

SZAKDOLGOZAT

Fülöp-Pusztai Pupos Miklós

2024.



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

Természetvédelmi mérnöki alapképzési szak

**AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSA A ZSELICI ZONÁLIS
ERDŐTÁRSULÁSOKRA**

Belső konzulens: Dr. Somfalvi-Tóth Katalin
egyetemi adjunktus
MATE Kaposvári Campus,
Növénytermesztési- tudományok Intézet/
Agronómiai Tanszék

Belső konzulens: Dr. Pál-Fám Ferenc
egyetemi docens
MATE Kaposvári Campus,
Növénytermesztési- tudományok Intézet/
Agronómiai Tanszék

Készítette: Fülöp-Pusztai Pupos Miklós

Kaposvár

2024.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	5
2. Célkitűzés	6
3. Irodalmi áttekintés	7
3.1. Zselic bemutatása	7
3.1.1. Zselic földrajzi elhelyezkedése	7
3.1.2. Zselic talaja	8
3.1.3. Zselic éghajlata, éghajlati elemei	10
3.1.4. Zselic növényföldrajzi helye	13
3.2. A vizsgált területek zonális erdőtársulásainak jellemzése	13
3.2.1. Bükkösök jellemzése	14
3.2.1.1. Dél-Dunántúli dombvidéki bükkös jellemzése	14
3.2.1.1.1. Üde szagosmügés ezüsthársas bükkös (<i>Vicio-Fagetum somogyicum asperuletosum odoratae</i>)	14
3.2.2. Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek jellemzése	15
3.2.2.1. Illír gyertyános-tölgyesek jellemzése	16
3.2.2.1.1. Délnyugat-dunántúli gyertyános-kocsánytalan tölgyes	16
3.2.2.1.1.1. Félsszáraz bükkösös gyertyános tölgyes (<i>Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae</i>)	16
3.2.3. Cseres-kocsánytalan tölgyes jellemzése	17
3.2.3.1. Balkáni-cseres tölgyes jellemzése	17
3.2.3.1.1. Ezüsthársas cseres-tölgyesek (<i>Tilio argenteae-Quercetum petraeae-cerris</i>)	18
3.3. A zonális erdőtársulások állapotát befolyásoló tényezők	19
3.4. A zonális erdőtársulásokat és azokat alkotó fajok állapota, elterjedése nemzetközi kitekintésben	20
4. Anyag és módszer	23
4.1. Saját vizsgálat bemutatása	23
4.2. A meteorológiai indexek bemutatása	24
4.2.1. Pálfai-féle aszályossági index (PAI) (KOZÁK és mts., 2012)	24
4.2.2. Az ariditási index (FAI, Foresty Aridity Index)	27
4.2.3. Az Ellenberg-hányados (EQ)	29
4.3. Eredmények és értékelésük	29
4.3.1. A zselici zonális erdőtársulások elemzése fajdiverzitás, flóraelem szempontjából	29
4.3.1.1. Bükkösök elemzése	31
4.3.1.2. Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek elemzése	33
4.3.1.3. Cseres-kocsánytalan tölgyesek elemzése	37
4.3.2. Zonális erdőtársulások elemzése vízárték (Wz) szempontjából	41
4.3.3. Zonális erdőtársulások elemzése talajreakció érték (RZ) alapján	46
4.3.4. Zonális erdőtársulások elemzése hőérték (TZ) szempontjából	51
4.3.5. Zonális erdőtársulások elemzése természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából	56
4.3.6. Pálfai-féle aszályossági index (PAI) elemzése	61
4.3.7. Az ariditási index (FAI) elemzése	63
4.3.8. Az Ellenberg-hányados (EQ) elemzése	65
5. Javaslatok	68

6. Összefoglalás	71
7. Irodalomjegyzék	74
8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	81
8.1. Ábrák jegyzéke	81
8.2. Táblázatok jegyzéke	84
9. Mellékletek	85
Hallgatói nyilatkozat	88
Konzulensi nyilatkozat	89

1. Bevezetés

Már az 1800-as évek közepén felhívták a tudósok a figyelmet az üvegházhatású gázok melegítő hatására, azaz a globális éghajlatváltozás lehetőségére (HILTON, 2008). Azonban ennek az éghajlati változásnak az időpontját, mely az emberi társadalomra kihat, hibásan becsülték meg. Ennek oka az, hogy ők még nem érzékelhették azt a nagymértékű és fokozott dinamikájú ipari fejlődést, illetve üvegházhatású gázkibocsátás növekedést, ami azóta bekövetkezett.

Az éghajlatváltozás jeleként a felszíni globális átlaghőmérséklet nagymértékű emelkedése, illetve a csapadékrendszerek és egyéb tényezők változása hatással van Európa erdeire (MILAD, M., és mts. 2011). Ezeknek az erdei ökoszisztémáknak napjainkban újabb és újabb kihívásokkal kell megküzdeniük. Az éghajlatváltozás erdőkre gyakorolt hatásaként változásokat figyelhetünk meg a fajok elterjedésében, illetve alkalmazkodóképességében (LINDNER, M. és mts., 2010 és 2014). Azonban az éghajlatváltozás nem csak az egyes fajokat, hanem azok élőhelyeit is érinti (MILAD, és mts. 2011).

Szakedolgozatomban azt kívántam megvizsgálni, hogy vajon miként hat az éghajlatváltozás a zselici zonális erdőtársulásokra.

A Dél-Dunántúl jellegzetes dombvidékére, a Zselic területére a Péczely-féle klímaosztály szerint a mérsékelt meleg-nedves klíma a jellemző, mely mentes a szélsőértékektől. Napsütéses órák száma 2000 óra körüli, évi középhőmérséklet 10 °C körüli, mely megfelel a magyarországi átlagnak. A vegetációs időszak átlagos hőmérséklete 16,5 °C. A fagymentes időszak április 13-18-tól október 22-24-ig tart. Az évi legmagasabb csúcshőmérséklet átlagban általában 33,5 °C körüli, az évi minimum csúcshőmérséklet átlagban pedig -15 °C körüli. Közepesen magas az éves hőingás, télen gyakoriak a 0 °C alatti értékek, nyáron pedig a 30 °C felettiek. Az évi csapadékmennyiség 680-730 mm. Az országoshoz hasonlóan nincs abszolút domináns szélirány, leggyakrabban északi, északnyugati irányú a szélmozgás. A magasabban fekvő területeken szinte állandó a légmozgás, ahol nem kizárt a 80-100 km/h-ás szélsősebességi maximum sem (ÁBRAHÁM, és mts. 2018).

Magyarország genetikai talajtérképe alapján a Zselic dombvidékének két fő genetikai talajtípusa az agyagbemosódásos barna erdőtalaj, illetve Ramann-féle barna erdőtalaj.

A Zselicet úgy, mint Dél-Dunántúl részét SOÓ (1960) növényföldrajzi beosztása alapján az Illyricum flóratartományba, Praeillyricum flóravidékbe sorolhatjuk. BORHIDI (1984) követve PÓCS növényföldrajzi beosztása alapján önálló flórajárásként nem határozható meg, a Somogyicum flórajárásba tartozik bele.

A Zselic területén bükkösök (*Vicio-Fagetum somogyicum asperuletosum odoratae*), gyertyános-kocsánytalan tölgyesek (*Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae*) és cseres-kocsánytalan tölgyesek (*Potentillo micranthe-Quercetum dalechampii*), mint zonális erdőtársulások találhatóak meg. Ezen erdőtársulások fajainak összetételét, a fajok tulajdonságait [vízértékét (Wz), talajreakció értékét (Rz), hőértékét (TZ), természetvédelmi értékét (TVK)] vizsgáltam meg a cönológiai felmérem során. Majd összehasonlítást végeztem a BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések között.

Az éghajlatváltozás a zselici zonális erdőtársulásokra gyakorolt hatását olyan meteorológiai, mezőgazdasági, illetve erdőgazdálkodási indexekkel vizsgáltam, mint például a Páljai-féle aszályossági index (PAI), az ariditási index (FAI), és az Ellenberg-hányados (EQ).

A mezőgazdasági kultúrákra alkalmazható Páljai-féle aszályossági index (PAI) figyelembe veszi a hőségnapok számát, a csapadékidőszak hosszát, a talajvíz mélységét és a növények időben változó vízigényét, így az áprilistól augusztusig tartó időszak középhőmérsékletének és az októbertől augusztusig tartó időszak súlyozott csapadékösszegének hányadosaként lehet kiszámítani (PÁLFAI, 1990).

A Páljai-féle aszályossági index (PAI) és a szárazabb erdészeti tájakra érvényesített kritikus vízellátottsági mutató (VK, FÜHRER, JÁRÓ, 2000) együttesen jelenik meg az ariditási, másképpen az erdészeti aszályossági indexben (FAI, Foresty Aridity Index). Mely a kritikus hónapok (július – augusztus) átlaghőmérsékletének és a fő növekedési ciklus (május – július), valamint a kritikus hónapok (július – augusztus) csapadékösszegének arányát mutatja be (FÜHRER, és mts. 2011).

Végezetül pedig az Ellenberg-hányadost (EQ) vizsgáltam, mely olyan erdészeti index, ami alkalmas az egyes fafajok, mint például a bükk (*Fagus sylvatica*) és a tölgy (*Quercus* ssp.) elterjedésnek meghatározására. Ezen index a legmelegebb hónap (július) középhőmérsékletének és az éves csapadékmennyiségnek a hányadosaként lehet kiszámítani.

A szakdolgozatom elkészítése során miközben egyre több ismeretre tettem szert, egyre több kérdés fogalmazódott meg bennem. Ezekre a kérdésekre próbáltam meg választ adni, miközben az éghajlatváltozás hatását vizsgáltam a zselici zonális erdőtársulásokra.

2. Célkitűzés

Célkitűzésem volt, hogy (1) megvizsgáljam az éghajlatváltozás hatásait a zselici zonális erdőtársulásokon (bükkösön, gyertyános-kocsánytalan tölgyesen és a cseres-kocsánytalan tölgyesen), (2) felmérjem és összehasonlítsam az idővel bekövetkező változásokat, és végül (3) bemutassam az idővel bekövetkező változások mértékét.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Zselic bemutatása

3.1.1. Zselic földrajzi elhelyezkedése

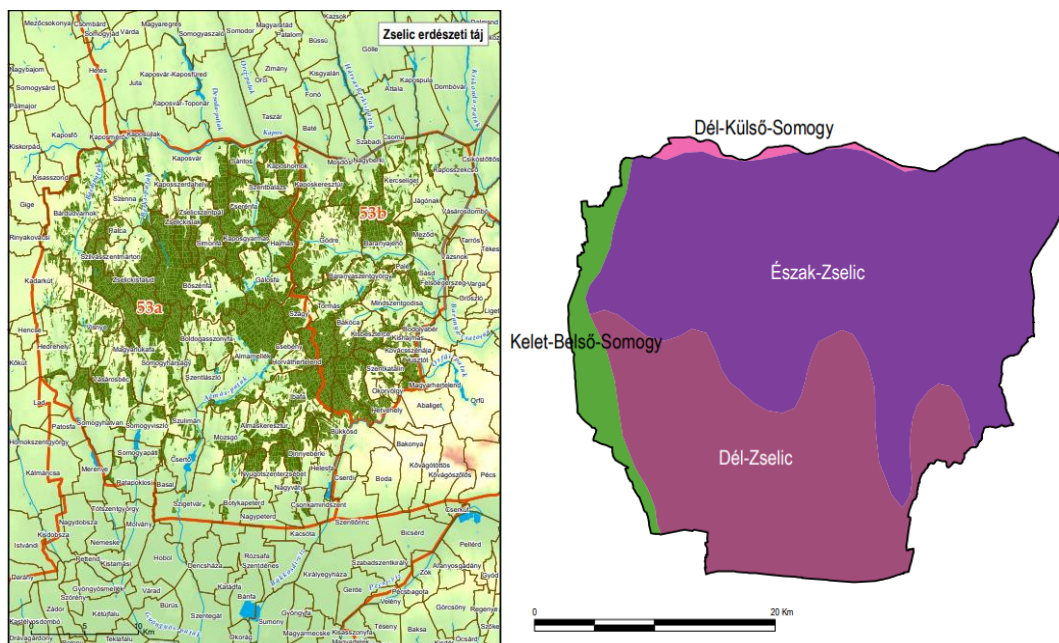
A Zselic (1. ábra jobbra) a Kápát-medence régiójában, Dunántúli-dombság nagytájon, Dél-Dunántúlon fekszik. A Dél-Dunántúl jellegzetes dombvidéke a maga 200-250 méter tengerszint feletti átlagos magasságával, melyet északról a Kapos folyó völgye határol Kisasszondtól Dombóvár településig. Nyugaton a Belső-Somogy pleisztocén homokvidékből kiemelkedő pannon dombok határolják (BORHIDI, 1984, 1. ábra balra). Ezt a határvonalat a felszínen lévő lösz és futóhomok érintkezési vonalával, hagyományosan pedig a Kaposfő, Bárdudvarnok, Kadarkút, Lad településen keresztül vezető műúttal szokás azonosítani (DÁVID, 2005). Délen a Zselic dombjai belesimulnak az Ormánság síkjába, így alapközeti határokat nehezen lehet meghúzni. Emiatt a Zselic déli határvonalait Lad, Szigetvár, Bükkösd vonalára tehetjük. Keleti határán természeti határvonalat nem találunk, belesimul az ú.n. Baranyai Hegyhátba. Ezért a Budapest-Pécs vasútvonal Dombóvár-Szentlőrinci szakasza Bükkösdig tekinthető a keleti határának.



1. ábra: Zselic vázlatos térképe BORHIDI alapján (balra) és Zselic mai térképe (jobbra)
(Forrás: balra BORHIDI, 1984, jobbra Copernicus Open Access Hub, saját munka QGIS
3.28.10, 2023)

Erdészeti szempontból a Dél-Dunántúli (VI) erdészeti tájsoporton belül a Kapos folyó völgyétől a Nagyalföld (I) tájsoport Dráva menti síkság (16) erdészeti tájáig elterülő nagy erdősültségű tájat nevezzük Zselicnek (FÜHRER, 2022). Melyen a termőhelyi adottságok miatt két tájrészletet tudunk elkülöníteni, ezek a Nyugat-Zselic (53a) és a Kelet-Zselic (53b) (2. ábra balra). FÜHRER és mts. (2022) alapján az erdészeti táj területe 1145,1 km², átlagos tengerszint feletti magassága 183 méter.

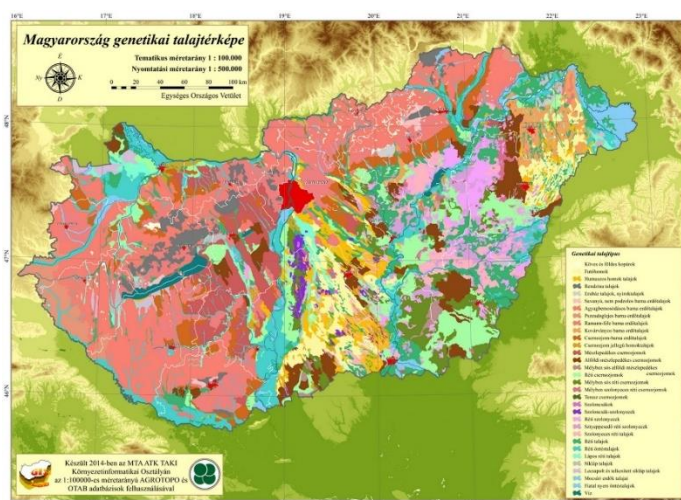
Ezen erdészeti táj 94%-a természet földrajzi besorolás szerint a Dunántúli-dombság földrajzi nagytáj Mecsek és Tolna–Baranyai-dombvidék középtájának Észak-Zselic kistájára (59%) illetve Dél-Zselic kistájra (39%) esik. 5%-a Belső-Somogy (Kelet-Belső-Somogy), 1%-a pedig Külső-Somogy (Dél-Külső-Somogy) középtájakon fekszik (FÜHRER, 2022) (MARROSI, SOMOGYI, 1990, 2. ábra jobbra).



2. ábra: A Zselic (53) erdészeti táj adattári erdőterületeinek helységhatáros elhelyezkedése (balra) és Természeti tájak földrajzi beosztása a Zselic erdészeti táj területén (jobbra) (Forrás: FÜHRER, 2022)

3.1.2. Zselic talaja

Magyarország genetikai talajtérképe (3. ábra) alapján a Zselic területén négy genetikai talajtípust lehet megkülönböztetni. Ezek a következők: agyagbemosódásos barna erdőtalaj, Ramann-féle barna erdőtalaj, réti talaj, lápos réti talaj.



3. ábra: Magyarország genetikai talajtérképe (Forrás: AGRO.bio Hungary Kft., 2023)

A talajok közül legelterjedtebb az agyagbemosódásos barna erdőtalaj, mely vályogos lösz alapközetben a Zselic jellemző zonális talajtípusának tekinthető, területi aránya több mint 60% (FÜHRER, 2022). E talajtípusra jellemző folyamat a mérsékelt kilúgzás, mely a felső talajrétegekből elmozdítja az agyagásványokat, de podzolképződéshez nem vezet. Két változatát különböztetjük meg; ezek közül egyik a homokos vályog, löszös üledéken kialakult barna erdőtalaj, mely a Zselic DNy-i peremén fordul elő keskeny sávban. Másik pedig a középkötött vályog, löszös üledéken kialakult barna erdőtalaj, mely a dombvidék túlnyomó részét borítja.

Az agyagbemosódásos barna erdőtalajt 8-10 cm vastag, 4-6%-os humusztartalmú A szint jellemzi. A kilúgzási (E) szint fakó, sárgásszürke, sárgásbarna, illetve barnásszürke árnyalatú, 8-15 cm vastag. Szerkezete szárazon poros, gyengén leveles. Fokozatosan megy át a felhalmozódási (B) szintbe. Az agyagásványok szétesése nem jellemző, csak másodlagos szerepű, fő folyamatként az agyag elmozdulását említhetnénk az alsóbb szintek felé, amelynek következtében a felhalmozódási szinthez viszonyítva háromnegyedére, felére csökken a kilúgzási szint agyagtartalma. A felhalmozódási (B) szint sötétebb, többnyire sötétbarna színű, diós szerkezetű. Vastagsága 60-120 cm-re tehető. Az agyagbemosódásos barna erdőtalajon az alapközet (C szint) leggyakrabban magas Ca-tartalmú, bázikus kémhatású löszös vályog.

Az északias kitettségű meredek lejtőkön az agyagbemosódásos erdőtalaj podzolos altípusa is kialakul, amelyben a felhalmozódási (B) szint agyagtartalma több mint kétszerese a kilúgzási (E) szintének. A kilúgzási szint pH-értéke kevesebb, mint 5.

Az agyagbemosódásos barna erdőtalajok vízgazdálkodás kitűnő, vízáteresztő-képessége közepes, víztartó-képessége jó. A termőrétegre számítható hasznosítható víz mennyisége Führer és munkatársai szerint eléri a 250 mm-t (FÜHRER, 2022). A magas szervesanyag-produkció következtében kiváló ezen talajok tápanyag-ellátottsága.

A második legelterjedtebb talajtípus a Ramann-féle barna erdőtalaj (barnaföld), melynek területi aránya közel 20%-os (FÜHRER, 2022). Főleg a Zselic ÉNy-i részén, a Kapos völgy feletti dombokon és a keleti Zselicben található. E Ramann-féle barna erdőtalaj kilúgzási (E) szintje csak színében tér el a felhalmozódási (B) szinttől, agyagtartalmában, agyagminőségében nem különbözik. Az A szint barnás színű, 30-40 cm vastag, magas (3-4%) humusztartalommal. B szint vörösesbarna színű, erősen diós szerkezetű. Kémhatása semlegesbe hajló, pH-értéke 6,3-6,5. A kicserélődő kationok közül a Ca az uralkodó, az Fe pedig komplexen oldható.

A Ramann-féle barna erdőtalaj vízgazdálkodás kedvező, vízáteresztő-képessége közepes, víztartó-képessége jó. A tápanyag-ellátottsága szintén kedvező. FÜHRER és mts (2022) alapján

termőrétegük 60-80 cm vastagságú (FÜHRER, 2022). Mezőgazdasági művelésre alkalmasak a Ramann-féle barna erdőtalajjal rendelkező területek.

A harmadikként elterjedt talajtípus a fekete színű réti talaj, melynek területi aránya 14% (FÜHRER, 2022), mely elsősorban a dombok között fekvő völgyekben, patakok mentén található. Az A szintjük humuszban gazdag, szemcsés, morzsalékos szerkezetű. B szintje sötétfekete, hasábos, gyakran rozsdá-, vasfoltokkal, alján szürkés-kék glejesedő csíkokkal. A humusztartalom a felső szintben 4-5 %-os, az alsóbb rétegekben csökkenő tendenciájú. Kémhatása mérsékelten savanyú. A patakmedrek mentén erőteljes sztyepesedési folyamat figyelhető meg, szürkésbarna színezetű, morzsalékos szerkezetű feltalajjal.

Nem utolsó sorban pedig a Kapos folyó völgyében lápos réti agyagtalajt találunk. Ez a talajtípus a dombvidék szélein alacsonyabb fekvésű széles völgyekre is jellemző. A lápos réti agyagtalaj felső szintje magas humusztartalmú, morzsalékos szerkezetű. A humuszos szint alján glejesedés és rozsdakiválás figyelhető meg. FÜHRER és mts. (2022) szerint vízgazdálkodásukra az időszakos túlnedvesség jellemző, ezt leszámítva azonban kedvező vízgazdálkodásúak, tápanyag-gazdálkodásuk közepes (FÜHRER, 2022).

3.1.3. Zselic éghajlata, éghajlati elemei

Mivel dolgozatomban az éghajlati elemek változását kívántam vizsgálni, ezért mind a régmúlt, mind pedig a legújabb adatok alapján készült éghajlati jellemzést tekintettem át, továbbá állítottam szembe egymással.

Általános jellemzőként ZÓLYOMI (1942) alapján megállapítható, hogy a Zselicre a mérsékelten meleg, egyenletes évi csapadékeloszlású, továbbá szubmediterrán jelleget kifejező kettős őszi-tavaszi csapadékmaximummal rendelkező éghajlat jellemző. Méréseik alapján nyári arid (száraz) periódus csak ritkán jelentkezik.

