysthenica</i>	33	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 7 Kvadrát összborítása: 45% Vágásminta tömege: 62,04 g
16TCG2_23	<i>Poa bulbosa</i>	6	H	NP	
16TCG2_23	<i>Festuca vaginata</i>	3	H	C	
16TCG2_23	<i>Silene conica</i>	3	Th	NP	
16TCG2_25	<i>Stipa borysthenica</i>	35	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 71% Vágásminta tömege: 48,41 g
16TCG2_25	<i>Festuca vaginata</i>	10	H	C	
16TCG2_25	<i>Crepis rheoadifolia</i>	8	Th	DT	
16TCG2_25	<i>Thymus glabrescens</i>	7	Ch	G	
16TCG2_8	<i>Festuca vaginata</i>	15	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 5 Kvadrát összborítása: 41% Vágásminta tömege: 28,78 g
16TCG2_8	<i>Stipa borysthenica</i>	15	H	S	
16TCG2_8	<i>Crepis rheoadifolia</i>	8	Th	DT	
16TCG2_8	<i>Cerastium semidecandrum</i>	2	Th	NP	
16TCG2_9	<i>Stipa borysthenica</i>	13	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 6 Kvadrát összborítása: 23% Vágásminta tömege: 25,61 g
16TCG2_9	<i>Poa bulbosa</i>	5	H	NP	
16TCG2_9	<i>Cerastium semidecandrum</i>	2	Th	NP	
16TCG2_9	<i>Silene conica</i>	2	Th	NP	
16TCG2_15	<i>Festuca vaginata</i>	18	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 10 Kvadrát összborítása: 35% Vágásminta tömege: 24,83 g
16TCG2_15	<i>Medicago minima</i>	3	Th	G	
16TCG2_15	<i>Poa bulbosa</i>	3	H	NP	
16TCG2_15	<i>Stipa borysthenica</i>	3	H	S	
16TCG2_30	<i>Stipa borysthenica</i>	18	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 64% Vágásminta tömege: 28,83 g
16TCG2_30	<i>Bothriochloa ischaemum</i>	13	H	DT	
16TCG2_30	<i>Silene conica</i>	10	Th	NP	
16TCG2_30	<i>Crepis rheoadifolia</i>	8	Th	DT	

29. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a fülöpházi parlag mintaterületen. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