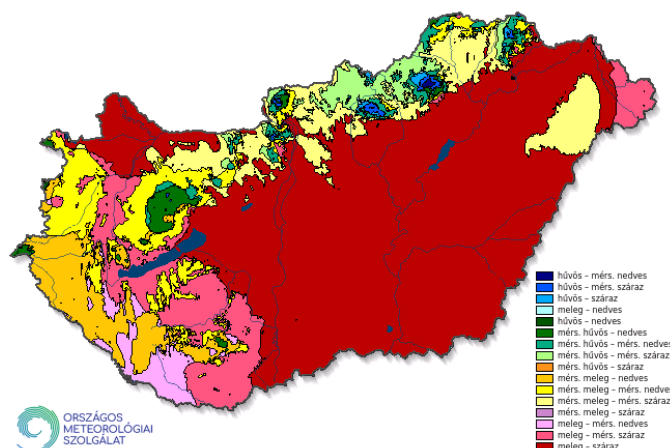
BACSO, és mts. (1953) megfogalmazása alapján a Dél-Dunántúl, s benne a Zselicség szubmediterrán jellegű klímával rendelkezik, enyhe a tél, meleg, de nem túl forró a nyár, továbbá a Zselicre bőséges, de nem túl sok csapadék a jellemző.

A legfrissebb éghajlati jellemzések alapján ÁBRAHÁM, és mts. (2018) a Zselicet a mérsékelten meleg-nedves Péczy-féle klímaosztályba sorolták (4. ábra). Véleményük szerint a Zselicre nem jellemzők a szélsőértékek, még az országos szélsőértékekhez képest sem.

FÜHRER, és mts. (2022) szerint a Bacsó féle IIIb. Dél-Dunántúl éghajlati körzet mediterrán eredetű csapadéktöbblete igen jól érekelhető a Zselicben. Megállapításuk alapján a mérsékelten meleg, mérsékelten nedves klímájú tájban a Köppen-féle globális éghajlat-

osztályozási rendszer szerinti mérsékelt övi, szárazidőszak-mentes, mérsékelten meleg (Cfb) klíma az uralkodó.

Magyarország éghajlati körzetei (1991-2020)



4. ábra: Magyarország éghajlati körzetei 1991-2020 időszakban Péczy osztályozása alapján
(Forrás: OMSZ, 2023)

BORHIDI (1961) által készített Walter-féle diagramokból az éghajlat jellegén túl a klímax vegetációkra is következtethetünk. Az általa bemutatott diagramok mindegyike alapján humid (nedves) klíma jellemző a Zselicségre. A Nyugat-Zselici diagram szubmontán bükkös klímaxra, a Kelet-Zselici diagram gyertyános-tölgyes, míg az Észak-, és a Dél-Zselici diagram tölgyes zónára utal.

A napsütéses órák évi összege BORHIDI (1984) szerint a harminc év észlelései alapján (1901-30) a Nyugat-Zselicben átlagosan 1950-2000 óra volt, ami megegyezett Belső-Somoggal. Míg a Kelet-Zselicben 2000-2050 óra volt, ami pedig a Mecsekkel, Villányi-hegységgel, Külső-Somogy területeivel egyezett meg.

Hasonló eredményre jutottak a friss elemzések is. ÁBRAHÁM, és mts. (2018) megállapításuk alapján manapság a napsütéses órák száma 2000 óra körüli, mely megfelel a magyarországi átlagnak, azonban elmarad a Dél-Alföldön tapasztalható 2200 körüli óraszámától. FÜHRER, és mts. (2022) ezt a tájra jutó sugárzási energiában fejezték ki. Az 1981-től 2010-ig tartó időszakra vonatkozó napfénytartalom 1928 óra évente a Nyugat-Zselic (53a) erdészeti tájrészletben, és 1982 óra évente a Kelet-Zselicben (53b). 4576 MJ/m² a globálissugárzás éves összege a Nyugat-Zselicben, míg a Kelet-Zselicben ez 4532 MJ/m².

BORHIDI (1984) szerint a Zselic évi átlaghőmérséklete 9,9 °C volt. Manapság az átlagos évi középhőmérséklet 10 °C körüli, mely megfelel a hazai átlagnak (ÁBRAHÁM, és mts. 2018). FÜHRER, és mts. (2022) szerint azonban ez 10,8°C, összesítéseik alapján az értékek 9,6 °C (1996) és 12,3 °C (2000) között váltakoznak.

ÁBRAHÁM, és mts. (2018) alapján a vegetációs időszak átlagos hőmérséklete 16,5 °C.

BORHIDI (1984) a hőmérséklet évi eloszlását kiegyenlítettnek írta le. Megállapítása alapján a tél enyhe volt, a fagyos napok száma 80-90 nap körül alakult, illetve a téli napok száma 25 nap alatt maradt. Véleménye szerint a tél jelentős tulajdonságai között említendő, hogy feltűnően csapadékos volt, mely szubmediterrán jellemvonásnak tekinthető. A hótakaró átlagos magasságát 9-10 cm-ben határozta meg. A nyarat kiegyenlítetten melegnek, szélsőséges forróságtól mentesnek jellemezte. Júliusi középhőmérséklet nem emelkedett 21 °C fölé, ami véleménye szerint a dombvidéki viszonylatban nem számított magas értéknek.

Napjainkban azonban FÜHRER, és mts. (2022) alapján a téli félév (X-III. hó) középhőmérsékletének területi átlaga 4,2 °C, míg a nyári félévé (IV-IX. hó) 17,3 °C. ÁBRAHÁM, és mts. (2018) míg a fagymentes időszakot április 13-18-tól október 22-24-ig teszik, addig FÜHRER, és mts. (2022) a tenyészidőszakot a Nyugat-Zselicben április 8-tól október 22-ig, a Kelet-Zselicben pedig április 10-től október 21-ig jelölik meg. Az évi legmagasabb csúcshőmérséklet átlagban 33,5 °C körüli, az évi minimum csúcshőmérséklet átlagban pedig -1,5 °C körüli. A Zselic területén közepesen magas az éves hőingás, télen gyakoriak a 0 °C alatti értékek, nyáron pedig a 30 °C feletti (ÁBRAHÁM, és mts. 2018).

Érdemes azonban megjegyezni, hogy a Zselic sajátos mikroklímával rendelkező helyeket is találunk. Ilyen mikroklímával rendelkező pontok például a fagyzugok, ahol a hőmérséklet mindig alacsonyabb, mint az átlag, mint a napi szélsőségek. Ezek a helyi, lokális területek befolyással vannak az élővilágra.

BORHIDI (1984) megállapítása szerint a Zselic dombvidékét jó csapadékelátottság jellemezte. A terület nagy részén 720 mm feletti volt az évi csapadékmennyiség. Számításai szerint ennek értéke Ny-on volt a legmagasabb (760 mm), középső részekén csökkent (720 mm-ig), majd K-en, a Mecsek mellett ismét emelkedett (751 mm). Tehát a nyugatról érkező esőfelhők két lépcsőben adták le a csapadékukat, először a dombvidék nyugati szélén, majd másodszor a Mecsek szélén. A Zselic déli peremén 700 mm alá esett a csapadék évi mennyisége. Megemlítendő továbbá, hogy a csapadék jelentős része, 55-60 %-a a vegetációs periódus folyamán (április elejétől, szeptember végéig) hullt le. ÁBRAHÁM, és mts. (2018) szerint manapság az évi csapadékmennyiség 680-730 mm közé tehető. FÜHRER, és mts. (2022) ezt 715 mm-re teszik. Kiszámolták, hogy ennek a csapadékmennyiségnek 58%-a (414 mm) a nyári félévben, 42%-a (301 mm) pedig a téli félévben hullott. Számolásaik alapján az 1981-2010 években az éves csapadékösszeg 4,4 mm évenkénti emelkedést mutat.

A Zselicben az országoshoz hasonlóan nincs abszolút domináns szélirány. Leggyakrabban északi, északnyugati irányú a szélirány (ÁBRAHÁM, és mts. 2018). BORHIDI (1984) megállapítása szerint viszonylag mérsékelt a légmozgás, nagy a szélcsendes időszakok

aránya. Azonban ÁBRAHÁM, és mts. (2018) szerint a magasabban fekvő területeken gyakori a légmozgás, ahol nem kizárt a 80-100 km/h-ás szélsőségi maximum sem.

3.1.4. Zselic növényföldrajzi helye

SOÓ (1960) növényföldrajzi beosztása alapján a Zselicet (úgy, mint Dél-Dunántúl területét) az *Illyricum* flóratartományba, *Praeillyricum* flóraidékba sorolhatjuk. E dombvidék további növényföldrajzi, flórajárás-beli helyét vizsgálva BORHIDI (1984) megállapítja, hogy a Zselic önálló flórajárásként nem állja meg a helyét. Összehasonlította Zselic flóráját a vele szomszédos területek (Belső-Somogy, illetve Mecsek) flórájával. Így a Gesamtpräsenzkoeffizient (Gp) érték alapján megállapította, hogy a Zselic a Belső-Somogy flórájával 74%-ban, míg a Mecsek flórájával 67%-ban egyezik meg. További vizsgálatot végezve, Jaccard-féle közösségi hányados (SQ = Similarity Quotient) értékét kiszámítva arra jutott, hogy a Zselic a Belső-Somogy flórájával 85,2%-ban, a Mecsek flórájával pedig 80,5%-ban közös. Amikor ezen számítási módszerből kivette a nagy elterjedésű erdei, réti és gyomnövény fajokat, melyek az ország valamennyi flórajárásában megtalálhatóak, akkor azt tapasztalta, hogy a Zselic flórája a Belső-Somogy flórájával valószínűségi szinten azonos, míg a Mecsek flórájával 80%-ban egyezik meg.

Ettől eltérően HORVÁT (1972) a Zselicet az átmeneti jellege miatt új flórajárásként *Zselicense* néven nevezi meg. KEVEY 1970-es, 1980-as években végzett kutatásai eredményeként a Mecsekben is megtalált olyan erdei és lápi növényfajokat, melyek eddig a Belső-Somogy, illetve Zselic területén voltak ismertek (pl. *Carex strigosa*, *Carex lepidocarpa*). Ezek alapján KEVEY (2008, 2022) véleménye szerint a Belső-Somogy, Zselic, illetve Mecsek flórája között korábban megállapított különbségek csökkentek. Ezzel párhuzamosan ugyanakkor a Mecsekben olyan pannóniai elemek kerültek elő, melyek nem jellemzőek sem a Belső-Somogy, sem pedig a Zselic flórájára.

Mindezekből BORHIDI-t (1984) követve PÓCS növényföldrajzi beosztása alapján megállapítható, hogy a Zselic önálló flórajárásként nem meghatározható, tehát beletartozik az *Illyricum* flóratartomány, *Praeillyricum* flóraidék, *Somogyicum* flórajárásba.

3.2. A vizsgált területek zonális erdőtársulásainak jellemzése

Dolgozatom és az eredmények értelmezése szempontjából fontosnak találom áttekinteni a Zselicre jellemző zonális erdőtársulásokat. Azonban a terjedelmi korlátok miatt részletesebb bemutatást csak a cönológiai felmérés helyszínén található élőhelyekről kívánok adni.

3.2.1. Bükkösök jellemzése

Az első ilyen erdőtársulás a bükkösök, melyek a BÖLÖNI és mts. (2011) által készített ÁNÉR kötet definíciója alapján az idős korban akár 20-35 méter magasságot is elérő, 80-100%-ban záródó lombkoronájú, min. 60%-ban bükk (*Fagus sylvatica*) uralta, üde erdők.

3.2.1.1. Dél-Dunántúli dombvidéki bükkös jellemzése

Bükkösök egyik alegysége, típusa a dél-dunántúli bükkös [*Vicio oroboidi-Fagetum* Pócs & Borhidi 1960 (BORHIDI és SÁNTA, 1999)]. Definíció szerint a Dél-, Délnyugat-Dunántúl dombvidékeinek (Zalai-dombság, Zselic dombvidék), továbbá a Horvát és a Szlovén Középhegység zonális bükkös társulása. Vegetációs és táji környezetük alapján leggyakrabban a gyertyános-kocsányos tölgyesekkel érintkeznek.

A társulás négy területi regionális asszociációra oszlik: a Szlovén Középhegységben és a Muraközi dombvidéken találjuk a *Vicio-Fagetum subpannonicum*, a Horváth Középhegységben a *Vicio-Fagetum oroaticum*, a zalai dombvidéken a *Vicio-Fagetum saladiense*, a Zselicben és a somogyi dombvidéken pedig a *Vicio-Fagetum somogyicum* asszociációt.

Vicio-Fagetum somogyicum a somogyi dombvidék nyugati és középső részén a 720-760 mm évi átlagos csapadékmennyiség mellett 200-350 m tengerszint feletti magasságban alkot övet. Fajban gazdag összetételű társulás, az illír és középbalkáni hatások választják el a másik három asszociációtól, ilyen fajok például az ezüsthárs (*Tilia tomentosa*), tarka lednek (*Lathyrus venetus*), szúrós csodabogyó (*Ruscus aculeatus*).

A *Vicio-Fagetum somogyicum* a talaj vízgazdálkodása és a kémhatása szerint 7 erdőtípusra osztható: a száraz acidofil perjeszittyós bükkösre (*luzuletosum albidae*), a száraz egyvirágú gyöngyperjés ezüsthársas bükkösre (*melicetosum uniflorae*), a félszáraz bükksásos ezüsthársas bükkösre (*caricetosum pilosae*), az üde szagosmüegés ezüsthársas bükkösre (*asperuletosum odoratae*), az üde hegyi csenkeszes ezüsthársas bükkösre (*festucetosum drymeiae*), az üde-, félmedves, savanyodó madársósokás ezüsthársas bükkösre (*oxalicotosum*) és a félmedves podagrafüves ezüsthársas bükkösre (*aegopodietosum podagrariae*).

3.2.1.1.1. Üde szagosmüegés ezüsthársas bükkös (*Vicio-Fagetum somogyicum asperuletosum odoratae*)

Ezek közül kiemelném az üde szagosmüegés ezüsthársas bükköst [*Vicio-Fagetum somogyicum asperuletosum odoratae* (BORHIDI, 1984)], mely az első kiválasztott helyszínemen (46.256, 17.805) megtalálható élőhelytípus.

Széles lapos tetőkön, kiszélesedő, laposabb völgyekben, lejtők alsó felében, domblábaknál alakul ki. Talaja bázisokban gazdag, kitűnő vízgazdálkodású agyagbemosódásos barna erdőtalaj. A tetőkön sekélyebb (80-100 cm), a völgyekben mélyebb (150 cm) a termőrétege. A völgyeken gyengén savanyú kémhatású (5,6-6,7 pH) lejtőhordalék erdőtalajjal találkozhatunk. Az agyagbemosódásos (A) szint közepesen savanyú (4,5-5,6 pH), a felhalmozódású (B) szint kötött, morzsalékos, diós szerkezetű, mely hirtelen megy át a lösz alapközébe.

Lombkorona szintjében a bükk (*Fagus sylvatica*) borítása nő, az ezüsthársé (*Tilia tomentosa*) pedig csökken a többi bükköshöz képest. A csertölgy (*Quercus cerris*) pedig hiányzik. BORHIDI (1984) szerint szálanként kocsánytalan tölgygel (*Quercus petraea*), közönséges gyertyánnal (*Carpinus betulus*), korai juharral (*Acer platanoides*) és hegyi juharral (*Acer pseudoplatanus*) elegyedik.

E típust a többihez képest viszonylag fejlett cserjeszint jellemzi, amit a lombkoronaszint fáinak újulata alkot. Ezeken kívül BORHIDI (1984) szerint hegyi szil (*Ulmus glabra*), mezei juhar (*Acer campestre*) és mogorós hólyagfa (*Staphylea pinnata*) is alkotja.

A gyepszint BORHIDI (1984) vizsgálatai szerint nyílt, gyakran hiányzik. Ennek okát a kedvezőtlen fényviszonyokban látja. A gyepszintet tömegesen alkotó fajok a szagos müge (*Galium odoratum*), sárga árvacsalán (*Lamium galeobdolon*), erdei ibolya (*Viola sylvestris*). További jellemző fajok a hegyi veronika (*Veronica montana*), közönséges medvetalp (*Heracleum sphondylium*), kéküstökű csormolya (*Melampyrum nemorosum*), illatos ibolya (*Viola odorata*), gombernyő (*Sanicula europaea*), és a csomós görvényfű (*Scrophularia nodosa*). Tavaszí aszpektusa gazdag, megtalálható bennük szellőrózsa fajok (*Anemona spp.*), hagymás fogasír (*Cardamine bulbifera*), salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*), hóvirág (*Galanthus nivalis*), nemes májvirág (*Hepatica nobilis*), erdei galambvirág (*Isophyrum thalictroides*), szártalan kankalin (*Primula vulgaris*). A lombkorona túlzott bontásakor az erdei sás (*Carex sylvatica*) és a csomós ebír (*Dactylis glomerata*) szaporodhat el (1. melléklet).

3.2.2. Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek jellemzése

A második általam kiemelt Zselicben található zonális erdőtársulások a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek, melyek a BÖLÖNI és mts. (2011) által készített ÁNÉR kötetet definíciója alapján kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) és gyertyán (*Carpinus betulus*) uralta, üde erdők. A lombkorona szintet a bükk (*Fagus sylvatica*), a hársak (*Tilia spp.*), a juharok (*Acer spp.*), és a magas kőris (*Fraxinus excelsior*) alkotja. Az erdőbelsőben többnyire árnyas, de

fényben gazdagabb részek is jelen lehetnek. A cserjeszint nem ér el nagyobb borítást. A gypeszintre az általános és az üde erdei fajok a jellemzőek.

3.2.2.1. Illír gyertyános-tölgyesek jellemzése

Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek egyik alcsoportja az illír gyertyános-tölgyesek [*Erythronio-Carpinenion* Borhidi 1996 (BORHIDI és SÁNTA 1999)]. Definíciója szerint a Nyugat-Balkánról egészen a Balaton déli partjáig hatolnak fel északra. Klimatikus növényzeti övet alkotnak Kelet-Zalában, Belső-Somogy sík és dombvidékén, Külső-Somogy dombvidékén, Tolna-Baranyai hegyháton, illetve a Mecsekben. E élőhelyeken, domb- és hegyvidékeken különböző közet- és talajtani körülmények között fordulnak elő. Területi és ökológiai elkülönülésük alapján 4 társulást tudunk megkülönböztetni: dél-dunántúli síksági gyertyános-tölgyest, délnyugat-dunántúli gyertyános-kocsánytalan tölgyest, dél-zalai gyertyános tölgyest, illetve a mecseki gyertyános-tölgyest.

3.2.2.1.1. Délnyugat-dunántúli gyertyános-kocsánytalan tölgyes

A fent bemutatott alegységek, típusok közül kiemelném a délnyugat-dunántúli gyertyános-kocsánytalan tölgyest [*Helleboro dumetorum-Carpinetum* Soó & Borhidi in 1962 (BORHIDI és SÁNTA 1999)]. Ez a társulás definíció szerint a zalai és a zselici dombvidék zonális erdőtársulása. Az évi átlagos csapadékmennyisége 600-720 mm.

A délnyugat-dunántúli gyertyános-kocsánytalan tölgyest (*Helleboro dumetorum-Carpinetum*) a talaj vízgazdálkodása és a kitettsége szerint 5 erdőtípusra osztható: dombháton, délies lejtőkön a száraz, egyvirágú gyöngyperjésre (*Melica uniflora*), zonális helyzetben, magasabb térszíneken a félszáraz bükkásosra (*Carex pilosa*), alacsonyabb térszíneken, enyhébb, északias lejtőkön az üde szagos mügésre (*Galium odoratum*), völgybevágások meredek falain, erősen kilúgzott talajon az üde madársóskásra (*Oxalis acetosella*) és a szűkebb völgytalpakon, pszeudoglejes lejtőhordalék-talajon a félmedves podagrafüvesre (*Aegopodium podagraria*).

3.2.2.1.1.1. Félszáraz bükkásos gyertyános tölgyes (*Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae*)

A délnyugat-dunántúli gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtípusok közül kiemelném a félszáraz bükkásos gyertyános tölgyest [*Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae* (BORHIDI 1984)], mely a második kiválasztott helyszínen (46.263, 17.684) megtalálható élőhelytípus.

Ez a Zselic területének leggyakoribb és legnagyobb kiterjedésű gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtípusa. A domború formákon, gyenge és közepes meredekségű lejtőkön fordul elő. Tájolás szerint a keleti és a nyugati lejtőkön elterjedt. Talaja löszön kialakult 110-150 cm mély, közepesen kilúgozott agyagbemosódásos barna erdőtalaj. A talaj jól átszellőzött, jó vízgazdálkodású, kötöttsége közepes, vízelvezető és vízkötő képessége lefelé haladva egyenletesen növekvő. Felső rétege (A szintje) 5 cm vastag, erősen humuszos. Alatta 15-20 cm vastag szürkés, agyagbemosódásos kilúgzási (E) szintet találunk, mely 4,9 pH-ú. A felhalmozódási (B) szint 1 m vastagságú, bázisokban gazdag, nagy termőerejű. Kémhatása gyengén savanyú, 5,6-6,3 pH-ú. Az alapkőzet (C szint) bázikus kémhatású (7,9-8,4 pH), mésztartalmú lösz.

Lombkorona szintje zártabb. Kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), csertölgy (*Quercus cerris*), ezüst hárs (*Tilia tomentosa*), közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) és a bükk (*Fagus sylvatica*) alkotja

Gyengén fejlett cserjeszintjében előfordul a virágos kőris (*Fraxinus ornus*), a közönséges fagyal (*Ligustrum vulgare*), mezei juhar (*Acer campestre*), ezüst hárs (*Tilia tomentosa*), és a bibircses kecskerágó (*Euonymus verrucosus*).

Gyepszintjében a bükkös sás (*Carex pilosa*) az uralkodó. Fajgazdag a tavaszi aszpektusa. Kis foltokban megjelenik a széleslevelű csenkesz (*Festuca drymeria*). Nagyobb kiterjedésű a kis meténg (*Vinca minor*). Ebben a típusban a leggyakoribb a csodabogyó [szúrós csodabogyó (*Ruscus aculeatus*), lónyelvű csodabogyó (*Ruscus hypoglossum*)]. A lónyelvű csodabogyó (*Ruscus hypoglossum*) csak ebben a gyertyános-tölgyes típusban fordul elő (2. melléklet).

3.2.3. Cseres-kocsánytalan tölgyes jellemzése

A harmadik zonális erdőtársulás, melyet bemutatni kívánok a cseres-kocsánytalan tölgyes. Ezek az erdők a BÖLÖNI és mts. (2011) által készített ÁNÉR kötetet definíciója alapján cser tölgy (*Quercus cerris*) és kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) változatos arányú elegyei alkotta erdők. A lombszintben a bükk (*Fagus sylvatica*) és a gyertyán (*Carpinus betulus*), azaz az árnyékot adó fafajok ritkák, hiányoznak. Cserjeszintje közepesen, vagy gyengén fejlett. A gyepszintben pedig fényigényes, illetve szárazságtűrő erdei fajokat találunk.

3.2.3.1. Balkáni-cseres tölgyes jellemzése

Cseres-kocsánytalan tölgyesek alegysége, típusaként határozhatjuk meg a balkáni-cseres tölgyeseket [*Quercion farnetto* I. Horvat 1954 (BORHIDI és SÁNTA 1999)]. Definíció

szerint e társulások a Balkáni-félsziget középső és keleti felén elterjedt zonális erdők, melyekre együtt hat a kontinentális és a szubmediterrán klíma. Jellemző rájuk a viszonylag hosszú tenyészidő, azaz meleg, száraz nyarat, rövid, fagyos tél követ. Magyarországon ennek az övezetnek az északnyugati peremállományai találhatóak meg, melyekben az illír és pannon flórahatások nyilvánulnak meg.

3.2.3.1.1. Ezüsthársas cseres-tölgyesek (*Tilio argenteae-Quercetum petraeae-cerris*)

A Balkáni-cseres tölgyes erdőcsoporthoz két magyarországi társulás tartozik, melyek közül kiemelném a mecseki cseres-tölgyest [*Potentillo micranthe-Quercetum dalechampii* Horvát A.O. 1981 (BORHIDI és SÁNTA 1999)]. A mecseki cseres-tölgyes a dél-dunántúli hegy-és dombvidékek zonális erdőtársulása, a középhegységi cseres-tölgyesek vikariáns asszociációja. Főbb tulajdonsága az ezüsthárs (*Tilia tomentosa*) előfordulása a koronaszintben, ezért ezüsthársas cseres-tölgyeseknek [*Tilio argenteae-Quercetum petraeae-cerris* (BORHIDI, 1984)] is szokták nevezni. Ilyen élőhelytípus található meg a harmadik általam kiválasztott helyszínen (46.201, 17.669).

Itt jegyezném meg, hogy BORHIDI (1984) szerint az ezüsthársas cseres-tölgyesek (*Tilio argenteae-Quercetum petraeae-cerris*) a Zselicben összetételük és eredetük szerint nem egységesek. Egyik csoportja olyan ültetett erdő, mely utólag elhársasodott kultúrtölgyes, mely egykori gyertyános-tölgyes, bükkös termőhelyen él. Ezen erdők gyepszint reliktumai elárulják az eredeti erdőtípust. Másik csoportja pedig közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) nélküli gyertyános-tölgyes állomány, melyekből kiszáradt, vagy mesterségesen eltávolították a gyertyánt. Harmadik csoportja pedig megnevezése szerinti valódi ezüsthársas cseres-tölgyes, melynek tipikus kifejlődését a Mecsekbe teszi. Véleménye szerint a Zselicben előforduló állományai erősen töredékes jellegűek.

A mecseki cseres-tölgyes erdők termőhely szerint permi és raeti homokkőből, helvét- és liászrétegek mállásából, továbbá löszből keletkezett semleges vagy gyengén savanyú kémhatású barna erdőtalaj. Többnyire zonális helyzetben, mészkő alapkőzetben, északias kitettségekben fordulnak elő.

A mecseki cseres-tölgyes erdők fiziognómiai szerkezetére jellemző, hogy jó növekedésű, szép, ágtiszta állományok. Kettős koronaszint jellemző rájuk, a felsőben az aranytölgy (*Quercus dalechampii*) és a cser tölgy (*Quercus cerris*) található. BORHIDI (1984) megállapítása szerint a Zselicben az ezüsthársas cseres tölgyesek felső lombkorona szintjét a cser tölgy (*Quercus cerris*) és a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) alkotja. Az alsóban pedig

a BORHIDI és SÁNTA (1999) által szerkesztett Vörös könyv szerint az ezüsthárs (*Tilia tomentosa*) és a mezei juhar (*Acer campestre*) uralkodik.

Cserjeszintjük dús, virágos kőris (*Fraxinus ornus*), húsos som (*Cornus mas*) alkotja. Differenciális jellegű faja a házi berkenye (*Sorbus domestica*). BORHIDI (1984) a zselici állományokban megemlíti még a közönséges fagyalt (*Ligustrum vulgare*), a mezei juhart (*Acer campestre*), az egybibés galagonyát (*Crataegus monogyna*) és a mezei rózsát (*Rosa arvensis*).

A Vörös könyv szerint (BORHIDI és SÁNTA 1999) gyepszintjük jól fejlett, teljesen zárt, szubmediterrán fajokban gazdag. Differenciális jellegű fajai a déli perjeszittyó (*Luzula forsteri*), a szőrös rekettje (*Genista ovata*), az erdei rózsza (*Rosa arvensis*), a kisvirágú pimpó (*Potentilla micrantha*), a jerikói lonc (*Lonicera caprifolium*), a szúrós csodabogyó (*Ruscus aculeatus*), az illatos hunyor (*Helleborus odorus*). Tömeges fajai a természetes állományokban a felemáslevelű csenkesz (*Festuca heterophylla*), a köves tetők közelében az egyvirágú gyöngyperje (*Brachypodium sylvaticum*), a bolygatott koronaszintű erdőkben pedig a ligeti perje (*Poa nemoralis*). BORHIDI (1984) a zselici állományok gyepszintjére uralkodó fajként az egyvirágú gyöngyperjét (*Melica uniflora*), illetve a bükkös sást (*Carex pilosa*) említi. Mellettük többnyire általános lomberdei fajok találhatók, a bázikus talajú mezotróf elemek aránya csökken, megjelennek tölgyes fajok, mint a fekete lednek (*Lathyrus niger*), erdei gyöngyköles (*Lithospermum purpureo-coeruleum*), vagy a bíboros kosbor (*Dactylorhiza purpurea*) (3. melléklet).

3.3. A zonális erdőtársulások állapotát befolyásoló tényezők

A zonális erdőtársulások, tehát a bükkösök, gyertyános-kocsánytalan tölgyesek, cseres-kocsánytalan tölgyesek állapotát, az őket alkotó fajok összetételét, azok egészségi állapotát az élő és az élettelen környezeti tényezők befolyásolják. Az élő (biotikus) tényezők közé sorolandó például a talaj mikroflórája, mikrofaunája, kórokozók, kártevők, vadak stb. Az élettelen (abiotikus) tényezők között pedig megemlíthetjük a sugárzást, a hőmérsékletet, a vízellátottságot, a talajt, illetve a légmozgást.

Ezen biotikus és abiotikus tényezőkre, és általuk a zonális erdőtársulásainkra, az erdőtársulások egészségi állapotára hatással vannak az utóbbi időben a mindannyiuk számára is érzékelhető éghajlatváltozás jelenségei, mint például a felszíni globális átlaghőmérséklet nagymértékű emelkedése, illetve a csapadékrendszerek változása (száraz és csapadékos periódusok szélsőségesebb váltakozása) (MILAD, és mts. 2011).

Ráadásul MÁTYÁS, és mts. (2010) szerint a következő évtizedekben a klímaváltozás jelenségeinek erősödésre számíthatunk. Ez alapján az erdei ökoszisztémáknak napjainkban újabb és újabb kihívásokkal kell megküzdeniük.

A klímaváltozás hatásai közül kiemelném az extrém időjárási eseményeket, melyek leginkább meghatározzák a zonális erdők állapotát (RASZTOVITS, és mts. 2014). Azok a szélsőséges időjárási események, mint például az elhúzódó szárazság, és annak következménye az erdőtüzek, a hirtelen rövid idő alatt bekövetkező viharok, és annak következménye az árvizek (LINDNER, és mts. 2010) közvetlenül, illetve közvetett módon is károsíthatják az élőhelyeket.

Közvetlen módon hatással lehetnek az abiotikus tényezők (talaj, vízháztartás, hőmérséklet) változásaira, mint például talaj kimosódása, tápanyagcsökkenése, kilúgzás erősödése, elsavanyodása, faegyedek kidőlése, fák kiszáradása. Közvetett, hosszútávú következménye pedig a szélsőséges időjárási eseményeknek az állományok egészségi állapotának romlása (CSÓKA, és mts. 2009).

LINDNER, M. és mts. szerint (2014) az éghajlatváltozás erdőkre gyakorolt további hatásaként megfigyelhetünk a fő fajok növekedésben, termelékenységében, mortalitásában, elterjedésében, illetve alkalmazkodóképességében való változásokat. Megállapításuk szerint az olyan szélsőséges események, mint például a tűz- és aszályveszély, vagy a szélsőséges viharok és az árvíz, továbbá a kártevők és a betegségek terjedése akár halmozott módon is megjelenhetnek. Véleményük szerint ezért válik szükségessé a fajok elterjedési eltolódásának alapos tanulmányozása.

Az éghajlat változékonyságával, az extrém időjárási eseményekkel FORZIERI, G. és mts. (2022) szerint a trópusi, a száraz és a mérsékelt égövi erdők (tehát akár a magyarországi, a zselici erdők) ellenálló képessége jelentősen csökkent. Megállapításuk alapján egyaránt igaz ez az érintetlen, illetve a kezelt erdőkre. Becsléseik szerint az érintetlen, háborítatlan erdők közel negyede (23%-a) már elérte azt a kritikus küszöbértéket, amit átlépve függetlenül a klíma alakulásától ellenálló képességük tovább romlik.

3.4. A zonális erdőtársulásokat és azokat alkotó fajok állapota, elterjedése nemzetközi kitekintésben

Az erdők ellenálló képességének romlását mutatja be BELLEMARE és MOELLER, (2014) tanulmánya, amely szerint a mérsékelt övi lombos erdők biomjában a fokozódó éghajlatváltozás egyre nagyobb fenyegetést jelent az erdei növényfajok számára. A változó

éghajlat hatására számos faj elterjedési területe megváltozik, vagy észak felé, vagy pedig tengerszint felett magasabb térszintre tolódik. Ugyanakkor az éghajlatváltozás a vándorlásban akadályozott, korlátozott fajok (főleg erdei aljnövényzet fajai) populációjának csökkenését, vagy regionális kihalását okozhatja, így a biológiai sokféleség kerül veszélybe.

Számos erdei növényfaj északi irányú vándorlását mutatja be VAN DER VEKEN, és mts. (2004) tanulmánya, mely a francia, belga és a holland üde lombdők (*Quercus-Fagetea*) vizsgálata alapján készült. A fajok elterjedési területe véleményük szerint észak felé tolódik el megváltoztatva ezzel a mai közösségek szerkezetét. Minden faj esetébe ugyanabba az irányba megy végbe ez a folyamat, azonban eltérő ütemben, melynek következménye a közösségek szétválása. Vizsgálatuk szerint a magasabb Ellenberg-T és -L értékű fajok, a szkleromorf fajok, a hemicryptophyták és a stressztűrő fajok viszonylagos elterjedésére számíthatunk a francia, belga és a holland terület északi régióiban.

XIE, és mts. (2015) tanulmányukban azt vizsgálták, hogy miként hatnak a környezeti változók a mérsékelt égövi lombhullató erdők őszi fenológiájának (a vegetációs időszak végének, a nyugalmi állapot kezdetének) változására. Megállapításuk alapján a lombhullató erdőközösségek őszi nyugalmanak időzítését nem csak a hőmérséklet, hanem olyan egyéb körülmények is befolyásolják, mint a tenyészidőszak során tapasztalt hő-stressz, a szárazság-stressz, a fagyos időszakok, vagy a nagymennyiségű csapadék. Két lehetséges utat vázoltak fel. Egyrészt a stresszfaktorokra reagálva a növekedés megáll és korai nyugalmi állapotba lép az egyed, mellyel elkerüli a kedvezőtlen, káros tenyészidőszaki feltételeket, illetve több erőforrást tud elraktározni a következő hónapokra. Másrészt pedig az egyes környezeti stresszfaktorok (mint például a nyári és őszi szárazság vagy a nyári heves esőzések) késleltetik az őszi, nyugalmi állapot elkezdődését, tehát az egyed később lép nyugalmi állapotba.

CZÚCZ és mts. (2011) is ezt támasztják alá, megállapításuk szerint a klímaváltozás érintheti az egyes fafajok, mint például a bükk (*Fagus sylvatica*) és a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) areáját (elterjedési területét).

BUDEANU, és mts. (2016) a bükkerdők (*Fagus sylvatica*) természetes elterjedési területének keleti határán (Romániában, Brassó régióban) az éghajlatváltozással szembeni sebezhetőségét vizsgálták. Eredményeik azt mutatják, hogy a hőmérséklet emelkedése és a csapadékmennyiség kiszámíthatatlanná válása növelheti a bükkösök érzékenységét az alacsonyabb tengerszint feletti magasságban. Megállapításuk szerint az évgyűrűk kialakulásának fenológiája összefüggést mutat a környezeti tényezőkkel: a hőmérséklettel és a csapadékkal. A kambium aktivitásának megszűnésében meghatározó tényező a hőmérséklet. Negatív korreláció mutatkozik a tenyészidőszak hőmérséklete és az egyed növekedése között,

illetve pozitív korrelációt tapasztaltak a tenyészidőszaki csapadék és a növekedés között. Ennek megfelelően a május-júniusi hónapokban rendelkezésre álló víz nélkülözhetetlen az aktuális évi növekedéshez és a faegyed hosszú távú fennmaradásához. Véleményük szerint a tenyészidőszakban mért levegő hőmérséklete és a faegyed növekedése közötti negatív korreláció egyben előrejelzést is ad a bükk (*Fagus sylvatica*) elterjedésének tengerszint feletti alsó határáról.

ARAB és mts. (2021) szerint a szárazságtűrő kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) leveleinek szerkezete és élettani jellemzője (a lignin, cellulóz és néhány olyan oldható cukor, mint a szacharóz, glükóz, fruktóz és glükóz-6-foszfát tartalma) nagyfokú plaszticitást mutat a légköri és a talajviszonyokra. Megállapításuk szerint ez az eredmény azt sugallja, hogy a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) nagy potenciállal rendelkezik ahhoz, hogy megbirkózzon a jövőbeli éghajlatváltozás következtében várható növekedési feltételekkel.

Ezt támasztja alá XIE és mts. (2015) tanulmánya is, mely szerint a nagyobb szárazságtűrő képességgel rendelkező tölgy (*Quercus ssp.*) kevésbé érzékeny a klímaváltozás okozta stresszfactorokra, mint a juharok (*Acer ssp.*), vagy a nyírfák (*Betula ssp.*).

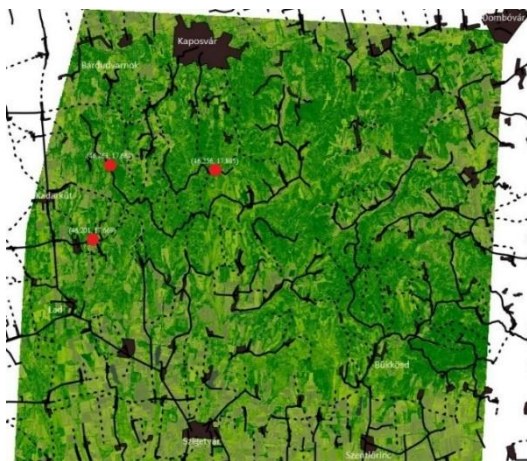
ČUFAR és mts. (2010) az európai kulturális örökség faanyagát [kocsánytalan (*Quercus petraea*) és kocsányos tölgy (*Quercus robur*)] vizsgálták. Megállapításuk alapján a szlovén tölgyek fagyűrűsége változásai szignifikáns pozitív korrelálást mutatnak a júniusi csapadékmennyiséggel, és szignifikáns negatív korrelálást a júniusi hőmérséklettel. Megállapításuk alapján a helyi (szlovéniai) és a regionális (ausztriai, magyarországi, szerbiai, csehországi, dél-németországi) minták alapján a tölgy növekedését az éghajlat befolyásolja és szabályozza. Megállapításuk szerint a közép- és nyugateurópai minták fagyűrű szélessége nem esnek pontosan egybe, eltérések láthatók köztük.

Végezetül pedig JENSEN és mts. (2004) által végzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy Dániában a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) elterjedését nem korlátozza az alacsony téli hőmérsékleti tényező. Vizsgálataik alapján a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) a szárazabb, míg a bükk (*Fagus sylvatica*) enyhén nedves területeket kedvel. Így a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) és a bükk (*Fagus sylvatica*) közötti kompetitív (vetélkedő, egymás hatását ellensúlyozó, korlátozó) kapcsolat meghatározza az említett két fafaj elterjedését Dániában, illetve Közép-Európában (Németországban, Lengyelországban).

4. Anyag és módszer

4.1. Saját vizsgálat bemutatása

Vizsgálataim elvégzéséhez a Google Térképen beazonosítottam, és pontosan lehatároltam a Zselic földrajzi helyzetét (BORHIDI 1984; DÁVID 2005). Növénytakarsulástani szempontból a Zselicre jellemző három kísérleti helyszínt jelöltem ki mintaterületként (5. ábra, piros pont) [1. bükkös (46.256, 17.805), 2. gyertyános-kocsánytalan tölgyes (46.263, 17.684), 3. cseres-kocsánytalan tölgyes (46.201, 17.669)].



5. ábra: Cönológiai felmérés helyszínei

(Forrás: Copernicus Open Access Hub, saját munka QGIS 3.28.10, 2023)

Ezek az élőhelyek részletes cönológiai felmérést végeztem 2022.10.04-én, 2023.05.18-án, 2023.09.02-án, 2024.05.19-én, valamint 2024.09.07-én. Tekintettel az állományok kiterjedésére felvételi területként egységesen 15 méter x 15 méter nagyságú négyzetet jelöltem ki. A cönológiai felvételezés során százalékos borításbecslést alkalmaztam. A fajoknál KIRÁLY (2009) nevezékát követtem. Majd az általam végzett cönológiai felmérés eredményét összehasonlítottam BORHIDI (1984) által készített.

A cönológiai felmérés eredményeinek alátámasztásaként éghajlati elemzést végeztem. A Zselic területének koordinátáit megfeleltettem az Országos Meteorológiai Szakszolgálat (későbbiekben OMSZ) Meteorológiai Adattárában megtalálható homogenizált, rácsponti adataival. A rácspontok $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ térbeli felbontásúak, tehát kb. 10 km x 10 km nagyságúak. Az OMSZ e rácsponti adatsorokat a Magyarország mérőállomásainak, valamint műholdas és radar adatokból készítik. Az adatsorokat a MASH homogenizáló módszerrel (LAKATOS és mts. 2012) ellenőrzik, homogenizálják, illetve a hiányokat pótolják. A hiányoktól és inhomogenitásoktól mentes ellenőrzött adatsorokat a MISH interpolációs módszerrel (SZENTIMREY és BIHARI, 2010) interpolálják. Tehát a MISH nem más, mint kifejezetten

meteorológiai elemek interpolálására kifejlesztett, ezen elemeknek megfelelő matematikai formulákon alapuló módszer, szoftver.

Így a Zselic területét 25 darab rácsponttal tudtam lefedni (6. ábra).



6. ábra: Zselic területét lefedő rácspontok
(Forrás: Wikipédia, saját munka R Core Team, 2023)

Az adatok időbeli felbontása 24 óra. A felhasznált meteorológiai paraméterek a napi középhőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$] és napi csapadékösszeg [mm] adatai 1971. január 1-jétől 2023. december 31-ig.

Kiszámítottam az egyes rácspontokra az egyszerűsített Pálfai-féle aszályossági indexet (PAI), a bővített Pálfai-féle aszályossági index (PAI^x), az Ariditási indexet (FAI, Foresty Aridity Index) és az Ellenberg-hányadosot (EQ). A kapott eredményeket R szabad felhasználású statisztikai program segítségével térképeken jelenítettem meg (R Core Team, 2023).

4.2. A meteorológiai indexek bemutatása

4.2.1. Pálfai-féle aszályossági index (PAI) (KOZÁK és mts., 2012)

Az élővilág az időjárási adottságok megváltozására érzékenyen reagál. A változások, azaz a melegedés-hűlés, csapadéknövekedés-csökkenés kimutatására különböző indexeket használhatunk.

Első ilyen képlet, melyet bemutatni kívánok a Pálfai-féle aszályossági index (PAI) (PÁLFAI, 1990). Ezt az indexet a mezőgazdasági kultúrákra szokták alkalmazni. Figyelembe veszi a hőségnapok számát, a csapadékidőszak hosszát, a talajvíz mélységét és a növények időben változó vízigényét. Az áprilistól augusztusig tartó időszak középhőmérsékletének és az októbertől augusztusig tartó időszak súlyozott csapadékösszegének hányadosaként lehet kiszámítani:

$$\text{PAI} = 100 * \frac{\bar{T}_{\text{ápr-aug}}}{\sum_{i=\text{oct}}^{\text{aug}} p} \quad (1)$$

A képletben

$\bar{T}_{\text{ápr-aug}}$ az április-augusztus közti időszak középhőmérsékletének az átlaga ($^{\circ}\text{C}$),

$\sum_{i=\text{oct}}^{\text{aug}} P$ az október és az augusztus közti időszak súlyozott csapadékösszege (mm).

A Pálfai-féle aszályossági index (PAI) alapértéke a $^{\circ}\text{C}/100\text{mm}$. Erősségét az 1. táblázat mutatja be:

1. táblázat: PAI aszálykategóriák
(Forrás: PÁLFAI, 1990)

PAI, $^{\circ}\text{C}/100\text{mm}$	Minősítés
< 6	aszálymentes
6 – 8	mérsékelt aszály
8 – 10	közepes erősségű aszály
10 – 12	súlyos aszály
12 <	rendkívül súlyos aszály

Az aszályos területek pontosabb kimutatásához azonban korrekciós tényezőkkel szükséges bővíteni a Pálfai-féle aszályossági (PAI) képletet (GÁLYA és mts., 2015). Így a módosított PAI aszályossági index (PAI^x) a következő:

$$\text{PAI}^x = k_t * k_p * k_{gw} * \text{PAI} \quad (2)$$

ahol az első hőmérsékleti korrekciós tényező a $k_t = \sqrt[6]{\frac{n+1}{n'+1}}$, amelyben n a hőségnapok száma (30°C fölött), és a n' pedig az országos sokévi átlagot (16 nap) jelenti.

Második csapadékossági korrekciós tényező a $k_p = \sqrt[4]{\frac{\tau}{\tau'}}$, ahol a τ a csapadékszegény időszak hosszát jelöli június közepétől augusztus közepéig napokban számolva, és a τ' pedig az országos sokévi átlagot (20 nap) jelenti. A csapadékszegény időszaknak azokat a napokat tekintjük, amikor egymás utáni napokon maximum 5 mm csapadék hullik.

Harmadik korrekciós tényező pedig a $k_{gw} = \sqrt{D - D'}$, ahol a D az adott területen a talajvíz mennyisége november és augusztus között, és a D' pedig a D sokévi átlaga (mm).