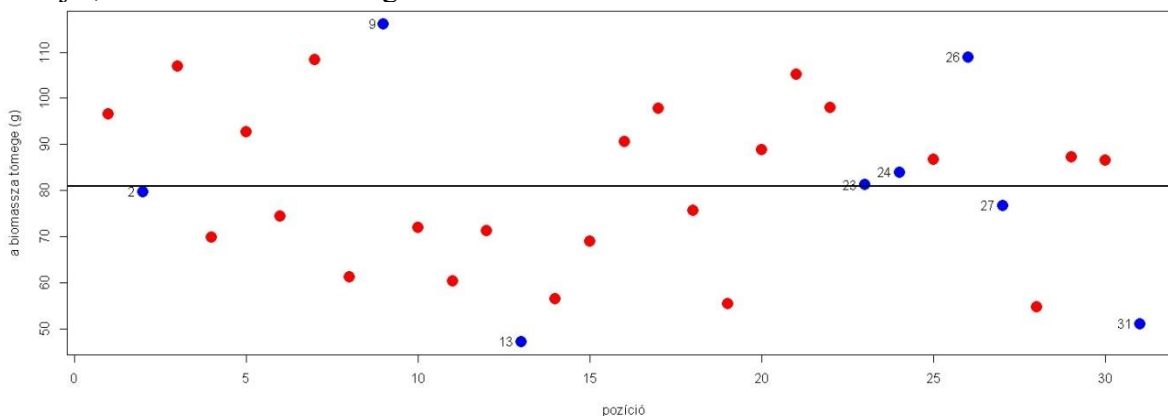
Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
17FHP_A_1	<i>Secale sylvestre</i>	8	Th	NP	Összfajszám a kvadrátban: 7 Kvadrát összborítása: 9,5% Vágásminta tömege: 7,74 g
17FHP_A_1	<i>Kochia laniflora</i>	1	Th	NP	
17FHP_A_1	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	0,1	Th	NP	
17FHP_A_1	<i>Bromus japonicus</i>	0,1	Th	DT	
17FHP_A_13	<i>Equisetum ramosissimum</i>	4	G	S	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 10,8% Vágásminta tömege: 6,13 g
17FHP_A_13	<i>Cynodon dactylon</i>	3	G	RC	
17FHP_A_13	<i>Secale sylvestre</i>	3	Th	NP	
17FHP_A_13	<i>Bromus japonicus</i>	0,1	Th	DT	
17FHP_A_21	<i>Eryngium campestre</i>	15	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 13 Kvadrát összborítása: 42,5% Vágásminta tömege: 44,74 g
17FHP_A_21	<i>Asclepias syriaca</i>	10	H	AC	
17FHP_A_21	<i>Euphorbia seguieriana</i>	10	H	S	
17FHP_A_21	<i>Secale sylvestre</i>	3	Th	NP	
17FHP_A_29	<i>Cynodon dactylon</i>	30	G	RC	Összfajszám a kvadrátban: 4 Kvadrát összborítása: 53% Vágásminta tömege: 42,97 g
17FHP_A_29	<i>Poa angustifolia</i>	10	H	DT	
17FHP_A_29	<i>Verbascum phlomoides</i>	8	TH	W	
17FHP_A_29	<i>Stipa borysthenea</i>	5	H	S	
17FHP_A_3	<i>Euphorbia seguieriana</i>	11	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 22,4% Vágásminta tömege: 23,1 g
17FHP_A_3	<i>Secale sylvestre</i>	5	Th	NP	
17FHP_A_3	<i>Cynodon dactylon</i>	2	G	RC	
17FHP_A_3	<i>Stipa borysthenea</i>	2	H	S	
17FHP_A_17	<i>Equisetum ramosissimum</i>	15	G	S	Összfajszám a kvadrátban: 15 Kvadrát összborítása: 23,6% Vágásminta tömege: 19,32 g
17FHP_A_17	<i>Koeleria glauca</i>	2	H	C	
17FHP_A_17	<i>Secale sylvestre</i>	2	Th	NP	
17FHP_A_17	<i>Crepis rheoadifolia</i>	1	Th	DT	
17FHP_A_27	<i>Asclepias syriaca</i>	8	H	AC	Összfajszám a kvadrátban: 12 Kvadrát összborítása: 16,4% Vágásminta tömege: 20,5 g
17FHP_A_27	<i>Cynodon dactylon</i>	2	G	RC	
17FHP_A_27	<i>Secale sylvestre</i>	2	Th	NP	
17FHP_A_27	<i>Bromus tectorum</i>	1	Th	DT	
17FHP_A_30	<i>Cynodon dactylon</i>	18	G(H)	RC	Összfajszám a kvadrátban: 13 Kvadrát összborítása: 21,4% Vágásminta tömege: 23,35 g
17FHP_A_30	<i>Crepis rheoadifolia</i>	1	Th	DT	
17FHP_A_30	<i>Poa angustifolia</i>	1	H	DT	
17FHP_A_30	<i>Euphorbia seguieriana</i>	0,5	H	S	

30. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a vácrátóti parlag mintaterületen. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
16TCP_1	<i>Medicago minima</i>	30	Th	G	Összfajszám a kvadrátban: 8 Kvadrát összborítása: 75% Vágásminta tömege: 22,86 g
16TCP_1	<i>Bromus tectorum</i>	25	Th	DT	
16TCP_1	<i>Cynodon dactylon</i>	8	G	RC	
16TCP_1	<i>Festuca vaginata</i>	4	H	C	
16TCP_12	<i>Galium verum</i>	8	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 14 Kvadrát összborítása: 44,8% Vágásminta tömege: 18,06 g
16TCP_12	<i>Berteroa incana</i>	7	Th	W	
16TCP_12	<i>Scorzonera austriaca</i>	7	H	S	
16TCP_12	<i>Crepis rheoadifolia</i>	5	Th	DT	
16TCP_3	<i>Artemisia campestris</i>	100	Ch	G	Összfajszám a kvadrátban: 5 Kvadrát összborítása: 152% Vágásminta tömege: 205,31 g
16TCP_3	<i>Medicago minima</i>	30	Th	G	
16TCP_3	<i>Bromus tectorum</i>	15	Th	DT	
16TCP_3	<i>Festuca vaginata</i>	4	H	C	
16TCP_4	<i>Artemisia campestris</i>	110	Ch	G	Összfajszám a kvadrátban: 7 Kvadrát összborítása: 127,5% Vágásminta tömege: 249,38 g
16TCP_4	<i>Bromus tectorum</i>	5	Th	DT	
16TCP_4	<i>Stipa borysthenica</i>	5	H	S	
16TCP_4	<i>Veronica spicata</i>	3	H	G	
16TCP_13	<i>Scabiosa ochroleuca</i>	60	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 9 Kvadrát összborítása: 128% Vágásminta tömege: 77,78 g
16TCP_13	<i>Medicago minima</i>	50	Th	G	
16TCP_13	<i>Vicia angustifolia</i>	8	Th	DT	
16TCP_13	<i>Phleum phleoides</i>	3	H	G	
16TCP_18	<i>Asclepias syriaca</i>	50	H	AC	Összfajszám a kvadrátban: 13 Kvadrát összborítása: 114% Vágásminta tömege: 67,99 g
16TCP_18	<i>Galium verum</i>	15	H	DT	
16TCP_18	<i>Poa angustifolia</i>	15	H	DT	
16TCP_18	<i>Calamagrostis epigeios</i>	10	H	RC	
16TCP_22	<i>Agropyron repens</i>	50	G	RC	Összfajszám a kvadrátban: 13 Kvadrát összborítása: 107% Vágásminta tömege: 66,72 g
16TCP_22	<i>Cynodon dactylon</i>	20	G	RC	
16TCP_22	<i>Potentilla arenaria</i>	15	H	G	
16TCP_22	<i>Galium verum</i>	5	H	DT	
16TCP_23	<i>Galium verum</i>	50	H	DT	Összfajszám a kvadrátban: 11 Kvadrát összborítása: 92% Vágásminta tömege: 70,56 g
16TCP_23	<i>Poa angustifolia</i>	18	H	DT	
16TCP_23	<i>Agropyron repens</i>	5	G	RC	
16TCP_23	<i>Festuca vaginata</i>	5	H	C	