A bővített Pálfai-féle aszályossági index (PAI^x) képletében szereplő három korrekciós tényező nehezen beszerezhető napi hőmérsékleti, csapadék, és talajvízállási adatokat tartalmaz. Így kidolgoztak egy egyszerűbb, csak a havi középhőmérsékleti és csapadékösszeg adatokat igénylő módszert. Ennek neve Palfai Drought Index (PaDI), melynek számítási képlete a következő:

$$PaDI_0 = \frac{[\sum_{i=apr}^{aug} T_i] / 5 * 100}{c + \sum_{i=oct}^{sept} (P_i * w_i)} \quad (3)$$

PaDI tehát nem más, mint az aszályindex alapértéke °C/100 mm-ben. Ahol a T_i a havi középhőmérsékletet áprilistól augusztusig (°C), a P_i a havi csapadékösszeget októbertől szeptemberig (mm) jelöli, a w_i súlyozó tényező, a c pedig állandó érték (10 mm).

A csapadék havi súlyozó (w_i) tényezője a talajban történő nedvesség felhalmozódásának és a növényzet vízigényének eltérését fejezi ki. Értékét az 2. táblázat mutatja.

2. táblázat: Súlyozó (w_i) tényező
(Forrás: KOZÁK és mts., 2012)

Hónap	w_i súlyozó tényező
október	0,1
november, december	0,4
január - április	0,5
május	0,8
június	1,2
július	1,6
augusztus	0,9
szeptember	0,1

Így a PaDI-t a következő módon tudjuk kiszámítani:

$$PaDI = PaDI_0 * k_1 * k_2 * k_3 \quad (4)$$

A képletben

PaDI a Pálfai-féle aszályossági index értéke (°C/100 mm),

k_1 hőmérsékleti korrekciós tényező,

k_2 csapadék-korrekciós tényező,

k_3 a megelőző 36 hónap csapadékviszonyait jellemző korrekciós tényező.

E korrekciós tényezők közül a hőmérsékleti tényező (k_1) az adott tárgyévi és a sokévi nyári középhőmérséklet viszonyát, a csapadékosági korrekciós tényező (k_2) a legszárazabb sokévi és a tárgyévi nyári hónap csapadékanak viszonyát, továbbá az utolsó (k_3) korrekciós tényező a tárgyévet megelőző 3 év (azaz 36 hónap) csapadékviszonyainak átnyúló hatását fejezi ki.

Mindezek alapján az adott területre vonatkozó aszályok erősségét hét fokozatú skálán lehet ábrázolni, melyet a 3. táblázatban olvashatunk.

3. táblázat: Aszálykategóriák
(Forrás: KOZÁK és mts., 2012)

PaDI, °C/100mm	Minősítés
< 4	aszálymentes
4 – 6	enyhe aszály
6 – 8	mérsékelt aszály
8 – 10	közepes erősségű aszály
10 – 15	súlyos aszály
15 – 30	nagyon súlyos aszály
30 <	extrém erősségű aszály

4.2.2. Az ariditási index (FAI, Foresty Aridity Index)

A fent bemutatott a mezőgazdasági kultúrákra alkalmazott Pálfai-féle aszályossági index (PAI) és a szárazabb erdészeti tájakra érvényesített kritikus vízellátottsági mutató (VK, FÜHRER, JÁRÓ, 2000) együttese jelenik meg az ariditási, másképpen az erdészeti aszályossági indexben [FAI, Foresty Aridity Index (FÜHRER és JÁRÓ, 1992, FÜHRER, 2010, FÜHRER és mts., 2011)]. Mely a kritikus hónapok (július – augusztus) átlaghőmérsékletének és a fő növekedési ciklus (május – július), valamint a kritikus hónapok (július – augusztus) csapadékösszegének arányát mutatja be (FÜHRER 2010).

$$FAI = 100 * \frac{T_{VII-VIII}}{P_{V-VII} + P_{VII-VIII}} \quad (5)$$

A képletben

$T_{VII-VIII}$ a július és az augusztus hónap átlaghőmérsékletének az átlaga (°C),

P_{V-VII} a májustól júliusig számított csapadékösszeg (mm),

$P_{VII-VIII}$ a júliustól augusztusig számított csapadékösszeg (mm) (FÜHRER és mts. 2011).

Mint láthatjuk a FAI a fák szervesanyag-képzését közvetlenül befolyásoló időszakot veszi figyelembe. Tehát erdészeti szempontból jellemzi egy adott élőhely átlagos időjárását, a különböző fajok elterjedési területét és növekedési viszonyait.

A vizsgálatok alapján FÜHRER (2010) bükkös klímába sorolja azokat a helyeket, ahol a fő állományalkotó faj a bükk (*Fagus sylvatica*). Az éves átlagos csapadékösszeg eléri a 750 mm-t. A téli, tárolási időszakban az átlagos csapadékösszeg csaknem 300 mm, a fő növekedési ciklusban 260 mm, míg a kritikus hónapokban 170 mm. Az évi átlaghőmérséklet 8,5 – 9,0 °C között mozog, a kritikus hónapok átlaghőmérséklete pedig 18,5 °C.

A gyertyános-tölgyes klímába sorolja azokat a helyeket, ahol a gyertyán (*Carpinus betulus*) a fő klímajelző faj. Az éves átlagos csapadékösszeg több mint 660 mm. A téli,

tárolási időszakban az átlagos csapadékösszeg csaknem 270 mm, a fő növekedési ciklusban 225 mm, míg a kritikus hónapokban 140 mm. Ezek az értékek körülbelül 10-15%-kal kisebbek, mint a bükkös klímában. Az évi átlaghőmérséklet 9,4 °C, a kritikus hónapok átlaghőmérséklete pedig magasabb, mint 19,5 °C.

A kocsánytalan tölgyes, illetve cseres klímában, ahol a talaj kémhatásától függően a savanyú termőhelyen a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), a bázikus termőhelyen pedig a csertölgy (*Quercus cerris*) az uralkodó fafaj. Az éves átlagos csapadékösszeg már csak 600 mm körüli. A téli, tárolási időszakban az átlagos csapadékösszeg alig éri el a 250 mm, a fő növekedési ciklusban 190 mm, míg a kritikus hónapokban 120 mm. Ezek az értékek mintegy 10%-kal alacsonyabbak, mint a gyertyános-tölgyes klímában. Az évi átlaghőmérséklet már eléri a 10,0 °C -ot, a kritikus hónapok átlaghőmérséklete pedig 20 °C.

Az erdőssztyepp klíma éves átlagos csapadékösszeg a legalacsonyabb 550 mm alatti. A téli, tárolási időszakban az átlagos csapadékösszeg értéke 230 mm, a fő növekedési ciklusban 175 mm, míg a kritikus hónapokban már csak 100 mm. E klíma a legmelegebb az évi átlaghőmérséklete csaknem 10,5 °C, a kritikus hónapok átlaghőmérséklete pedig 21,0 °C.

E mért és számított adatokból képezték az erdészeti aszályossági indexet (FAI), melynek értéke a bükkös klímában kisebb, mint 4,750 (azaz FAI: 4,750 alatti). Átlag értéke pedig 4,36. A gyertyános-tölgyes klímában a FAI átlagos értéke 5,51. Tartománya pedig FAI: 4,751 – 6,000. A kocsánytalan tölgyes, illetve cseres klímában az átlagos FAI-érték 6,56. Tartománya pedig FAI: 6,001 – 7,250. Az erdőssztyepp klíma átlagos FAI-értéke 7,65. Tartománya pedig több mint 7,251 volt (FAI: 7,251 feletti). Tehát az erdészeti klímákat és az erdészeti aszályossági index (FAI) értékeit FÜHRER (2018) alapján a 4. táblázatban olvashatjuk.

4. táblázat: Erdészeti klíma és erdészeti aszályossági értékek (FAI)
(Forrás: FÜHRER, 2018)

Erdészeti klíma	FAI
bükkös	– 4,750
gyertyános-tölgyes	4,751 – 6,000
kocsánytalan tölgyes, ill. cseres	6,001 – 7,250
erdőssztyepp	7,250 –

Azonban ki kell emelni, hogy e mutató az időjárási elemekre épül, ezért csak a többletvízhatástól független, a változó vízellátottságú termőhelyeken álló erdőkre alkalmazható. Továbbá a téli félév (november – április) és a vegetáció megindulását

közvetlenül befolyásoló (áprilisi) hónap időjárási körülményeit nem veszi figyelembe (FÜHRER és mts., 2011).

4.2.3. Az Ellenberg-hányados (EQ)

Az Ellenberg-hányados (EQ) olyan erdészeti index, ami alkalmas az egyes fafajok [pl. a bükk (*Fagus sylvatica*) és a tölgy (*Quercus ssp.*)] elterjedésnek meghatározására (BALI, 2018). Ezen index a legmelegebb hónap (július) középhőmérsékletének és az éves csapadékmennyiségnek a hányadosa (CZÚCZ és mts., 2013).

$$EQ = 1000 * \frac{T_{VII}}{P_{év}} \quad (6)$$

A képletben:

T_{VII} a legmelegebb hónap (július) középhőmérséklete (°C)

$P_{év}$ az éves csapadékösszeg (mm) (Móricz és mts., 2013).

Az 5. táblázatban a bükk (*Fagus sylvatica*) és a tölgy (*Quercus ssp.*) fafajok Ellenberg-hányados (EQ) értékeit láthatjuk (ELLENBERG, 1988).

5. táblázat: Vegetáció típus és Ellenberg-hányados (EQ) értékei
(Forrás: ELLENBERG, 1988)

Növényzet típusa	EQ
bükk (<i>Fagus sylvatica</i>)	$EQ < 20$
bükk (<i>Fagus sylvatica</i>) és tölgy (<i>Quercus ssp.</i>)	$20 \leq EQ < 30$
elegyes tölgyesek	$30 \leq EQ < 40$
bükk pusztulása és kártevők támadása	$40 \leq EQ$

MÓRICZ és mts. (2013) vizsgálatai alapján megállapíthatjuk, hogy hazánkban 20 – 40 közötti EQ értékek optimálisak a tölgyesek (*Quercus ssp.*) számára. E feletti értékek esetén a tölgy elterjedési területe csökken. A 20 alatti értékek pedig a bükk (*Fagus sylvatica*) fafajnak kedveznek.

4.3. Eredmények és értékelésük

4.3.1. A zselici zonális erdőtársulások elemzése fajdiverzitás, flóraelem szempontjából

A növényfajok flóraelem szempontjából való besorolását a Flóra adatbázis (HORVÁTH és mts., 1995) alapján készítettem. A zselici zonális erdőtársulások fajainak flóraelem-rövidítését és magyarázatukat a 6. táblázatban láthatjuk (SIMON, 1992, SIMON, SEREGÉLYES, 1998). Szögletes zárójelben olvashatjuk azokat a flóraelemkategóriákat,

melyek nem jellemzőek az általam vizsgált zselici erdőkre. A csillagok (*) száma a flóraelem kategóriák földrajzi mértének nagyságrendjét érzékeltetik.

6. táblázat: Flóraelem rövidítések és magyarázatuk
(Forrás: Simon, 1992, Simon, Seregélyes, 1998)

Flóraelem		
csoportnév	rövidítés	magyarázat
Adventív	ADV*****	behurcolt, adventív
Kozmopolita	KOZ*****	kozmosopolita
Európai	CIR*****	cirkumpoláris
	EUA*****	eurázsiai
	EUR*****	európai
	CEU***	közép-európai
Kontinentális	CON*****	kontinentális
	PON***	pontusi
	PoM***	pontus-szubmediterrán
	PoP***	pontus-pannon
	[TUR***]	[turáni, aralo-kaszipi]
Mediterrán	[Med*****]	[mediterrán]
	SME*****	szubmediterrán
	SMO****	keleti-szubmediterrán
	Pab***	pannon-balkáni
	BAL***	balkáni
	Ill**	illír, nyugat-balkáni
Atlanti	AsM*****	atlanti-szubmediterrán
	[SAT*****]	[szubatlanti]
Északi és magashegységi	[BOR*****]	[boreális, északi]
	ALP*****	havasi, magashegységi, alpesi, alpin
	CEA***	középeurópai-alpin, alpin-balkáni
	ALB***	alpin-balkáni, közép-ázsiai
	[CAR**]	[kárpati]
	[DAC**]	[kelet-kárpati, dacikus]
Endemikus	[PAN**]	[pannoniai endemizmus]
	[END*]	[lokális (szuper-) endemizmus]

4.3.1.1. Bükkösök elemzése

A cönológiai felmérésem alapján elsőként a 3.2.1. fejezetben bemutatott bükkösöket kívánom elemezni.

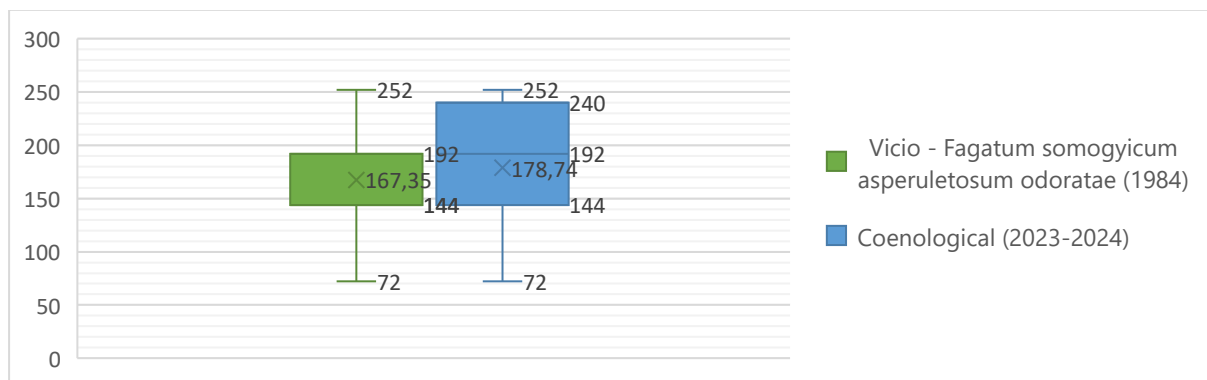
A cönológiai felmérésemet a Ropolyai-erdő Erdőrezervátum puffterületén (46.256, 17.805) végeztem. Megfigyeléseim szerint (1. melléklet) a lombkoronaszintet a közönséges bükk (*Fagus sylvatica*) uralja (30%-os borítottsággal). A kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) azonos (15%-os) borítású, mint az ezüsthárs (*Tilia tomentosa*), közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) szálanként (5%-os borítottsággal) van jelen. Juharok (*Acer spp.*) jelenlétét a lombkorona szintben nem tapasztaltam.

A cserjeszintben a lombkoronaszintet alkotó fajok újulatán kívül [közönséges bükk (*Fagus sylvatica*) borítottsága 15%] mezei juhar (*Acer campestre*), és a vénic szil (*Ulmus leavis*) található.

A gyepszintben pedig az üde erdei fajokon kívül [kapotnyak (*Asarum europaeum*), erdei ibolya (*Viola reichenbachiana*)], tömeges megjelenésű fajok [szagos müge (*Galium odoratum*), egyvirágú gyöngyperje (*Melica uniflora*) vannak jelen. A koratavaszi aszpektusa 5%-os borítottsággal pedig az ujjas keltike (*Corydalis solida*). Egyéb megfigyelt fajok: hagymaszagú kányazsombor (*Alliaria petiolata*), erdei pajzsika (*Dryopteris filix-mas*), erdei kutyatej (*Euphorbia amygdaloides*), ragadós galaj (*Galium aparine*), sárga árvacsalán (*Lamium galeobdolon*), foltos árvacsalán (*Lamium maculatum*), fehér perjeszittyó (*Luzula luzuloides*), erdei szélfű (*Mercurialis perennis*), pettyegetett tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*) és az orvosi veronika (*Veronica officinalis*).

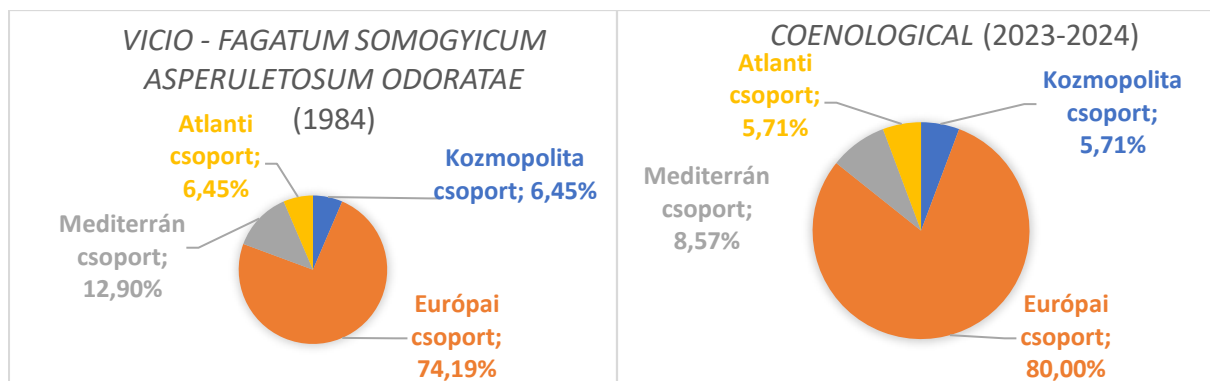
BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést statisztikai módszerekkel kívántam összehasonlítani (7. ábra). A statisztikai vizsgálatom alapjául a fajok flóraelem csoportba sorolását, a flóraelem csoport nagyság szerinti sorrendjét és az adott flóraelem kategória földrajzi méretének nagyságát vettem. Egytényezős varianciaanalízissel vizsgálva a két időszakban az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékének sokasági átlaga megegyezik (p-érték 0,4022, azaz valószínűsége 40,22%-nyi). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékének átlagában (értéke: 1,20661) szignifikáns eltérés nem látható. Ezt erősítette meg a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés is, mely során amennyiben az F értéke (1,06881) nagyobb, mint 1, akkor az F-nek kisebbnek kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (1,79531). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát, és kijelenthetjük, hogy nincs statisztikailag szignifikáns különbség a két

időszakban az állományt alkotó fajok flóraelem csoportjainak szórása között. Nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próbát alkalmazva szintén erre a megállapításra juthatunk, hiszen az egyszélű kritikus t-nél (1,6698) a t érték abszolút értéke (0,84157) kisebb. Így megállapíthatjuk, hogy nincs eltérés az átlagok között. Tehát kijelenthetjük, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értéke megegyezik.



7. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

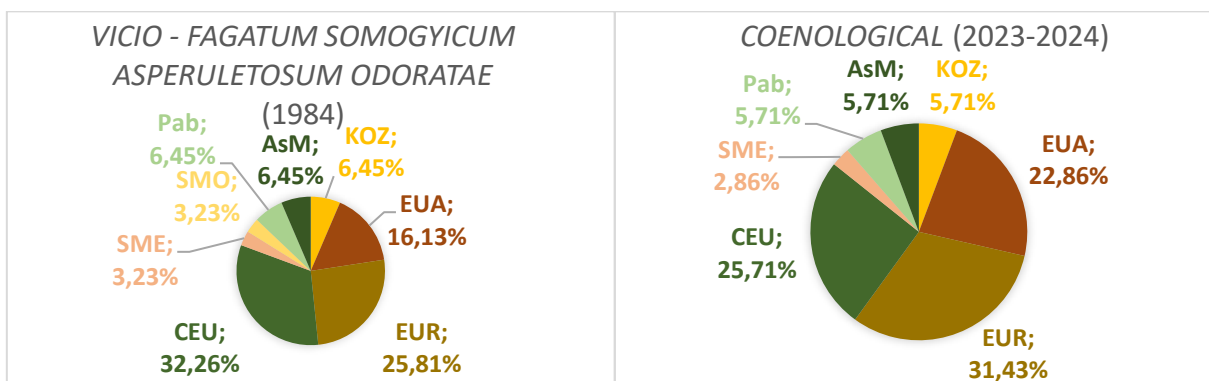
Amennyiben BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést flóraelem csoport szempontjából hasonlítjuk össze, láthatjuk, hogy a fajok több mint kétharmada az európai csoportba tartozik (8. ábra). Növekedés figyelhető meg az európai csoportba tartozó fajok arányánál, melynek mértéke 1,08. A többi csoportba tartozó fajok aránya csökken.



8. ábra: Bükkösök összehasonlítása flóraelem csoportok szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Flóraelem szempontjából összehasonlítva BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést (9. ábra) láthatjuk, hogy a fajok közel egy-egy harmada európai (EUR), illetve közép-európai (CEU) flóraelemű. Megfigyelve a változást megállapíthatjuk, hogy az eurázsiai (EUA) fajok aránya között a legnagyobb (1,42) a növekedés mértéke (16,13%-ról 22,86%-ra nőtt). Közel hasonló növekedés tapasztalható még az európai (EUR) fajok aránya

(25,81%-ról 31,43%-ra) között, melynek növekedési mértéke 1,22. A többi flóraelembe tartozó fajok aránya csökkent.



9. ábra: Bükkösök összehasonlítása flóraelem szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

4.3.1.2. Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek elemzése

Másodikként a cönológiai felmérésemet alapul véve a gyertyános-kocsánytalan tölgyeseket szeretném elemezni.

A cönológiai felmérés helyszíne Szenna és Bánya települések között (46.263, 17.684) található. Az itt található élőhely a (3.2.2.1.1.1. fejezetben bemutatott) félszáraz bükksásos gyertyános tölgyes (*Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae*) és a mecseki gyertyános-tölgyes (*Asperulo taurinae-Carpinetum*) keveréke, átmenete.

Megfigyeléseim szerint (2. melléklet) a lombkoronaszintben a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) borítása a legdominánsabb (45%-os). Ezen kívül 25%-os borítással jelen van a vöröstölgy (*Quercus rubra*), továbbá 5-5%-kal a csertölgy (*Quercus cerris*) és az ezüsthárs (*Tilia tomentosa*). Hiányzik a félszáraz bükksásos gyertyános tölgyes (*Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae*) élőhelyre jellemző bükk (*Fagus sylvatica*).