31. melléklet: A standard mintavételi elrendezéssel felvett kvadrátokban mért biomassza tömeg a transzszekt mentén a nagyrákosi mintaterületen. Az ábra alatt megadtam az ábrán késsel jelölt, kiválasztott kvadrátok jellemző adatait (kvadrátokban előforduló 4 legnagyobb borítást elérő faj, a kvadrátokban lévő összes faj száma, a növényzet összborítása és a kvadrátból származó biomassza tömege). A táblázatban késsel és pirossal szerepelnek a transzszekt átlagos biomassza tömegétől legtávolabb eső 2-2 legalacsonyabb és legmagasabb biomassza tömegű kvadrátjai, illetve zölddel az átlag körül lévő 2-2 kvadrát.



Transzszekt	Fajnév	Borítás	Életforma	SBT	Kvadrát jellemzők
15ORP_A_13	Deschampsia caespitosa	30	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 15 Kvadrát összborítása: 91% Vágásminta tömege: 47,2 g
15ORP_A_13	Festuca rubra	15	H	C	
15ORP_A_13	Holcus lanatus	12	H	G	
15ORP_A_13	Ranunculus acris	10	H	G	
15ORP_A_31	Sanguisorba officinalis	70	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 13 Kvadrát összborítása: 106,1% Vágásminta tömege: 51,1 g
15ORP_A_31	Ranunculus acris	15	H	G	
15ORP_A_31	Holcus lanatus	5	H	G	
15ORP_A_31	Alopecurus pratensis	3	H	C	
15ORP_A_9	Sanguisorba officinalis	40	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 16 Kvadrát összborítása: 110,5% Vágásminta tömege: 116,1 g
15ORP_A_9	Trifolium campestre	15	Th	DT	
15ORP_A_9	Anthoxanthum odoratum	12	H	C	
15ORP_A_9	Deschampsia caespitosa	8	H	C	
15ORP_A_26	Holcus lanatus	30	H	G	Összfajszám a kvadrátban: 16 Kvadrát összborítása: 119,2% Vágásminta tömege: 108,9 g
15ORP_A_26	Sanguisorba officinalis	25	H	S	
15ORP_A_26	Ranunculus acris	15	H	G	
15ORP_A_26	Centaurea jacea	12	H	G	
15ORP_A_2	Sanguisorba officinalis	25	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 21 Kvadrát összborítása: 117% Vágásminta tömege: 79,7 g
15ORP_A_2	Cynosurus cristatus	15	Th	C	
15ORP_A_2	Deschampsia caespitosa	15	H	C	
15ORP_A_2	Festuca pratensis	10	H	C	
15ORP_A_23	Alopecurus pratensis	25	H	C	Összfajszám a kvadrátban: 14 Kvadrát összborítása: 78,6% Vágásminta tömege: 81,2 g
15ORP_A_23	Holcus lanatus	15	H	G	
15ORP_A_23	Ranunculus repens	10	H	DT	
15ORP_A_23	Sanguisorba officinalis	10	H	S	
15ORP_A_24	Sanguisorba officinalis	55	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 10 Kvadrát összborítása: 91,4% Vágásminta tömege: 84 g
15ORP_A_24	Holcus lanatus	25	H	G	
15ORP_A_24	Alopecurus pratensis	8	H	C	
15ORP_A_24	Festuca pratensis	1	H	C	
15ORP_A_27	Sanguisorba officinalis	45	H	S	Összfajszám a kvadrátban: 15 Kvadrát összborítása: 118,2% Vágásminta tömege: 76,7 g
15ORP_A_27	Ranunculus acris	20	H	G	
15ORP_A_27	Holcus lanatus	15	H	G	
15ORP_A_27	Deschampsia caespitosa	10	H	C	

32. melléklet: A battonyai parlag növényzetét alkotó 10 leggyakoribb faj átlagos borítása, szórása és Balázs-féle takarmányértéke az egyes vizsgálati években

Év	Fajnév	Tak,	átlag bor,	szórás	Év	Fajnév	Tak,,	átlag bor,	szórás
2013	<i>Cirsium arvense</i>	-3	21,84	23,84	2018	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	16,14	22,3
2013	<i>Erigeron annuus</i>	-2	9,2	14,04	2018	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	16	34,05
2013	<i>Bromus sterilis</i>	1	8,63	19,74	2018	<i>Bromus sterilis</i>	1	12,88	15,29
2013	<i>Matricaria maritima</i>	-1	7,12	9,75	2018	<i>Convolvulus arvensis</i>	-1	11,42	18,01
2013	<i>Cerast. semidecandrum</i>	1	4,61	11,87	2018	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	8,44	19,63
2013	<i>Lathyrus tuberosus</i>	2	4,23	13,84	2018	<i>Poa angustifolia</i>	5	7,96	22,3
2013	<i>Poa trivialis</i>	5	3,14	7,76	2018	<i>Cirsium arvense</i>	-3	4,99	6,99
2013	<i>Lactuca serriola</i>	-2	3,05	5,16	2018	<i>Festuca valesiaca</i>	3	3,85	13,54
2013	<i>Verbascum austriacum</i>	-1	2,58	14,37	2018	<i>Galium verum</i>	-1	3,32	13,49
2013	<i>Veronica arvensis</i>	0	2,27	5,76	2018	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,3	11,35
2014	<i>Bromus sterilis</i>	1	48,81	38,91	2019	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	16,43	34,55
2014	<i>Cirsium arvense</i>	-3	7,22	12,19	2019	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	16,18	22,68
2014	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	4,62	12,95	2019	<i>Bromus sterilis</i>	1	13,31	15,36
2014	<i>Poa angustifolia</i>	5	3,06	13,21	2019	<i>Convolvulus arvensis</i>	-1	11,3	18,31
2014	<i>Poa trivialis</i>	5	2,54	4,8	2019	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	8,72	19,9
2014	<i>Epilobium tetragonum</i>	-1	1,35	1,57	2019	<i>Poa angustifolia</i>	5	5,89	19,43
2014	<i>Cerast. semidecandrum</i>	1	1,2	2,14	2019	<i>Cirsium arvense</i>	-3	4,82	7,04
2014	<i>Myosotis ramosissima</i>	0	1,08	2,52	2019	<i>Festuca valesiaca</i>	3	3,65	13,73
2014	<i>Carduus acanthoides</i>	-3	0,87	2,42	2019	<i>Galium verum</i>	-1	3,43	13,71
2014	<i>Lathyrus tuberosus</i>	2	0,39	1,82	2019	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,41	11,53
2015	<i>Cirsium arvense</i>	-3	25,1	21,26	2020	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	16,74	22,87
2015	<i>Bromus sterilis</i>	1	13,16	12,51	2020	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	14,24	32,96
2015	<i>Carduus acanthoides</i>	-3	12,98	30,31	2020	<i>Bromus sterilis</i>	1	13,77	15,43
2015	<i>Poa trivialis</i>	5	8,98	6,81	2020	<i>Convolvulus arvensis</i>	-1	11,07	18,59
2015	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	2,26	12,57	2020	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	9,02	20,19
2015	<i>Viola arvensis</i>	0	1,65	1,43	2020	<i>Poa angustifolia</i>	5	5,58	19,69
2015	<i>Conyza canadensis</i>	-3	1,42	2,31	2020	<i>Cirsium arvense</i>	-3	4,12	6,03
2015	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	1,35	7,18	2020	<i>Festuca valesiaca</i>	3	3,67	13,97
2015	<i>Crepis setosa</i>	-1	1,16	2,81	2020	<i>Galium verum</i>	-1	3,55	13,94
2015	<i>Bromus japonicus</i>	0	1,08	1,17	2020	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,52	11,72
2016	<i>Bromus sterilis</i>	1	28,71	25,72	2021	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	17,34	23,05
2016	<i>Cirsium arvense</i>	-3	22,42	16,28	2021	<i>Bromus sterilis</i>	1	13,72	15,71
2016	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	21,87	44,62	2021	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	12,61	32,35
2016	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	8,7	19,89	2021	<i>Convolvulus arvensis</i>	-1	11,45	18,82
2016	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	6,39	13,51	2021	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	9,34	20,48
2016	<i>Festuca valesiaca</i>	3	4,61	11,83	2021	<i>Poa angustifolia</i>	5	5,78	20,03
2016	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,61	7,83	2021	<i>Cirsium arvense</i>	-3	3,91	6,03
2016	<i>Poa trivialis</i>	5	2,67	2,4	2021	<i>Festuca valesiaca</i>	3	3,79	14,21
2016	<i>Lathyrus tuberosus</i>	2	2,61	7,77	2021	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,65	11,91
2016	<i>Medicago lupulina</i>	5	2,19	8,13	2021	<i>Galium verum</i>	-1	3,64	14,18
2017	<i>Bromus sterilis</i>	1	28,83	26,15	2022	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	17,97	23,24
2017	<i>Cirsium arvense</i>	-3	22,9	16,33	2022	<i>Bromus sterilis</i>	1	13,79	16
2017	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	22,6	45,2	2022	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	13,07	32,87
2017	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	8,92	20,19	2022	<i>Convolvulus arvensis</i>	-1	11,87	19,04
2017	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	5,27	12,19	2022	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	9,69	20,79
2017	<i>Festuca valesiaca</i>	3	4,73	12,01	2022	<i>Poa angustifolia</i>	5	5,99	20,37
2017	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,73	7,93	2022	<i>Galium verum</i>	-1	3,78	14,44
2017	<i>Lathyrus tuberosus</i>	2	2,7	7,89	2022	<i>Cirsium arvense</i>	-3	3,76	6,09
2017	<i>Poa trivialis</i>	5	2,66	2,44	2022	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,71	12,14
2017	<i>Medicago lupulina</i>	5	2,27	8,26	2022	<i>Lolium perenne</i>	6	2,75	4,56
2018	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	16,14	22,3	2023	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	18,67	23,42
2018	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	16	34,05	2023	<i>Bromus sterilis</i>	1	14,32	16,08
2018	<i>Bromus sterilis</i>	1	12,88	15,29	2023	<i>Convolvulus arvensis</i>	-1	12,33	19,26
2018	<i>Convolvulus arvensis</i>	-1	11,42	18,01	2023	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1	10,88	31,45
2018	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	8,44	19,63	2023	<i>Crepis rhoeadifolia</i>	-1	10,06	21,11
2018	<i>Poa angustifolia</i>	5	7,96	22,3	2023	<i>Poa angustifolia</i>	5	6,21	20,75
2018	<i>Cirsium arvense</i>	-3	4,99	6,99	2023	<i>Galium verum</i>	-1	3,92	14,7
2018	<i>Festuca valesiaca</i>	3	3,85	13,54	2023	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,85	12,35
2018	<i>Galium verum</i>	-1	3,32	13,49	2023	<i>Cirsium arvense</i>	-3	3,83	6,2
2018	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	3,3	11,35	2023	<i>Lolium perenne</i>	6	2,85	4,62