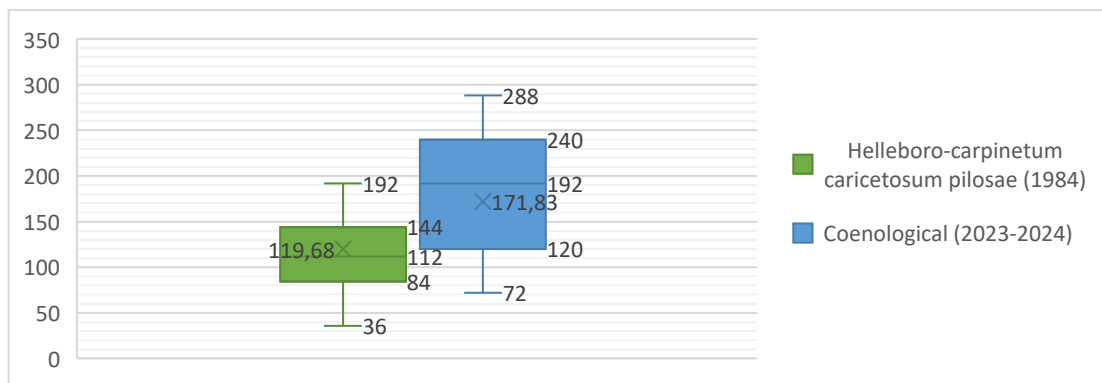
A fejlett cserjeszintet 15%-ban a közönséges fagyal (*Ligustrum vulgare*), 10%-ban az ezüst hárs (*Tilia tomentosa*) újulata, 5%-ban a szúrós csodabogyó (*Ruscus aculeatus*), és 3%-ban a mezei juhar (*Acer campestre*) újulata uralja. Jellemző faj még a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*), az erdei iszalag (*Clematis vitalba*), a vadkörte (*Pyrus pyraster*), a zselnicemegye (*Prunus padus*), a közönséges borostyán (*Hedera helix*) és a földi szeder (*Rubus fruticosus*). Hiányzik a félszáraz bükksásos gyertyános tölgyes (*Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae*) élőhelyre jellemző virágos kőris (*Fraxinus ornus*) és a bibircses kecskerágó (*Euonymus verrucosus*).

A gyepszintben a bükkös sás (*Carex pilosa*) az uralkodó 60%-os borítottsággal. Gyakori faj még a hagymás fogasír (*Cardamine bulbifera*) 1%-os borítással. Fajgazdag a tavaszi

aszpektusa, melynek képviselői a medvehagyma (*Allium ursinum*), a gyöngyvirág (*Convallaria majalis*), az ujjas keltike (*Corydalis solida*), nemes májvirág (*Anemone hepatica*) és az erdei szellőrózsa (*Anemone sylvestris*). Egyéb fajok az indás infű (*Ajuga reptans*), a hagymaszagú kányazsombor (*Alliaria petiolata*), berki szellőrózsa (*Anemone nemorosa*), bogláros szellőrózsa (*Anemone ranunculoides*), kapotnyak (*Asarum europaeum*), erdei sás (*Carex sylvatica*), erdei kutyatej (*Euphorbia amygdaloides*), szagos müge (*Galium odoratum*), erdei gyömbérgyökér (*Geum urbanum*), kerek repkény (*Glechoma hederacea*), édesgyökér (*Glycyrrhiza glabra*), sárga árvacsálán (*Lamium galeobdolon*), mogyorós lednek (*Lathyrus tuberosus*), pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*), nagyvirágú/déliméhfű (*Melittis melissophyllum*), sokvirágú salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*), orvosi tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*), és orvosi veronika (*Veronica officinalis*).

Hiányzik a fűszáraz bükkásos gyertyános tölgyes (*Helleboro-Carpinetum caricetosum pilosae*) élőhelyre jellemző odvas keltike (*Corydalis cava*), széleslevelű csenkesz (*Festuca drymeria*), erdei galambvirág (*Isopyrum thalictroides*), magyar varfű (*Knautia drymeia*), és a kis meténg (*Vinca minor*).

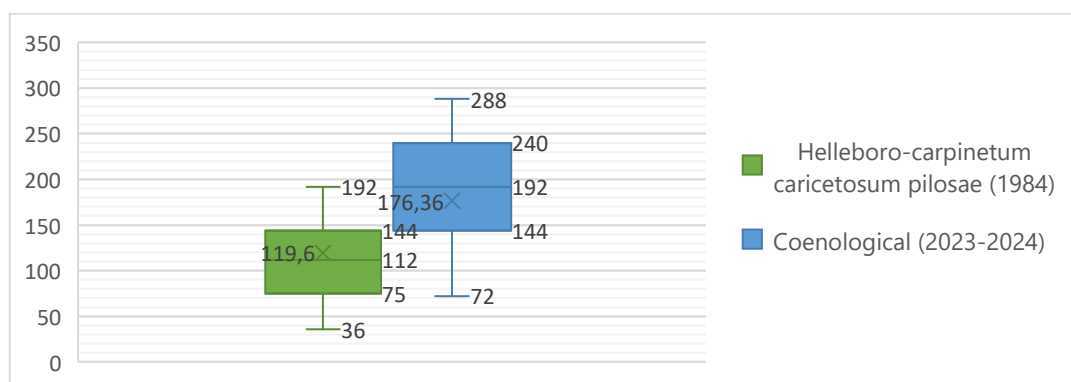
BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat flóraelem csoport szerint statisztikai módszerekkel hasonlítottam össze (10. ábra). Egytényezős varianciaanalízissel vizsgálva a két időszakban az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékének sokasági átlaga nem egyezik meg (p-érték nagyon kicsi 0,00032, azaz az egyezés valószínűsége 0,032%-nyi). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékének átlagában (értéke: 0,00096) szignifikáns eltérés látható. Ezzel ellentétesen a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,80297) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbnak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,55152). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. A kapott eredménnyel ellentétesen, nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próbát alkalmazva az egyszélű kritikus t-nél (1,67022) a t érték abszolút értéke (4,11118) nagyobb volt, tehát megállapíthatom, hogy eltérés tapasztalható a két időszakban az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékében.



10. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Mivel egy társulás átalakulásánál leghamarabb a gyepszintet, illetve a cserjeszintet alkotó fajok cserélődnek ki, változnak meg, ezért BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés eredményét fajdiverzitás, flóraelem szempontjából összehasonlítottam külön csak cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat, majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat is. Számításaim során hasonló eltérést tapasztaltam.

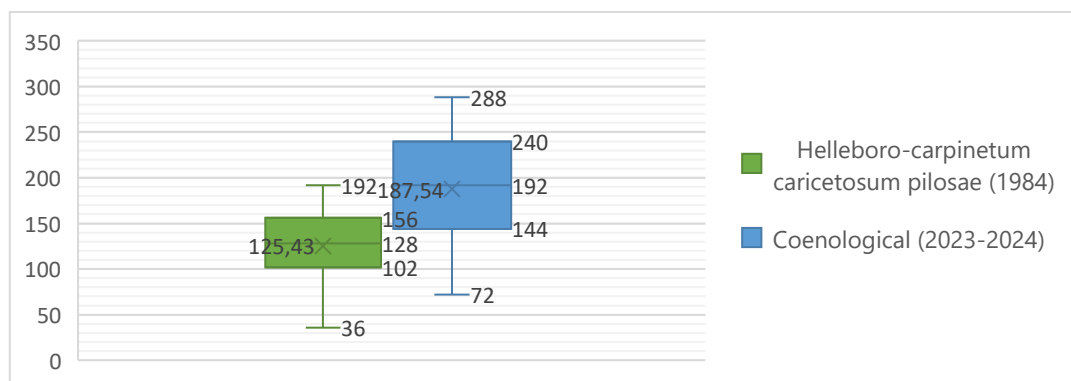
A cserje- és gyepszintet alkotó fajok esetében (11. ábra) egytényezős varianciaanalízissel számolva az egyezés valószínűsége nagyon kicsi 0,039%-nyi (p-érték 0,00039). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva (értéke: 0,00117) is eltérést tapasztaltam. Ezt erősítettem meg a nem-egyenlő szórásnégyzeteknél alkalmazandó kétmintás t-próbával számolva, ahol az egyszélű t kritikus értéknél (1,68107) nagyobb volt az abszolút t érték (4,00451), kijelenthető, hogy a két felmérés cserje- és gyepszintjét alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értéke eltér.



11. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

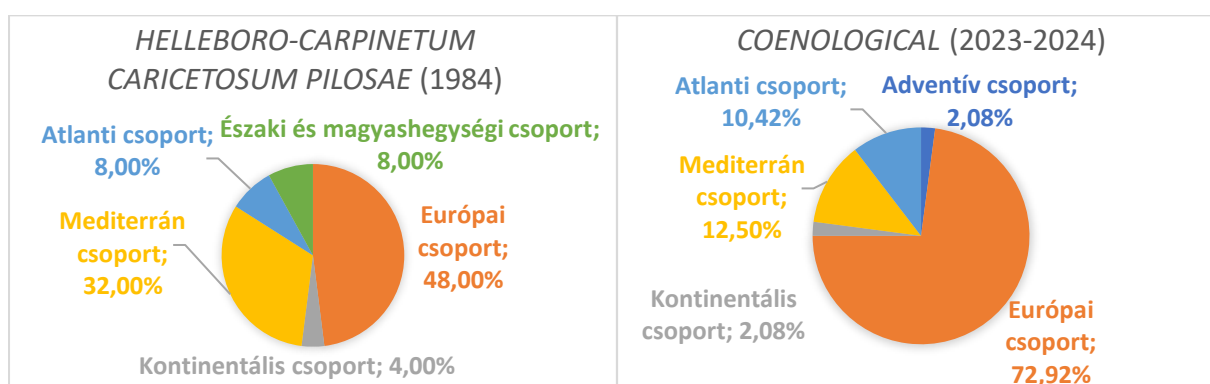
Ugyan így külön csak a gyepszintet alkotó fajokat vizsgálva (12. ábra) egytényezős varianciaanalízist alkalmazva megállapítható, hogy az egyezés valószínűsége igen kicsi

0,051%-nyi (p-érték 0,00051). T-próbát Bonnferroni korrekcióval ellátva (értéke: 0,00152) is eltérést tapasztaltam. Kétmintás t-próba esetén, ahol a t kritikus értéknél (1,73406) nagyobb volt az abszolút t érték (2,58186), szintén megállapítható, hogy a két cönológiai vizsgálat gyepszintjét alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értéke eltér.



12. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

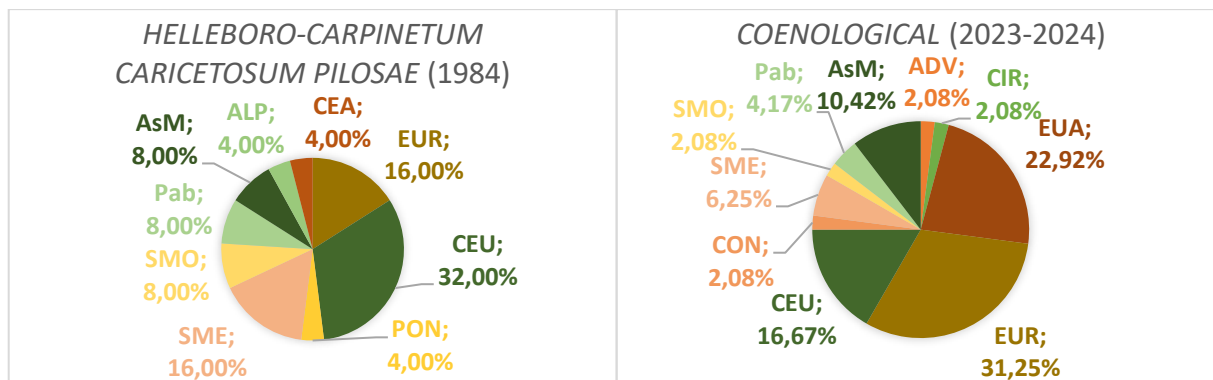
Amennyiben BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést flóraelem csoport szempontjából hasonlítjuk össze, láthatjuk, hogy míg BORHIDI (1984) esetén a fajok közel fele (48%-a), addig általam készített cönológiai felmérés esetén közel háromnegyede (72,98%-a) az európai csoportba tartozik (13. ábra). Ennek a növekedésnek a mértéke 1,52. Növekedést láthatunk még az atlanti csoportnál (8%-ról 10,42%-ra nőtt), melynek mértéke 1,30. Kontinentális és mediterrán csoportba tartozó fajok aránya csökken. Északi és magashegységi csoportba tartozó fajok eltűntek, helyette megjelentek adventív csoportba tartozó fajok.



13. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem csoportok szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Flóraelem szempontjából összehasonlítva BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést (14. ábra) kiolvashatjuk, hogy az európai (EUR) fajok aránya között

legnagyobb a növekedés mértéke (16%-ról 31,25%-ra nőtt, így a növekedés mértéke 1,95). Ezzel szemben a közép-európai (CEU) (32%-ról 16,67%-ra csökkentek, melynek mértéke 0,52) és a pannon-balkáni (Pab) (8%-ról 4,17%-ra csökkentek, melynek mértéke 0,52) fajok százalékos aránya csökkenést mutat. Alpesi (ALP), középeurópai-alpin, alpin-balkáni (CEA), továbbá pontusi (PON) eredetű fajok eltűnnek. Ugyanakkor 22,92%-os arányban megjelentek eurázsiai (EUA) fajok.



14. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

4.3.1.3. Cseres-kocsánytalan tölgyesek elemzése

Harmadikként pedig a cönológiai felmérésem alapján a (3.2.3. fejezetben bemutatott) cseres kocsánytalan tölgyeseket szeretném elemezni

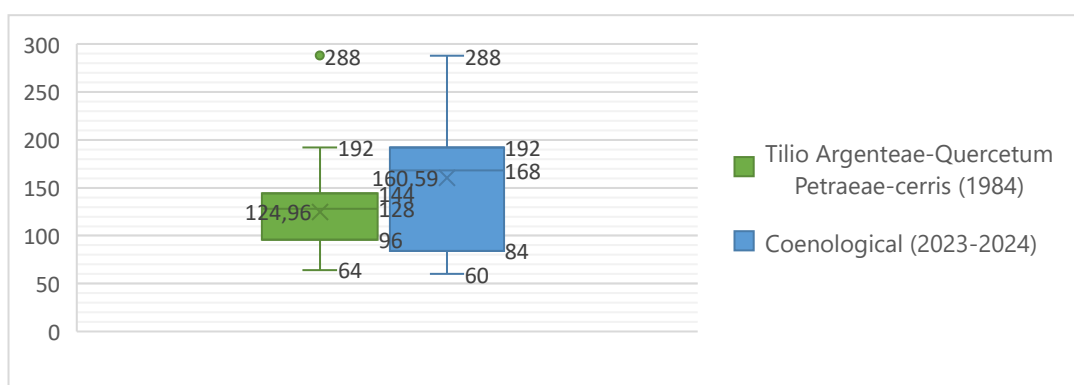
Cönológiai felmérésem helyszíne a Visnye településtől északra (46.201, 17.669) található erdő volt. Mint ahogy már említettem BOHIDI (1984) szerint a cseres-kocsánytalan tölgyesek a Zselicben összetételük és eredetük szerint nem egységesek. Feltételezésem szerint az itt felmért erdő az első csoportba tartozik, azaz ültetett erdő, mely utólag elhárásodott kultúrtölgyes. Ezt támasztja alá a cönológiai felmérésem (3. melléklet) is, a lombkoronaszintben a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) borítása a legdominánsabb (60%-os). Ezen kívül 30%-os borítással jelen van a vöröstölgy (*Quercus rubra*), mely az ültetett erdő jellegre utal.

A cserjeszintben a fent említett fafajok újulatán kívül 20%-os borítottsággal mezei juhar (*Acer campestre*), 3%-os borítottsággal virágos kőris (*Fraxinus ornus*), 2-2% pedig közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) és egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), illetve az ezüsthárs (*Tilia tomentosa*) alkotja. Megjelenik még a tatárjuhar (*Acer tataricum*), a közönséges borostyán (*Hedera helix*), a vadkörte (*Pyrus pyraeaster*) és a földiszeder (*Rubus fruticosus*).

A lomb-, és cserjeszint magas borítottsága, északias kitettsége miatt kevés fény jut a felszínre, így a gyepszintje szinte teljesen nudum terület. Kevés gyepszinti fajok közül meg kell említeni

a koratavaszi aszpektusú, 5%-os borítású salátaboglárkát (*Ranunculus ficaria*), az ujjas keltikét (*Corydalis solida*), a hagymás fogasírt (*Cardamine bulbifera*) és a pirítógyökeret (*Tamus communis*). Ezeken kívül hagymaszagú kányazsombort (*Alliaria petiolata*), erdei sást (*Carex sylvatica*), bükkös sást (*Carex pilosa*), erdei pajzsikát (*Dryopteris filix-mas*), felemáslevelű csenkeszt (*Festuca heterophylla*), illetve erdei gyömbérgyökeret (*Geum urbanum*) azonosítottam.

BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során leírt fajokat statisztikai módszerekkel összehasonlítottam flóraelem csoport szerint (15. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszert alkalmazva a két időszakban az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékének sokasági átlaga nem egyezik meg (p-érték kicsi 0,02576, azaz az egyezés valószínűsége 2,576%-nyi). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékének átlagában (értéke: 0,07727) szignifikáns eltérés látható. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,47811) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbnak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,53547). Ebben az esetben ez nem teljesül, így nem tekinthetjük pozitívnak az F-próbát. Ezt a kapott eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,67655) a t érték abszolút értéke (2,28328) nagyobb volt. Tehát megállapítható, hogy eltérés tapasztalható a két időszakban az állományt alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értékében.

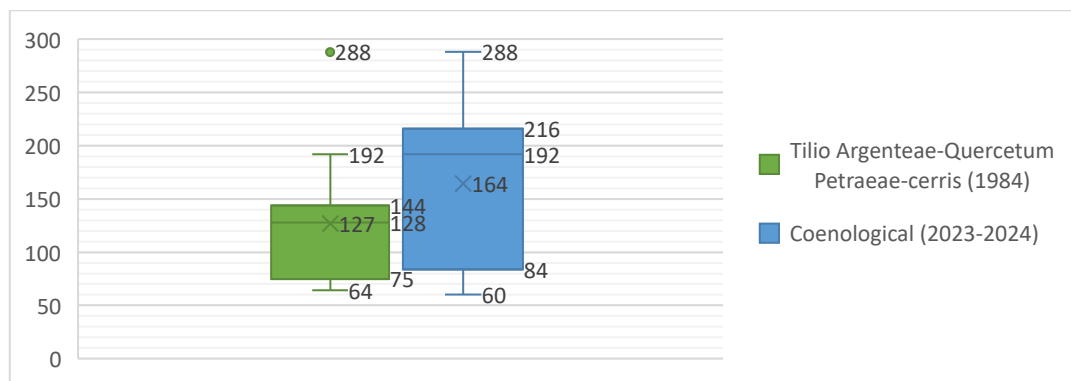


15. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából

(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

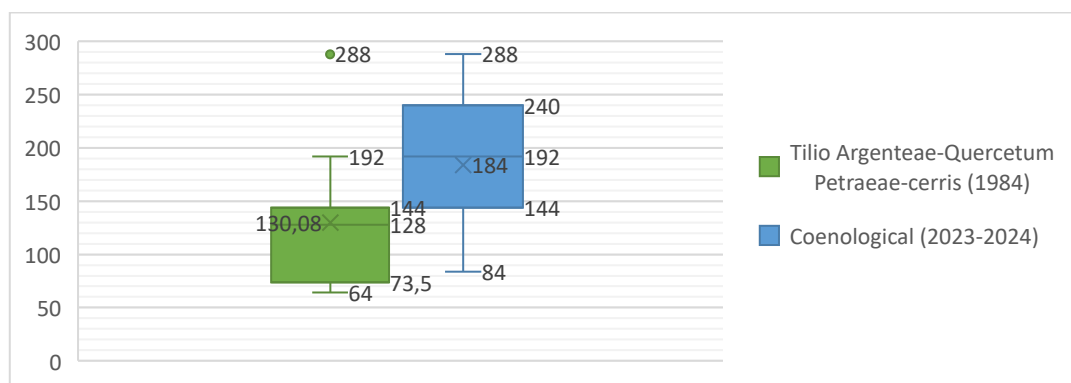
Amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat flóraelem csoportok szerint külön csak a cserje-és a gyepszintet alkotó fajokat, majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat hasonlítottam össze, már nem ennyire egyértelmű eltérést tapasztaltam.

A cserje- és gyepszintet alkotó fajok esetében (16. ábra) egytényezős varianciaanalízissel számolva az egyezés valószínűsége továbbra is kicsi 3,71%-nyi (p-érték 0,03716). Azonban a T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva 11,147%-os (értéke: 0,11147) egyezést kaptam. Ezzel ellentétesen a nem-egyenlő szórásnégyzeteknél alkalmazandó kétmintás t-próbával számolva, ahol az egyszélű t kritikus értéknél (1,67943) nagyobb volt az abszolút t érték (2,16461). Azaz mégis kijelenthető, hogy a két felmérés cserje- és gyepszintjét alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értéke eltér.



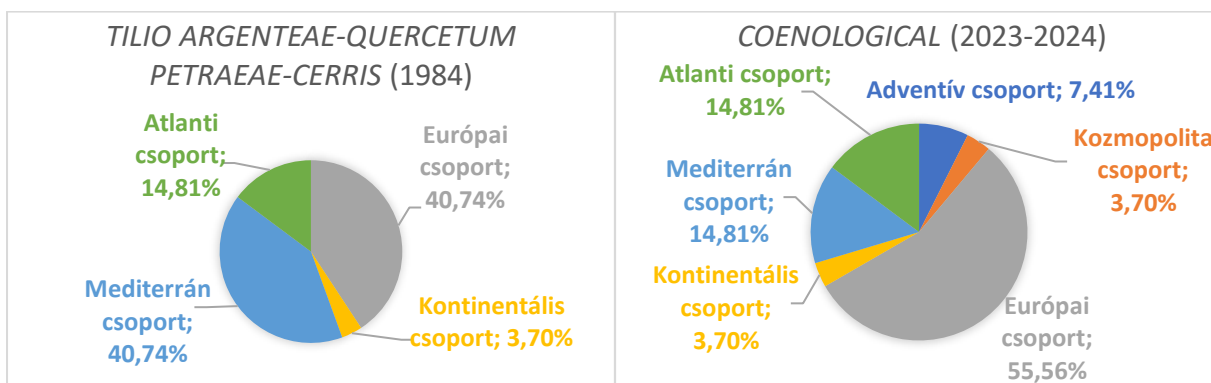
16. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Amikor külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (17. ábra) értékeltem egytényezős varianciaanalízissel, megállapítható, hogy az egyezés valószínűsége továbbra is kicsi 4,07%-nyi (p-érték 0,0407). Azonban a T-próbát Bonnferroni korrekcióval ellátva (értéke: 0,12211) 12,211%-nyi egyezést kaptam. Ezzel szemben kétmintás t-próba estén, ahol a t kritikus értéknél (1,71387) nagyobb volt az abszolút t érték (2,16567), szintén megállapítható, hogy a két cönológiai vizsgálat gyepszintjét alkotó fajok flóraelem csoportokra viszonyított értéke eltér.



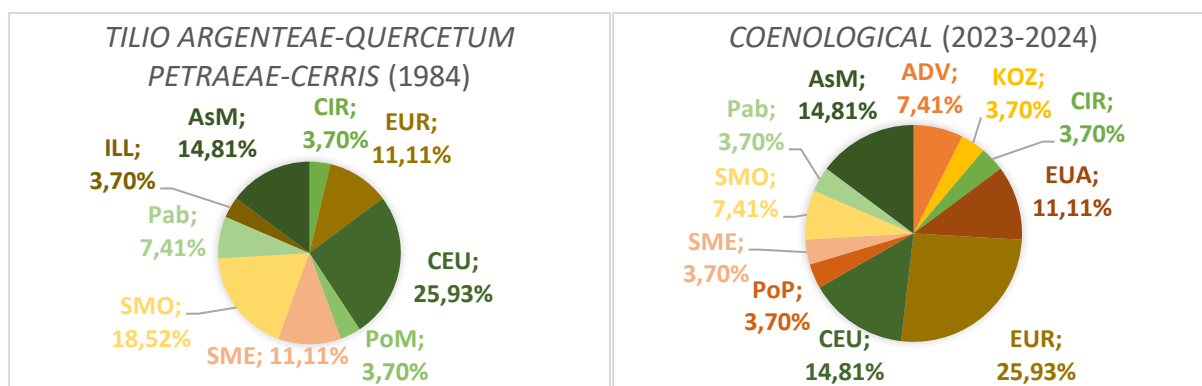
17. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Amennyiben BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést flóraelem csoport szempontjából hasonlítjuk össze, láthatjuk, hogy míg BORHIDI (1984) esetén a fajok közel fel (40,74%-a), addig általam készített cönológiai felmérés esetén több mint a fele (55,56%-a) európai csoportba tartozik (18. ábra). Ennek a növekedésnek a mértéke 1,36. Stagnálás láthatunk a kontinentális (3,70%) és az atlanti (14,81%) csoportba tartozó fajok arányánál. A mediterrán csoportba tartozó fajok aránya csökken (40,74%-ról 14,81%-ra). Ennek a csökkenésnek mértéke 0,36. Megjelentek a kozmopolita és az adventív csoportba tartozó fajok.



18. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem csoportok szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Flóraelem szempontjából összehasonlítva BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést (19. ábra) láthatjuk, hogy az európai (EUR) fajok aránya több mint duplájára növekedett (11,11%-ról 25,93%-ra). Ennek a növekedésnek a mértéke 2,33. Stagnálás tapasztalható a cirkumpoláris (CIR) és az atlanti-szubmediterrán (AsM) fajok arányában. Csökkenés tapasztalható a közép-európai (CEU) (mértéke 0,57), a pannon-balkáni (Pab) (mértéke 0,50), a keleti-szubmediterrán (SMO) (mértéke 0,40), továbbá a szubmediterrán (SME) (mértéke 0,33) fajok arányában. Eltűntek a pontus-szubmediterrán (PoM) és az illír, nyugat-balkáni (ILL) fajok, ugyanakkor megjelentek 7,41%-os arányban az adventív (ADV), 3,70%-os arányban a kozmopolita (KOZ) és szintén 3,70%-os arányban a pontus-pannon (POP) fajok.



19. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

4.3.2. Zonális erdőtársulások elemzése vízérték (Wz) szempontjából

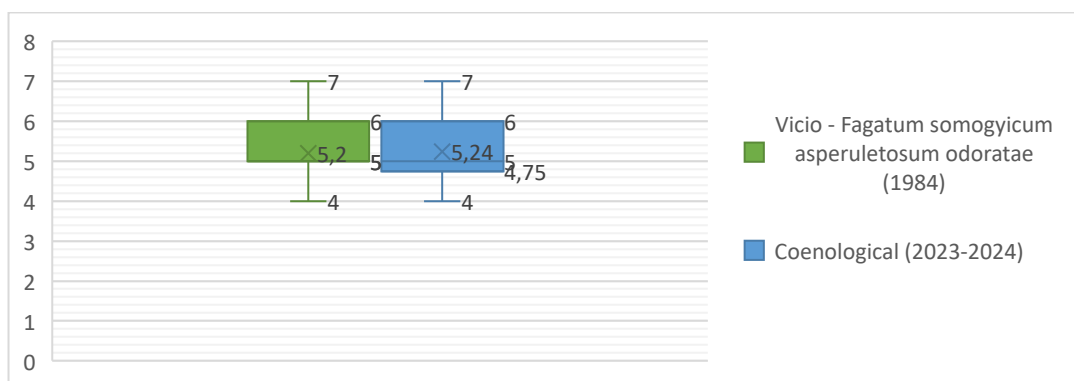
BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések során leírt fajokat vízérték (Wz) szempontjából is összehasonlítottam. A növényfajok vízérték (Wz) alapján való besorolását és magyarázatukat 7. táblázatban láthatjuk (Simon, 1992). Szögletes zárójelben olvashatjuk azokat a vízértékkategóriákat, melyek nem jellemzőek az általam vizsgált zselici erdőkre.

7. táblázat: Vízérték (Wz) rövidítések és magyarázatuk
(Forrás: Simon, 1992)

[0]	[extrém száraz]	6	mérsékelt nedves
[1]	[igen száraz]	7	nedves
2	száraz	8	mérsékelt vizes
3	mérsékelt száraz	[9]	[vizes]
4	mérsékelt üde	[10]	[igen vizes]
5	üde	[11]	[vízi]

Amikor a bükkös erdőtársulásokat (20. ábra) statisztikai módszerekkel hasonlítottam össze, egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszert alkalmazva azt tapasztaltam, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékének sokasági átlaga 87,18%-ban egyezik meg (p-érték 0,87185). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékének átlagában (értéke: 2,61556) szignifikáns eltérés nincsen. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,76084) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,54444). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt a kapott eredményt erősítette meg a nem egyenlő

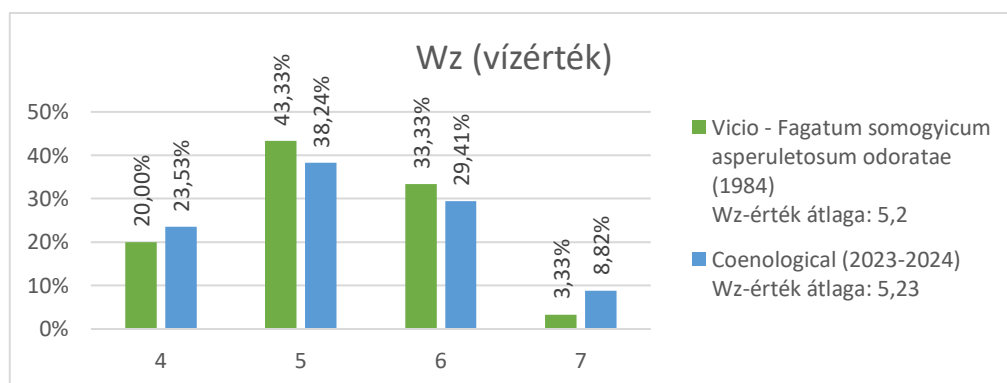
szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,6698) a t érték abszolút értéke (0,16338) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékében.



20. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Erre az eredményre jutottam, amikor Wz (víz-) érték szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,86231; Bonnferroni korrekciós érték: 2,58694; kritikus t-érték: 1,67469; abszolút t érték: 0,17694), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,68263; Bonnferroni korrekciós érték: 2,04788; kritikus t-érték: 1,68488; abszolút t érték: 0,42727) hasonlítottam össze.

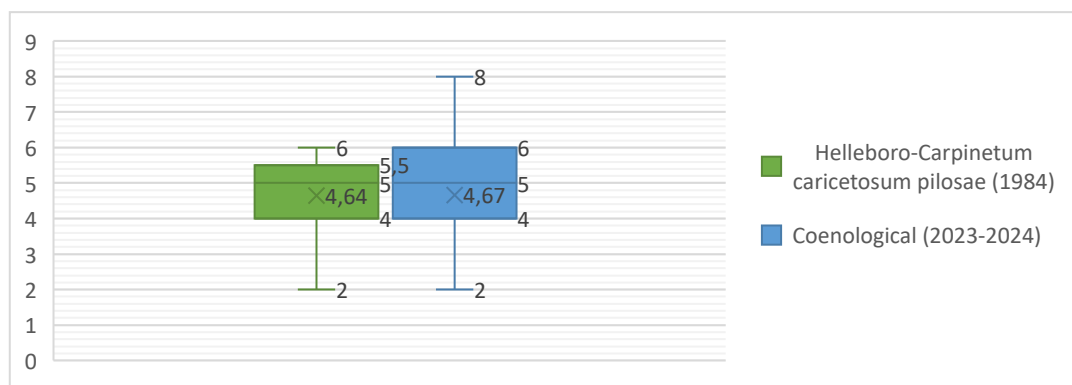
Bár a statisztikai módszerek a bükkös erdőtársulásoknál összeségében azt mutatják, hogy a nincs eltérés BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott állományalkotó fajok vízértékében (Wz), mégis az egyes kategóriák százalékos arányának összehasonlításakor (21. ábra) növekedést láthatunk a nedves (7) kategóriánál, a növekedés mértéke 2,65. Csökkenés tapasztalható az üde (5) és a mérsékelten nedves (6) kategóriák esetén, csökkenés mértéke mind a két esetben 0,88.



21. ábra: Bükkösök összehasonlítása vízérték (Wz) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásokat (22. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszer esetén azt

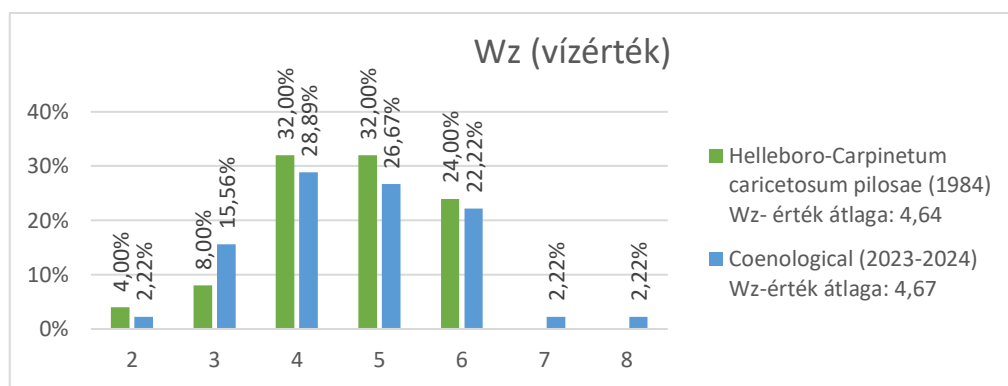
tapasztaltam, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékének sokasági átlaga 92,84%-ban egyezik meg (p-érték 0,92848). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékének átlagában (értéke: 2,78545) szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,74843) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,53228). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt az eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,67252) a t érték abszolút értéke (0,09392) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékében.



22. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

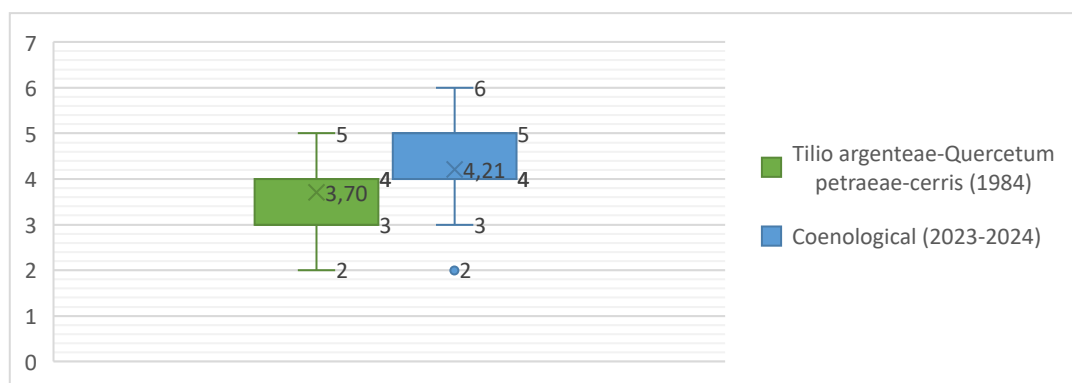
Ugyanerre a megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat Wz (víz-) érték szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,97124; Bonnferroni korrekciós érték: 2,91371; kritikus t-érték: 1,68195; abszolút t érték: 0,0377), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,41411; Bonnferroni korrekciós érték: 1,24233; kritikus t-érték: 1,694415; abszolút t érték: 0,94415) hasonlítottam össze.

Bár a statisztikai módszerekkel azt tapasztaltam, hogy a gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásoknál nincs eltérés BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott állományalkotó fajok vízértékében (Wz), mégis a mérsékelt száraz (3) kategória százalékos aránya növekedést mutat (mértéke: 1,94). Emellett megjelennek 2,22% – 2,22%-ban nedves (7), mérsékelt vizes (8) kategóriájú fajok. Ezzel párhuzamosan csökkenés tapasztalható a száraz (2) kategóriánál, csökkenés mértéke 0,56 (23. ábra).



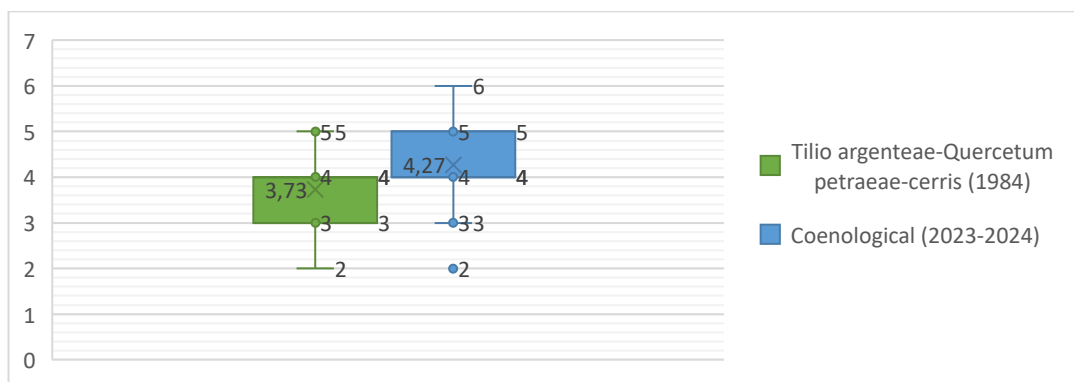
23. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása vízérték (Wz) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a cseres-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásokat (24. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszert alkalmazva a két időszakban az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékének sokasági átlaga 3,99%-ban egyezik meg (p-érték 0,03993), azaz a két sokaság átlagában eltérés volt tapasztalható. Ezzel szemben a T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékének átlagában (értéke: 0,11978) szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,69275) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,51124). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát, tehát nincs különbség a két cönológiai felmérés Wz (víz-) értékének sokasági átlaga között. Az egytényezős varianciaanalízis eredményét erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,67943) a t érték abszolút értéke (2,0878) nagyobb volt. Tehát megállapítható, hogy eltérés tapasztalható a két időszakban az állományt alkotó fajok Wz (víz-) értékében.

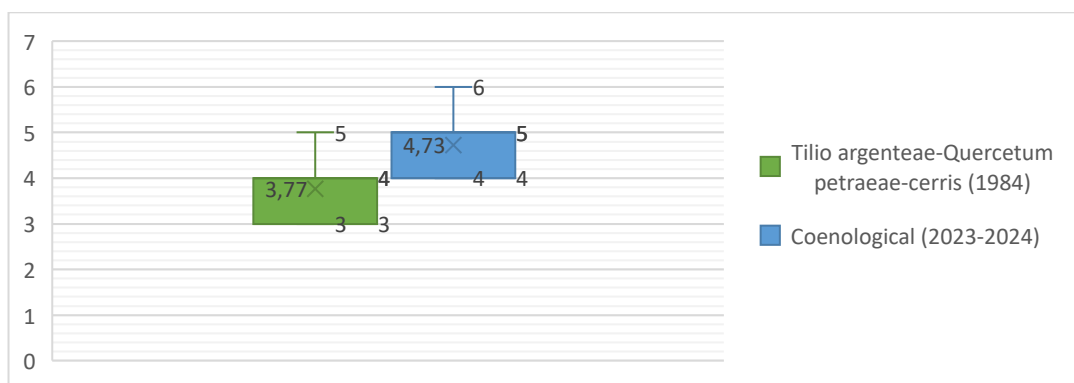


24. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Erre a megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat Wz (víz-) érték szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (25. ábra; p-érték: 0,03433; Bonnferroni korrekciós érték: 0,10299; kritikus t-érték: 1,68488; abszolút t érték: 2,18742), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (26. ábra; p-érték: 0,00107; Bonnferroni korrekciós érték: 0,00321; kritikus t-érték: 1,72074; abszolút t érték: 3,73967) hasonlítottam össze.

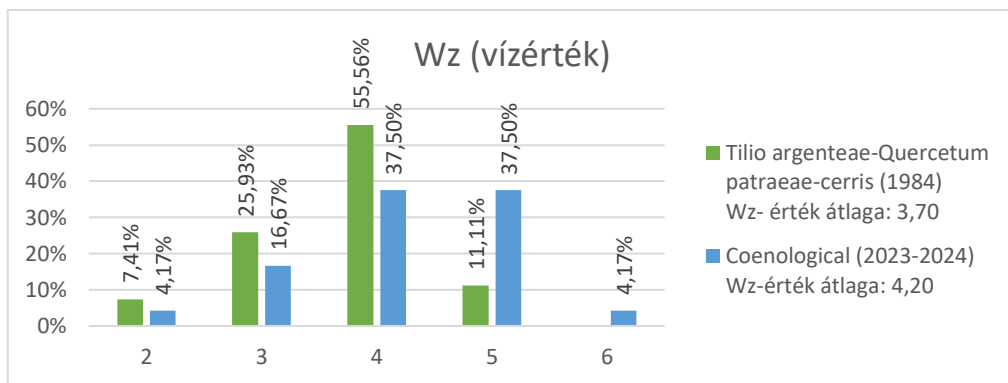


25. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)



26. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

A statisztikai módszerekkel kapott eredményeket erősíti meg, ha BORHIDI (1984) által és általam a cseres-kocsánytalan tölgyesekre készített cönológiai felméréseket százalékos arányban egyes kategóriánkként hasonlítjuk össze. Az üde (5) kategória erőteljes növekedést mutat (mértéke: 3,38). Megjelennek 4,17%-ban mérsékelten nedves (6) kategóriájú fajok. Emellett csökkenés tapasztalható a száraz (2) (csökkenés mértéke 0,56), a mérsékelten száraz (3) (mértéke 0,64) és a mérsékelten üde (4) (mértéke 0,68) kategóriáknál (27. ábra).



27. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása vízérték (Wz) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Mindezek alapján BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések során leírt fajokat vízérték (Wz) szempontjából összehasonlítva azt tapasztaltam, hogy mind a három élőhelynél (20-27. ábra) a fajok esetében enyhe eltolódás látható a két cönológiai felmérés között az üde (5), mérsékelt nedves (6) illetve nedves (7) kategória felé. Ennek az eltolódásnak az okát a felméréseimet megelőző csapadékosabb időjárásban látom. Úgy vélem a csapadékosabb időjárási körülmények miatt nőtt meg a magasabb vízértékkel rendelkező fajok aránya. Véleményem szerint ennek az eltolódásnak a mértékét további, évenkénti megismételt vizsgálatokkal ki lehetne küszöbölni.

4.3.3. Zonális erdőtársulások elemzése talajreakció érték (RZ) alapján

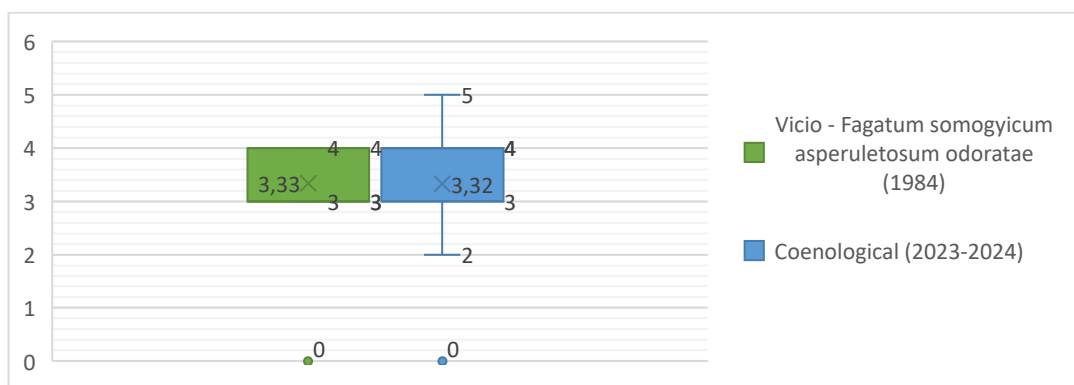
A zselici zonális erdőtársulások fajainak talajreakció (RZ-érték) rövidítését és magyarázatukat a 8. táblázatban olvashatjuk (Simon, 1992). Szögletes zárójelben olvashatjuk azt a talajreakció értékkategóriát, mely nem jellemző az általam vizsgált zselici erdőkre.

8. táblázat: Talajreakció (RZ-érték) rövidítések és magyarázatuk (Forrás: Simon, 1992)

Talajreakció (RZ)			
rövidítés	magyarázat	rövidítés	magyarázat
[1]	[savanyú]	4	enyhén meszes
2	gyengén savanyú	5	meszes, bázikus
3	közel semleges	0	nem jellemző

BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felméréseket tovább vizsgálva, a bükkös erdőtársulások esetében a talajreakció (RZ) értéket (28. ábra) egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszerrel összehasonlítva azt tapasztaltam, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok talajreakció értékének (RZ) sokasági átlaga 96,73%-ban

egyezik meg (p-érték 0,96731). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok RZ (pH-) értékének átlagában (értéke: 2,90194) szignifikáns eltérés nincsen. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,56733) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,5444). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt a kapott eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,67022) a t érték abszolút értéke (0,04187) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban a bükkösökben az állományt alkotó fajok talajreakció értékében (RZ).