33. melléklet: A battonyai gyepek növényzetét alkotó 10 leggyakoribb faj átlagos borítása, szórása és Balázs-féle takarmányértéke az egyes vizsgálati években

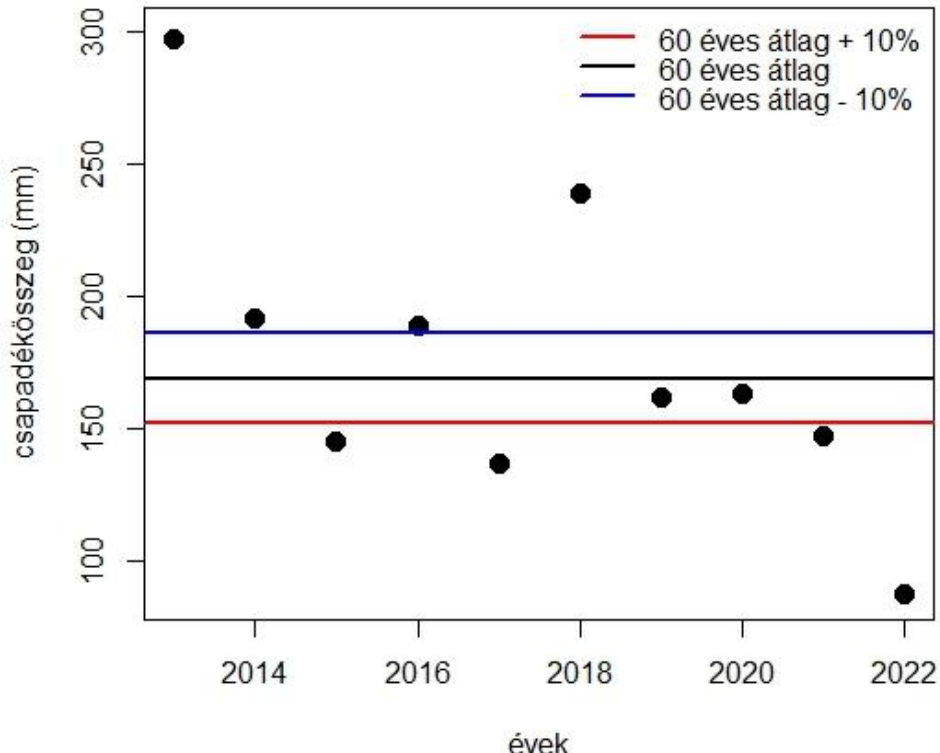
Év	Fajnév	Tak.	átlag	szórás	Év	Fajnév	Tak.	átlag bor.	szórás
2014	<i>Festuca valesiaca</i>	3	52,94	21,79	2020	<i>Festuca valesiaca</i>	3	43,3	21,77
2014	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	12,77	16,48	2020	<i>Galium verum</i>	-1	31,23	16,1
2014	<i>Salvia nemorosa</i>	2	7,32	11,73	2020	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	11,4	13,94
2014	<i>Galium verum</i>	-1	5,35	3,65	2020	<i>Salvia nemorosa</i>	2	7,3	13,51
2014	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	2,52	10,7	2020	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	6,6	9,48
2014	<i>Achillea pannonica</i>	2	1,61	1,99	2020	<i>Fragaria viridis</i>	2	3,81	4,07
2014	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	1,55	4,29	2020	<i>Genista tinctoria</i>	-2	3,2	10,19
2014	<i>Knautia arvensis</i>	1	1,32	1,6	2020	<i>Lathyrus tuberosus</i>	2	2,47	5,44
2014	<i>Fragaria viridis</i>	2	1,26	1,15	2020	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	2,08	4,81
2014	<i>Carex praecox</i>	1	1,23	1,06	2020	<i>Poa angustifolia</i>	5	1,88	1,38
2016	<i>Festuca valesiaca</i>	3	53,37	22,02	2021	<i>Festuca valesiaca</i>	3	43,76	22
2016	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	13,2	16,58	2021	<i>Galium verum</i>	-1	30,59	15,98
2016	<i>Salvia nemorosa</i>	2	6,97	11,76	2021	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	11,76	14,05
2016	<i>Galium verum</i>	-1	4,87	2,47	2021	<i>Salvia nemorosa</i>	2	7,45	13,73
2016	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	2,53	10,89	2021	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	6,76	9,61
2016	<i>Achillea pannonica</i>	2	1,67	2,01	2021	<i>Fragaria viridis</i>	2	3,83	4,14
2016	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	1,6	4,35	2021	<i>Lathyrus tuberosus</i>	2	2,55	5,51
2016	<i>Knautia arvensis</i>	1	1,3	1,62	2021	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	2,16	4,88
2016	<i>Fragaria viridis</i>	2	1,27	1,17	2021	<i>Poa angustifolia</i>	5	1,81	1,35
2016	<i>Linum austriacum</i>	-1	1,21	2,83	2021	<i>Genista tinctoria</i>	-2	1,59	5,16
2017	<i>Festuca valesiaca</i>	3	53,31	22,41	2022	<i>Festuca valesiaca</i>	3	25,32	12,31
2017	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	13,66	16,68	2022	<i>Galium verum</i>	-1	11,19	6,34
2017	<i>Salvia nemorosa</i>	2	6,34	11,45	2022	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	9,19	6,01
2017	<i>Galium verum</i>	-1	4,9	2,51	2022	<i>Genista tinctoria</i>	-2	3,37	8,8
2017	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	2,52	11,08	2022	<i>Cynodon dactylon</i>	2	3,06	4,89
2017	<i>Achillea pannonica</i>	2	1,72	2,02	2022	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	1,9	5,66
2017	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	1,66	4,42	2022	<i>Salvia nemorosa</i>	2	1,6	2,71
2017	<i>Fragaria viridis</i>	2	1,31	1,16	2022	<i>Thymus glabrescens</i>	-1	1	4,48
2017	<i>Linum austriacum</i>	-1	1,25	2,87	2022	<i>Eryngium campestre</i>	-3	0,87	3,19
2017	<i>Carex praecox</i>	1	1,21	1,08	2022	<i>Elymus hispidus</i>	3	0,83	1,05
2018	<i>Festuca valesiaca</i>	3	89,52	7,46	2023	<i>Festuca valesiaca</i>	3	25,83	12,18
2018	<i>Galium verum</i>	-1	11,42	6,21	2023	<i>Galium verum</i>	-1	11,07	6,41
2018	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	5,82	5,17	2023	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	9,17	6,11
2018	<i>Salvia nemorosa</i>	2	2,79	3,63	2023	<i>Genista tinctoria</i>	-2	3,48	8,93
2018	<i>Poa angustifolia</i>	5	1,27	0,59	2023	<i>Cynodon dactylon</i>	2	3	4,96
2018	<i>Fragaria viridis</i>	2	1,08	1,01	2023	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	1,97	5,74
2018	<i>Carex praecox</i>	1	1,06	0,53	2023	<i>Salvia nemorosa</i>	2	1,58	2,75
2018	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	1	1,19	2023	<i>Thymus glabrescens</i>	-1	1,03	4,55
2018	<i>Bromus inermis</i>	5	0,55	1,31	2023	<i>Eryngium campestre</i>	-3	0,9	3,24
2018	<i>Elymus hispidus</i>	3	0,25	0,5	2023	<i>Elymus hispidus</i>	3	0,86	1,05
2019	<i>Festuca valesiaca</i>	3	43,03	21,45					
2019	<i>Galium verum</i>	-1	31,68	16,02					
2019	<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	11,07	13,84					
2019	<i>Salvia nemorosa</i>	2	7,71	13,48					
2019	<i>Thymus pannonicus</i>	-1	6,39	9,4					
2019	<i>Fragaria viridis</i>	2	3,72	4,04					
2019	<i>Genista tinctoria</i>	-2	3,1	10,03					
2019	<i>Lathyrus tuberosus</i>	2	2,39	5,36					
2019	<i>Alopecurus pratensis</i>	4	2,11	4,74					
2019	<i>Poa angustifolia</i>	5	1,85	1,37					