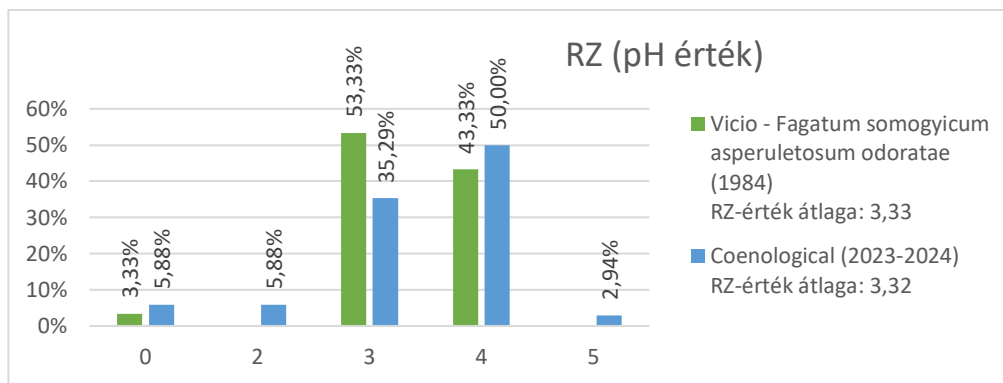


28. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel talajreakció (RZ) szempontjából

(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

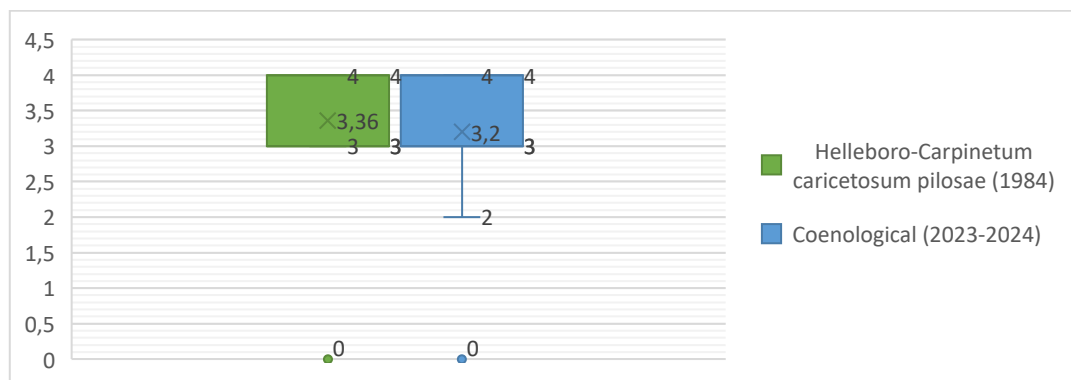
Erre az eredményre jutottam, amikor RZ (pH-) érték szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,75521; Bonnferroni korrekciós érték: 2,26562; kritikus t-érték: 1,67793; abszolút t érték: 0,33322), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,80857; Bonnferroni korrekciós érték: 2,42571; kritikus t-érték: 1,69092; abszolút t érték: 0,26309) hasonlítottam össze.

Bár a statisztikai módszerek a bükkös erdőtársulásoknál összeségében azt mutatják, hogy a nincs eltérés BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott állományalkotó fajok talajreakció értékében (RZ), mégis az egyes kategóriák százalékos arányának összehasonlításakor (29. ábra) azt láthatjuk, hogy megjelennek gyengén savanyú talajt kedvelő fajok (2) (százalékos aránya: 5,88%). Csökken a közel semleges talajt kedvelő fajok (3) aránya (csökkenés mértéke 0,66). Ezzel szemben enyhe növekedést tapasztalhatunk az enyhén meszes talajt kedvelő fajok (4) arányban (növekedés mértéke 1,15).



29. ábra: Bükkösök összehasonlítása talajreakció (RZ) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásokat is (30. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszer esetén azt tapasztaltam, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok talajreakció értékének (RZ) sokasági átlaga 51,38%-ban egyezik meg (p-érték 0,51387). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok RZ (pH-) értékének átlagában (értéke: 1,54161) szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,68983) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,53228). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt az eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,67155) a t érték abszolút értéke (0,69214) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban az állományt alkotó fajok talajreakció értékében.

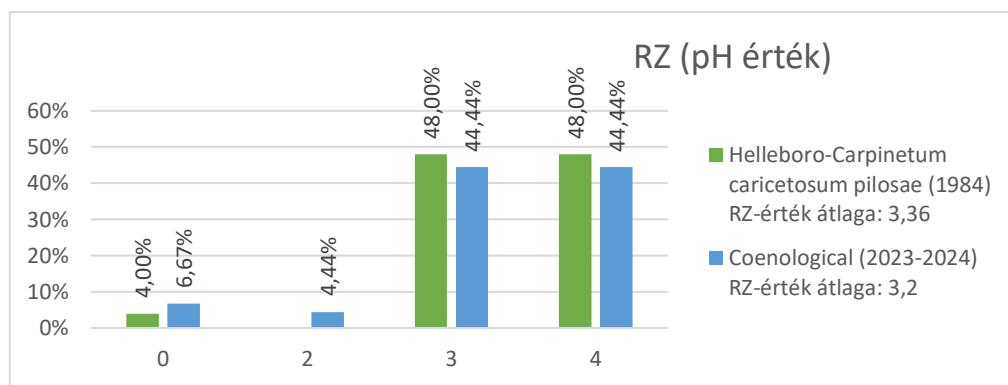


30. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel talajreakció (RZ) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Ugyanerre a megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat talajreakció érték (RZ) szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,24687; Bonnferroni korrekciós érték: 0,74062;

kritikus t-érték: 1,67109; abszolút t érték: 1,42776), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,36717; Bonnferroni korrekciós érték: 1,1015; kritikus t-érték: 1,68023; abszolút t érték: 1,17753) hasonlítottam össze.

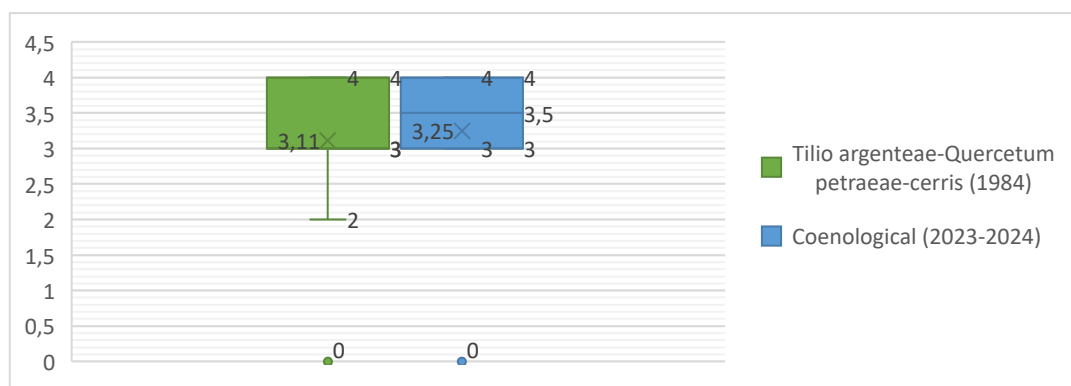
Bár a statisztikai módszerekkel azt tapasztaltam, hogy a gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtüskésedésekben nincs eltérés BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott állományalkotó fajok talajreakció (RZ) értékében, mégis az egyes kategóriák százalékos arányának összehasonlításakor (31. ábra) azt láthatjuk, hogy 4,44%-nyi arányban megjelennek gyengén savanyú talajt kedvelő fajok (2). Csökken a közel semleges talajt kedvelő (3) és az enyhén meszes talajt kedvelő (4) fajok aránya (csökkenés mértéke mindkettő esetében 0,93).



31. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása talajreakció (RZ) szempontjából

(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

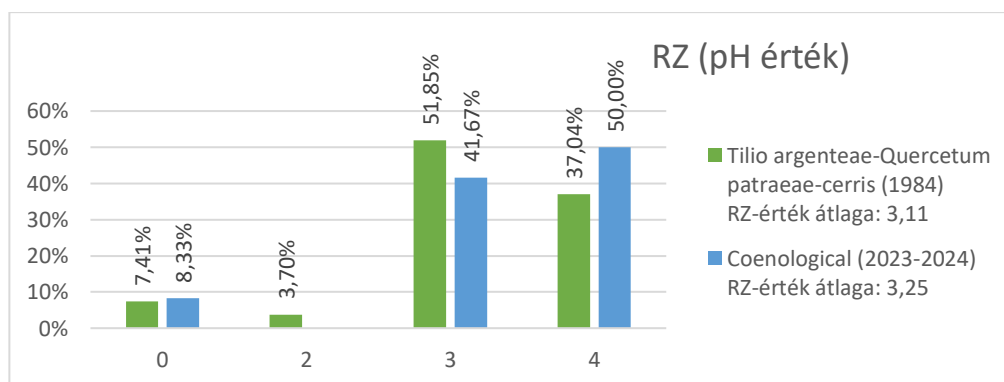
Statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a cseres-kocsánytalan tölgyes erdőtüskésedéseket is (32. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszert alkalmazva a két időszakban az állományt alkotó fajok talajérték (RZ) sokasági átlaga 64,87%-ban egyezik meg (p-érték 0,64873). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok RZ (pH-) értékének átlagában (értéke: 1,12418) szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,88979) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,51124). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt az eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,67793) a t érték abszolút értéke (0,45675) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban az állományt alkotó fajok talajreakció értékében.



32. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel talajreakció (RZ) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Ugyanerre a megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat talajreakció érték (RZ) szerint külön csak a cserje- és a gypszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,51358; Bonnferroni korrekciós érték: 1,54073; kritikus t-érték: 1,68195; abszolút t érték: 0,65887), majd pedig külön csak a gypszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,95725; Bonnferroni korrekciós érték: 2,8174; kritikus t-érték: 1,75305; abszolút t érték: 0,05168) hasonlítottam össze.

A statisztikai módszerekkel kapott eredményeket erősíti meg, ha BORHIDI (1984) által és általam a cseres-kocsánytalan tölgyesekre készített cönológiai felméréseket százalékos arányban egyes kategóriánként hasonlítjuk össze (33. ábra). 3,70%-nyi arányról elfogytak, eltűntek a gyengén savanyú talajt kedvelő fajok (2). Növekedést tapasztalhatunk azonban az enyhén meszes talajt kedvelő fajok (4) arányban (növekedés mértéke 1,35).



33. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása talajreakció (RZ) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Mindezeket összevetve BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felméréseket statisztikai módszerekkel összehasonlítva a talajreakció (RZ) érték szempontjából láthatjuk, hogy mindhárom élőhelyen szignifikáns eltérés nem írható le. Azonban százalékos arányban való összehasonlítás azt mutatja, hogy a bükkösöknél (29. ábra), illetve a gyertyános-

kocsánytalan tölgyeseknél (31. ábra) enyhe savanyodásra utaló folyamat játszódik le. Megjelennek a gyengén savanyú talajt kedvelő fajok (2). Megállapításom szerint ez a folyamat a rövid idő alatt lehulló nagy mennyiségű csapadék miatt történő kilúgzás erősödésével magyarázható, hiszen a rövid idő alatt lehulló nagyobb mennyiségű csapadék hatására erősebb mértékben mosódnak ki a talajból a bázikus elemek (kalcium, magnézium). Véleményem szerint ennek a savanyodásnak a mértékét további talajtani vizsgálatok elvégzésével detektálni lehetne.

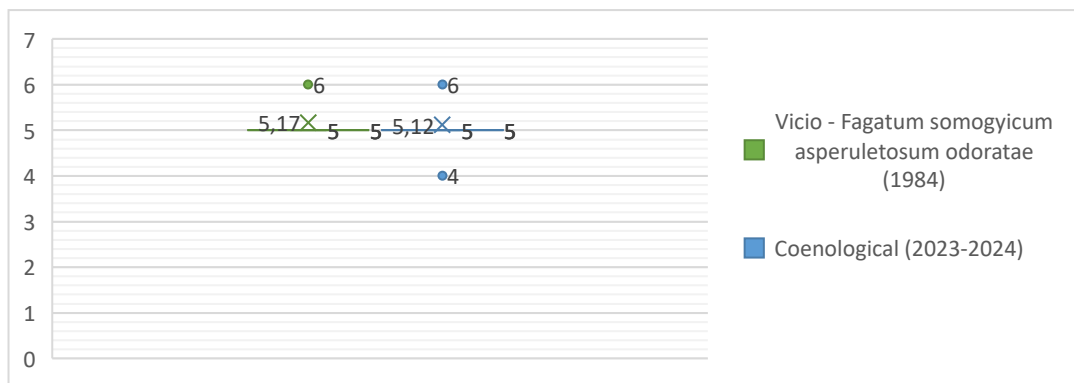
4.3.4. Zonális erdőtársulások elemzése hőérték (TZ) szempontjából

A zselici zonális erdőtársulások fajainak hőérték (TZ) rövidítését és magyarázatukat a 9. táblázatban olvashatjuk (Simon, 1992). Szögletes zárójelben olvashatjuk azokat a talajreakció értékkategóriákat, melyek nem jellemzőek az általam vizsgált zselici erdőkre.

9. táblázat: Hőérték (TZ) rövidítések és magyarázatuk
(Forrás: Simon, 1992)

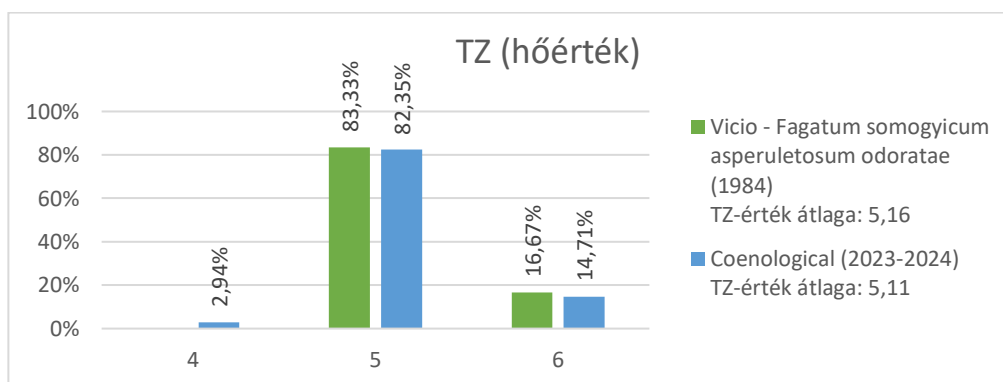
Hőérték (TZ)			
rövidítés	magyarázat	rövidítés	magyarázat
[0]	[nem jellemző]	4	tű-és lomblevelű elegyes erdők klíma
[1]	[tundra klíma]	5	lomberdő klíma
[2]	[erdős tundra klíma]	6	szubmediterrán lomberdő klíma
[3]	[tajga klíma]	7	mediterrán, atlanti örökzöld erdő klíma

BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felméréseket tovább vizsgáltam. A bükkös erdőtársulások esetében a hőértéket (TZ) egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszerrel összehasonlítva azt tapasztaltam (34. ábra), hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok hőértékének (TZ) sokasági átlaga 62,24%-ban egyezik meg (p-érték 0,62245). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok TZ hőértékének átlagában (értéke: 1,86736) szignifikáns eltérés nincsen. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,85748) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbnak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,5444). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt a kapott eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,6698) a t érték abszolút értéke (0,49727) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban a bükkösökben az állományt alkotó fajok hőértékében (TZ).



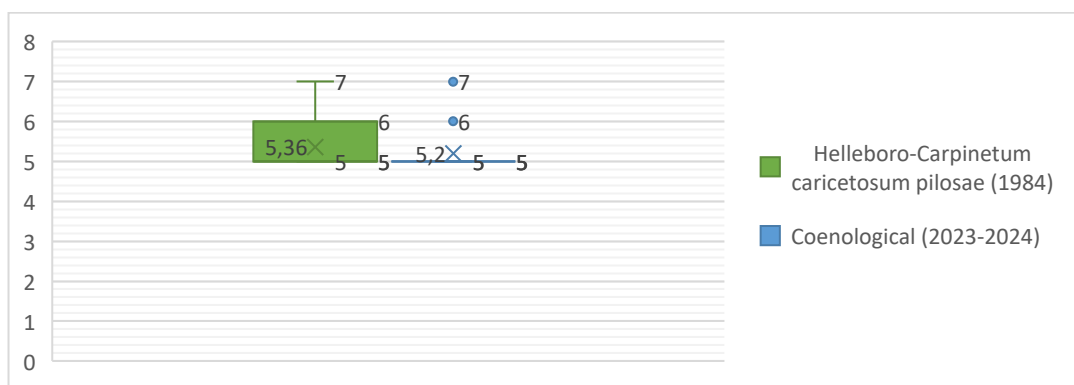
Erre az eredményre jutottam, amikor TZ hőérték szerint külön csak a cserje-és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,53839; Bonnferroni korrekciós érték 1,61518; kritikus t-érték: 1,67528; abszolút t érték: 0,62327), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,54093; Bonnferroni korrekciós érték: 1,62278; kritikus t-érték: 1,68595; abszolút t érték: 0,62653) hasonlítottam össze.

Amennyiben a BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések hőértéket (TZ) megfigyeljük a bükkösöket (35. ábra) 8 tized részben (83-82%-ban) lomberdő (5), illetve 1,5 tized részben (16-14%-ban) szubmediterrán lomberdő (6) klímába tartozó fajok alkotják. A két időszakban készült cönológiai felmérés hőérték (TZ) százalékos arányának összehasonlításakor nagy eltérést nem látunk. Kismértékű csökkenés (csökkenés mértéke 0,88) tapasztalható a szubmediterrán lomberdő (6) klímába tartozó fajok arányában. 2,94%-ban megjelentek tű- és lomblevelű elegyes erdők (4) klímába tartozó fajok.



Statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásokat is hőérték (TZ) szempontjából (36. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszer alkalmazva azt tapasztaltam, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok hőértékének (TZ) sokasági átlaga 25,2%-ban egyezik meg (p-érték 0,252). T-próbát

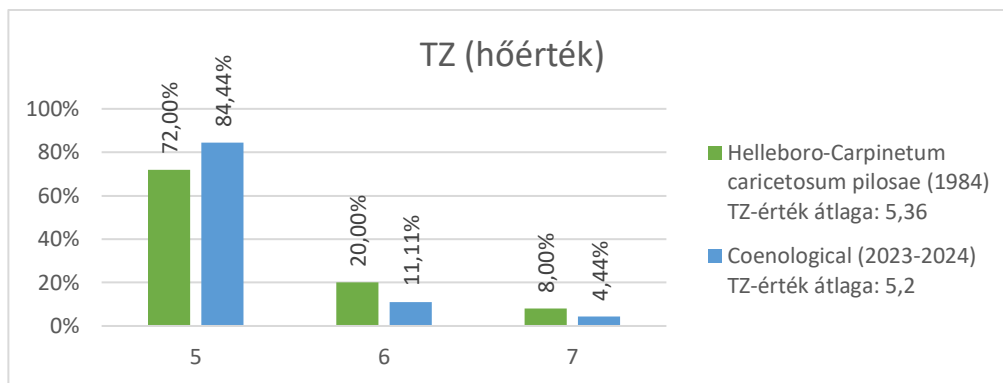
elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok Tz hőértékének átlagában (értéke: 0,756) szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (1,59762) nagyobb, mint 1, akkor az F-nek kisebbnek kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (1,76748). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt az eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,68288) a t érték abszolút értéke (1,08061) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban az állományt alkotó fajok hőértékében.



36. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (TZ) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

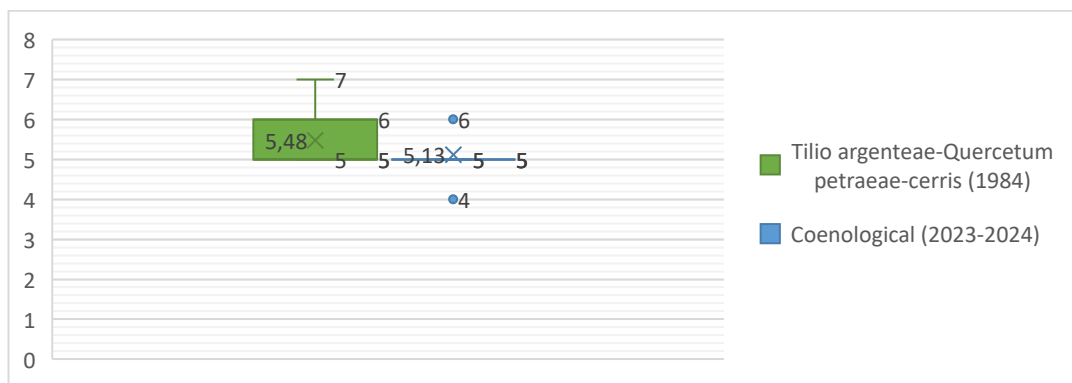
Ugyanerre a megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat hőérték (TZ) szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,17872; Bonnferroni korrekciós érték: 0,53615; kritikus t-érték: 1,69913; abszolút t érték: 1,22527), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,27463; Bonnferroni korrekciós érték: 0,82389; kritikus t-érték: 1,72913; abszolút t érték: 0,96967) hasonlítottam össze.

Amennyiben a BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések hőértéket (TZ) megfigyeljük a gyertyános-kocsánytalan tölgyeseket (37. ábra) lomberdő (5), illetve kis mértékben szubmediterrán lomberdő (6) klímába tartozó fajok alkotják. A két időszakban készült cönológiai felmérés hőérték (TZ) százalékos arányának összehasonlításakor nagy eltérést nem látunk. Kismértékű növekedés tapasztalható a lomberdő (5) klímába tartozó fajok arányában (növekedés mértéke 1,17). A szubmediterrán lomberdő (6) és a mediterrán örökzöld erdő (7) klímába tartozó fajok aránya azonos mértékben csökken (csökkenés mértéke 0,56).



37. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

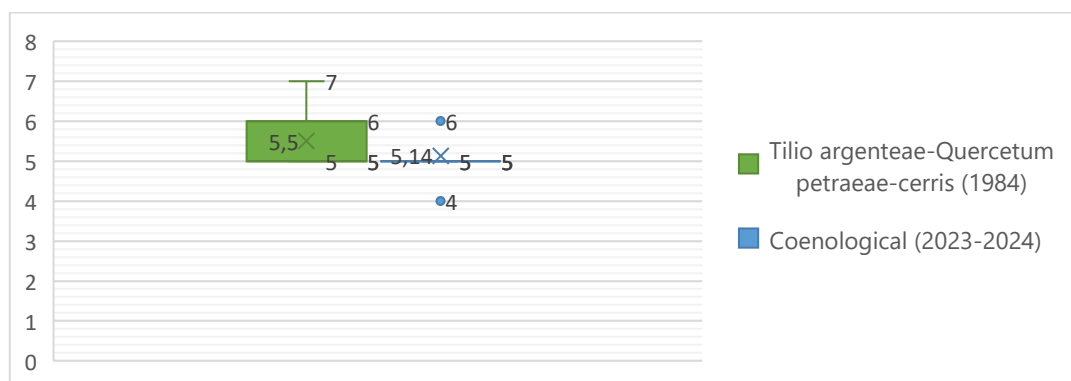
Statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a cseres-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásokat is (38. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszert alkalmazva a két időszakban az állományt alkotó fajok hőérték (TZ) sokasági átlaga nagyon kicsi, 1,86%-ban egyezik meg (p-érték 0,01867). Azonban a T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok hőértékének (TZ) átlagában (értéke: 0,05601) szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (1,67183) nagyobb, mint 1, akkor az F-nek kisebbnek kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (1,98814). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezzel ellentétesen azonban a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próbát elvégezve az egyszélű kritikus t-nél (1,67722) a t érték abszolút értéke (2,46998) nagyobb volt. Tehát megállapítható, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok hőértékében (TZ) eltérés tapasztalható.