34. melléklet. A fitomassza mennyisége és CV%-a, valamint a csapadékmennyiség közötti kapcsolatot vizsgáló ANOVA tesztek eredményei

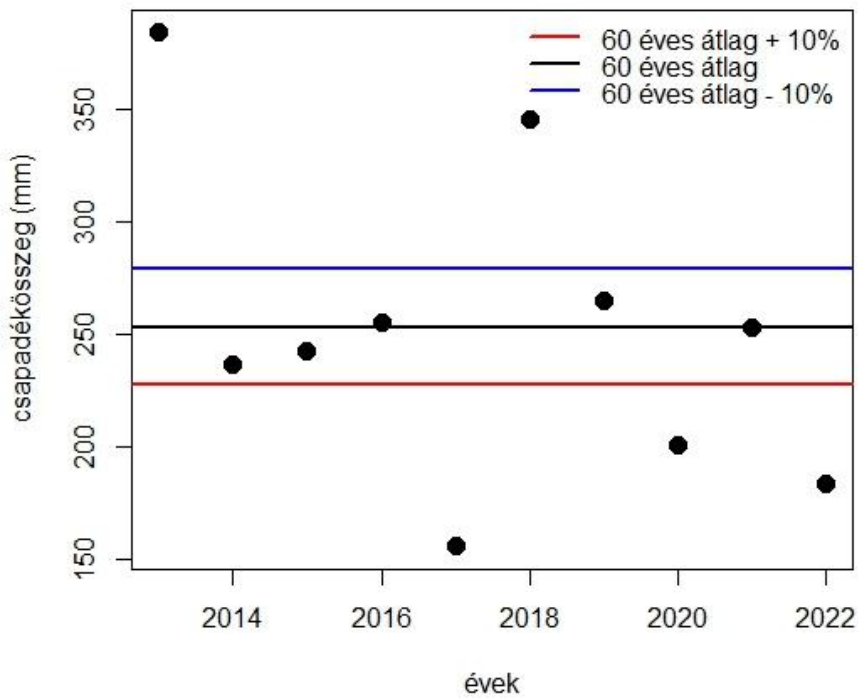
Gyep, biomassza tömeg CV%-a, 12 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	17,2	8,6	0,204	0,822
reziduálisok	5	211,1	42,23		
Gyep, biomassza tömeg CV%-a, 6 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	43,03	21,51	0,58	0,593
reziduálisok	5	185,3	37,06		
Gyep, biomassza tömeg CV%-a, 4 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	94,36	47,18	1,761	0,264
reziduálisok	5	133,97	26,79		
Gyep, biomassza tömeg átlaga, 12 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	675	337,5	0,144	0,87
reziduálisok	5	11744	2348,8		
Gyep, biomassza tömeg átlaga, 6 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	1474	737	0,337	0,729
reziduálisok	5	10945	2189		
Gyep, biomassza tömeg átlaga, 4 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	3033	1517	0,808	0,497
reziduálisok	5	9386	1877		
Parlag, biomassza tömeg átlaga, 12 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	731,7	365,9	1,343	0,321
reziduálisok	7	1906,8	272,4		
Parlag, biomassza tömeg átlaga, 6 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	893,1	446,6	1,791	0,235
reziduálisok	7	1745,5	249,4		
Parlag, biomassza tömeg átlaga, 4 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	1455	727,6	4,304	0,0604
reziduálisok	7	1183	169		
Parlag, biomassza tömeg CV%-a, 12 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	86,4	43,21	0,165	0,851
reziduálisok	7	1837,2	262,46		
Parlag, biomassza tömeg CV%-a, 6 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	846	423	2,748	0,132
reziduálisok	7	1078	154		
Parlag, biomassza tömeg CV%-a, 4 hónap	Df	SumSq	MeanSq	F-érték	Pr(>F)
év jellege	2	94,5	47,23	0,181	0,838
reziduálisok	7	1829,2	261,31		

35. melléklet. A vizsgált évek 4 és 6 havi csapadékösszegeinek viszonyulása a 60 éves átlagértékhez

### 4 havi csapadékösszeg



### 6 havi csapadékösszeg





36. melléklet. Az évek közötti szinkronitás alakulása a 4 és 6 hónapos csapadékösszeg, az átlagos biomassza tömeg, valamint a biomassza tömegének variációs koefficiense között a gyep és a parlag esetében

#### A 4 hónapos csapadékösszeg és az átlagos fitomasszatömeg alakulása a gyep transzszektekben

év	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	192	188,7	137	238,5	162	163,6	147,2	87,6
fitomassza mennyisége (g)	88,21	141,77	167,06	133,62	100,24	42,34	91,01	60,27

#### A 4 hónapos csapadékösszeg és a fitomasszatömeg CV%-ának alakulása a gyep transzszektekben

év	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	192	188,7	137	238,5	162	163,6	147,2	87,6
fitomassza CV%	20,44	15,91	14,7	13,52	28,27	22,21	14,32	26,18

#### A 4 hónapos csapadékösszeg és az átlagos fitomasszatömeg alakulása a parlag transzszektekben

év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	297,2	192	145,3	188,7	137	238,5	162	163,6	147,2	87,6
fitomassza mennyisége (g)	84,29	72,41	74,38	108,51	75,74	78,87	65,22	41,28	76,3	61,34

#### A 4 hónapos csapadékösszeg és a fitomasszatömeg CV%-ának alakulása a parlag transzszektekben

év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	297,2	192	145,3	188,7	137	238,5	162	163,6	147,2	87,6
fitomassza CV%	44,39	24,37	57,01	49,52	25,78	31,2	57,55	23,97	30,25	17,99

#### A 6 hónapos csapadékösszeg és az átlagos fitomasszatömeg alakulása a gyep transzszektekben

év	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	236,3	255,7	155,9	346,1	265	200,7	253,4	183,8
fitomassza mennyisége (g)	88,21	141,77	167,06	133,62	100,24	42,34	91,01	60,27

#### A 6 hónapos csapadékösszeg és a fitomasszatömeg CV%-ának alakulása a gyep transzszektekben

év	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	236,3	255,7	155,9	346,1	265	200,7	253,4	183,8
fitomassza CV%	20,44	15,91	14,7	13,52	28,27	22,21	14,32	26,18

#### A 6 hónapos csapadékösszeg és a fitomasszatömeg alakulása a parlag transzszektekben

év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	409,2	236,3	242,3	255,7	155,9	346,1	265	200,7	253,4	183,8
fitomassza mennyisége (g)	84,29	72,41	74,38	108,51	75,74	78,87	65,22	41,28	76,3	61,34

#### A 6 hónapos csapadékösszeg és az átlagos fitomasszatömeg CV%-ának alakulása a parlag transzszektekben

év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csapadékösszeg (mm)	409,2	236,3	242,3	255,7	155,9	346,1	265	200,7	253,4	183,8
fitomassza CV%	44,39	24,37	57,01	49,52	25,78	31,2	57,55	23,97	30,25	17,99