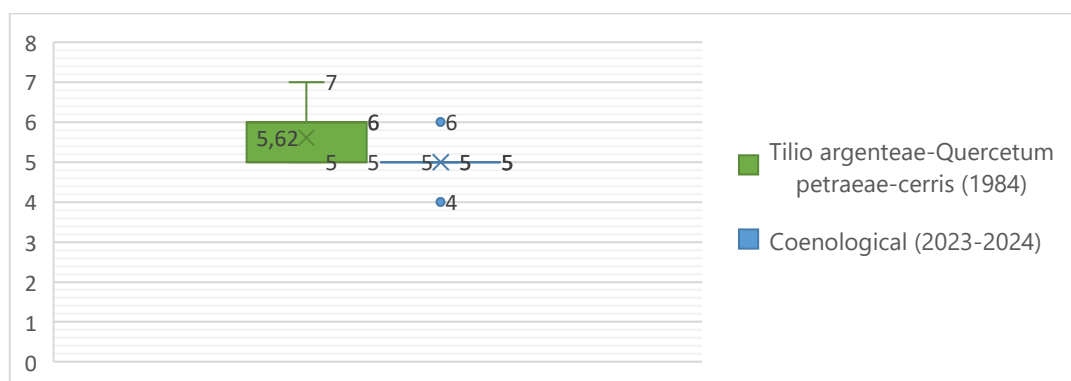
38. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (TZ) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Ugyanerre a megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat hőérték (TZ) szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (39. ábra; p-érték: 0,0299; Bonnferroni korrekciós érték: 0,08969;

kritikus t-érték: 1,68385; abszolút t érték: 2,24781), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (40. ábra; p-érték: 0,01468; Bonnferroni korrekciós érték: 0,04403; kritikus t-érték: 1,72074; abszolút t érték: 2,73231) hasonlítottam össze.

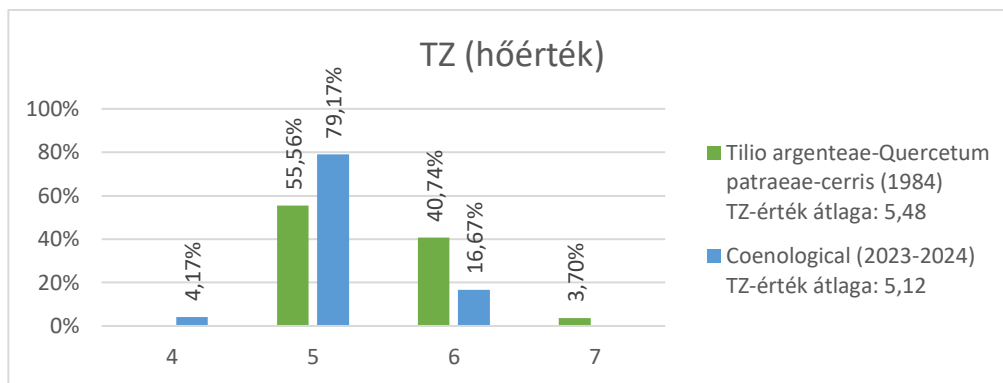


39. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (Tz) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)



40. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (Tz) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

A statisztikai módszerekkel kapott eredményeket erősíti meg, ha BORHIDI (1984) által és általam a cseres-kocsánytalan tölgyes élőhelyeken készített cönológiai felméréseket százalékos arányban egyes kategóriánként hasonlítjuk össze (41. ábra). Szignifikáns eltolódás tapasztalható a lomberdei (5) klímába tartozó fajok irányában. A lomberdei (5) fajok százalékos arányának növekedési mértéke 1,43. Cönológiai felmérésem során 79,17%-ban lomberdei (5) fajokat azonosítottam. A szubmediterrán lomberdei klímába tartozó fajokat (6) mindösszesen csak 16,67%-ban tudtam azonosítani, ezen klímába tartozó fajok százalékos arányában csökkenés látható (csökkenés mértéke 0,41). Míg a mediterrán örökzöld erdő (7) klímába tartozó fajok teljesen eltűntek, helyette 4,17%-ban megjelentek tű- és lomblevelű elegyes erdők (4) klímába tartozó fajok. Ezt az eltolódást az általam cönológiai felmérésre kiválasztott terület makroklimatikus viszonyaiban, illetve a korábbi erdőhasználatban látom.



41. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

4.3.5. Zonális erdőtársulások elemzése természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából

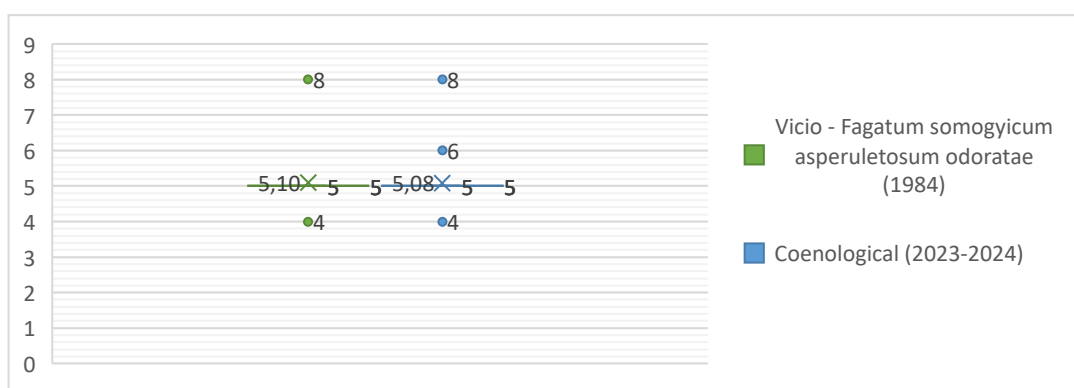
Végezetül pedig BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felméréseket hasonlítottam össze természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából (10. táblázat, Simon, 1992). Szögletes zárójelben olvashatjuk azt a természetvédelmi értékkategóriát, mely nem jellemző az általam vizsgált zselici erdőkre. A csillaggal (*) jelölt oszlopban a statisztikai számolás során alkalmazott értékeket olvashatjuk. A statisztikai vizsgálatom során magasabb értéket kaptak az esetleges változást jelző (TP természetes pionír, TZ természetes zavarástűrő, A agresszívan terjedő gyom) fajok.

10. táblázat: Természetvédelmi érték kategóriák (TVK) rövidítés és magyarázat
(Forrás: Simon, 1992)

Természetvédelmi érték kategóriák (TVK)					
Természetes állapotokra utaló fajok			Degradációra utaló fajok		
rövidítés	magyarázat	*	rövidítés	magyarázat	*
U	unikális fajok	1	TZ	természetes zavarástűrő fajok	8
[KV]	[kiemelten védett fajok]	[-]	A	agresszívan terjedő gyomfajok	7
V	védett fajok	3	GY	gyomfajok	6
E	társulás/állományalkotó fajok	4	G	gazdasági növények	2
K	kísérőfajok	5			
TP	természetes pionír fajok	9			

BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések közül a bükkös erdőtársulások esetében a természetvédelmi érték kategóriát (TVK) egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszerrel összehasonlítva azt tapasztaltam (42. ábra), hogy a két

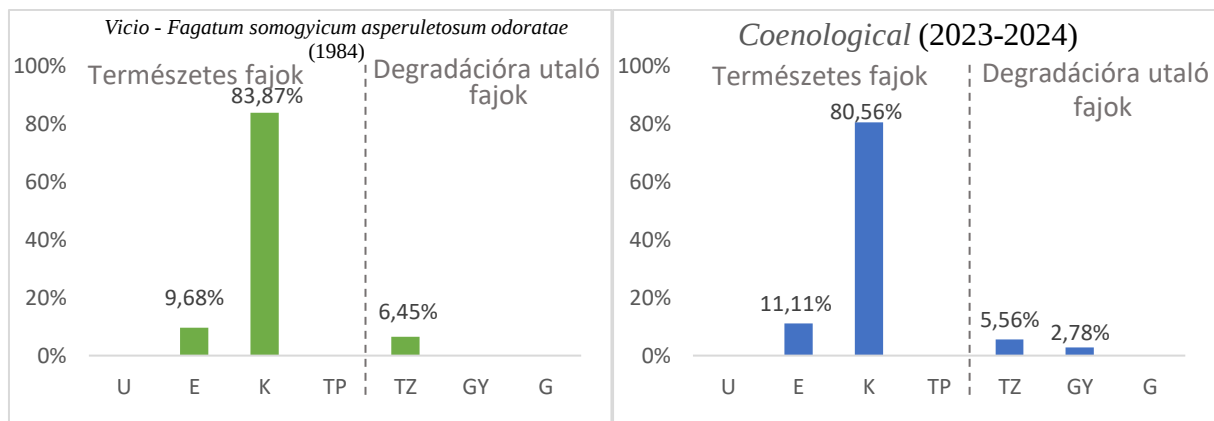
időszakban az állományt alkotó fajok természetvédelmi érték (TVK) sokasági átlaga 94,67%-ban egyezik meg (p-érték 0,94672). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok TVK természetvédelmi érték átlagában (értéke: 2,84016) szignifikáns eltérés nincsen. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (1,06203) nagyobb, mint 1, akkor az F-nek kisebbnek kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (1,78559). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt a kapott eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,6694) a t érték abszolút értéke (0,06693) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban a bükkösökben az állományt alkotó fajok természetvédelmi értékében (TVK).



42. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

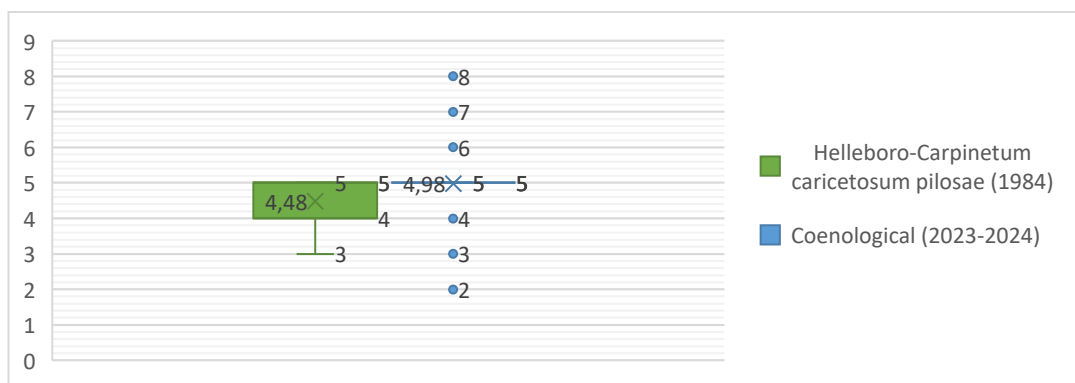
Erre az eredményre jutottam, amikor természetvédelmi érték (TVK) szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,84485; Bonnferroni korrekciós érték 2,53455; kritikus t-érték: 1,67591; abszolút t érték: 0,19491), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,89532; Bonnferroni korrekciós érték: 2,68597; kritikus t-érték: 1,6883; abszolút t érték: 0,13026) hasonlítottam össze.

Amennyiben a BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések természetvédelmi érték kategória (TVK) szerint megfigyeljük a bükkösöket (43. ábra) láthatjuk, hogy 8 tized részben (84-81%-ban) kísérőfajok (K) alkotják. Enyhe csökkenés látható a kísérőfajok (K) százalékos arányában (csökkenés mértéke 0,96). Kismértékű növekedés látható a társulás-, állományalkotó fajok (E) százalékos arányában (növekedés mértéke 1,15). Egyértelmű növekedés látható a degradációra utaló fajok arányában. A degradációra utaló fajok közül bár kismérték csökkenés tapasztalható a természetes zavarástűrő fajok (TZ) arányában (csökkenés mértéke 0,86), azonban 2,78%-ban megjelentek gyomfajok (GY).



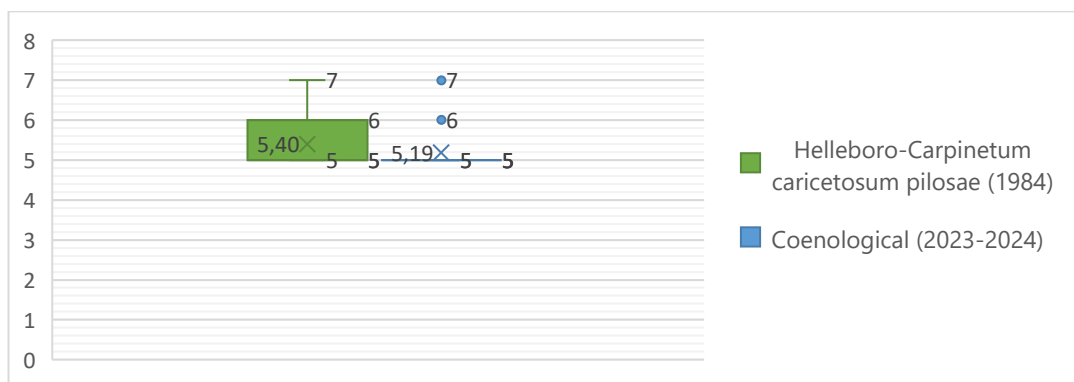
43. ábra: Bükksík összehasonlítása természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásokat is természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából (44. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszer alkalmazva azt tapasztaltam, hogy a két időszakban az állományt alkotó fajok természetvédelmi érték kategóriának (TVK) sokasági átlaga 5,98%-ban egyezik meg (p-érték 0,5983). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok TVK természetvédelmi értékének átlagában (értéke: 0,17948) szignifikáns eltérés nem tapasztalható. Ezzel ellentétesen a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,35207) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,5362). Ebben az esetben ez nem teljesül, így nem tekinthetjük pozitívnak az F-próbát. Ezt erősíti meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,6666) a t érték abszolút értéke (2,25026) nagyobb volt. Tehát megállapítható, hogy eltérés tapasztalható a két időszakban az állományt alkotó fajok természetvédelmi értékében (TVK).

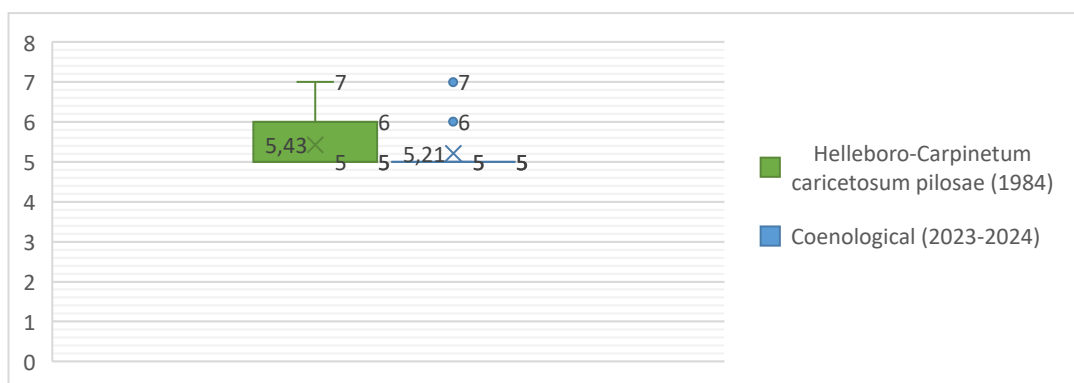


44. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Hasonló megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat természetvédelmi érték (TVK) szerint külön csak a cserje- és a gyepszintet alkotó fajokat (45. ábra; p-érték: 0,041; Bonnferroni korrekciós érték: 0,12299; kritikus t-érték: 1,67412; abszolút t érték: 2,44216), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (46. ábra; p-érték: 0,07843; Bonnferroni korrekciós érték: 0,23529; kritikus t-érték: 1,68957; abszolút t érték: 2,13574) hasonlítottam össze.



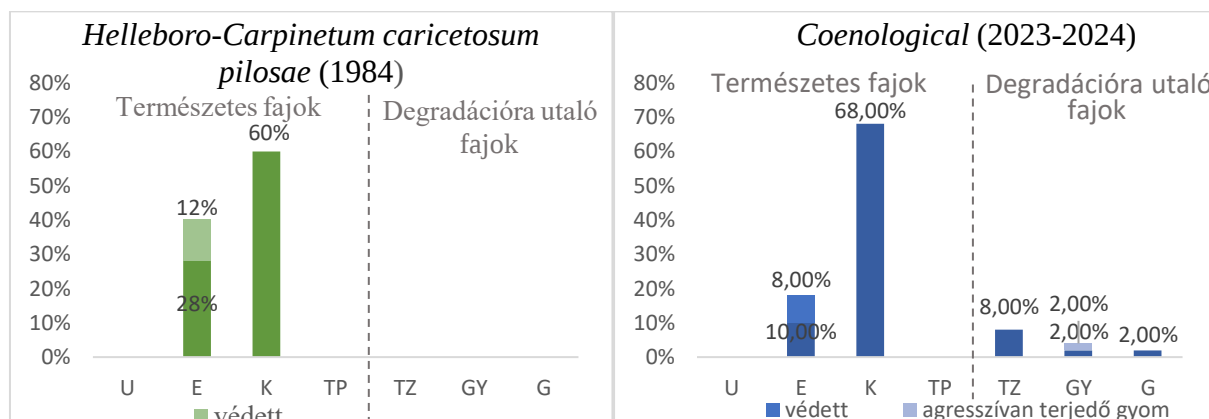
45. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)



46. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából
(Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

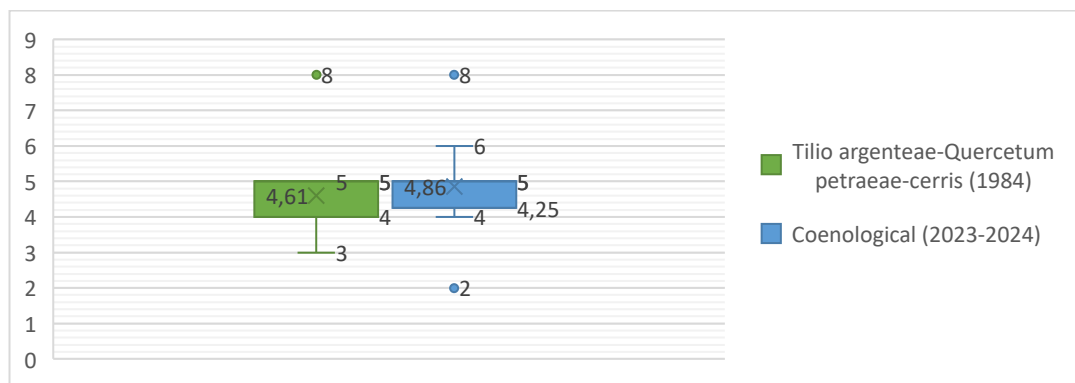
Amennyiben a BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések természetvédelmi érték (TVK) szerint megfigyeljük a gyertyános-kocsánytalan tölgyeseket (47. ábra) láthatjuk, hogy 6 tized részben (60-68%-ban) kísérőfajok (K) alkotják. Enyhe növekedés látható a kísérőfajok (K) százalékos arányában (növekedés mértéke 1,13). Csökkenés látható a társulás-, állományalkotó fajok (E) százalékos arányában (csökkenés mértéke 0,36). További csökkenés tapasztalható a védett fajok (V) fajok arányában (csökkenés mértéke 0,67). Ugyanakkor egyértelműen fokozódik, növekedik a degradációra utaló fajok százalékos aránya;

8,00%-ra nő a zavarástűrő (TZ) fajok, 4,00%-ra nő a gyomfajok (GY) aránya, melyből 2,00% agresszívan terjedő gyomfaj, illetve 2,00%-ban jelen vannak gazdasági növények (G) is.



47. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

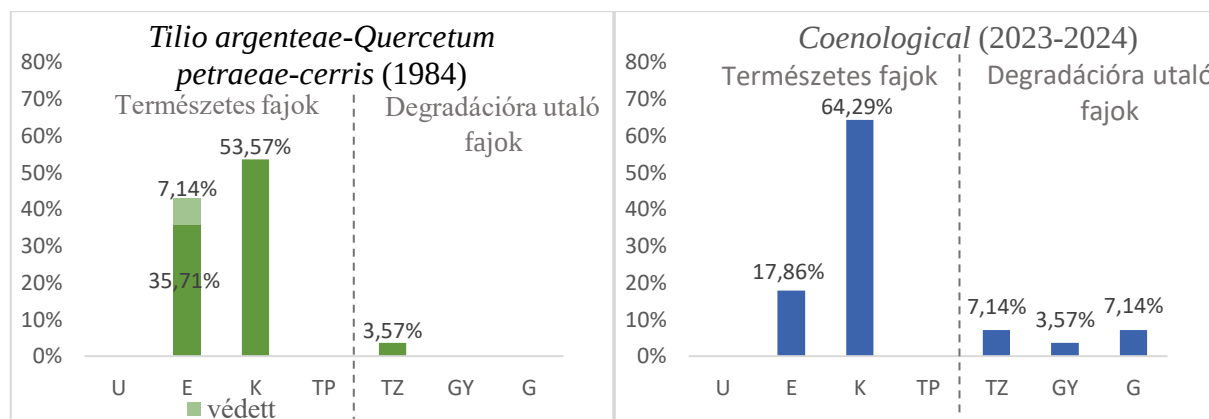
Végezetül pedig statisztikai módszerekkel összehasonlítottam a cseres-kocsánytalan tölgyes erdőtársulásokat is (48. ábra). Egytényezős varianciaanalízis statisztikai módszert alkalmazva a két időszakban az állományt alkotó fajok természetvédelmi érték (TVK) sokasági átlaga 39,44%-ban egyezik meg (p-érték 0,3944). T-próbát elvégezve, Bonnferroni korrekcióval ellátva az állományt alkotó fajok TVK természetvédelmi érték átlagában (értéke: 1,18321) szignifikáns eltérés nincsen. Ezzel megegyezően a szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba statisztikai elemzés során azt tapasztaltam, hogy mivel az F értéke (0,54741) kisebb, mint 1, akkor az F-nek nagyobbak kell lennie, mint az egyszélű kritikus F (0,52498). Ebben az esetben ez teljesül, így pozitívnak tekinthetjük az F-próbát. Ezt a kapott eredményt erősítette meg a nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba is. Az egyszélű kritikus t-nél (1,67591) a t érték abszolút értéke (0,85851) kisebb volt. Tehát megállapítható, hogy nem tapasztalható eltérés a két időszakban a cseres-kocsánytalan tölgyesekben az állományt alkotó fajok természetvédelmi értékében (TVK).



48. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (TZ) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Ugyanerre a megállapításra jutottam, amikor BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérés során kapott fajokat természetvédelmi érték (TVK) szerint külön csak a cserje-és a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,26735; Bonnferroni korrekciós érték: 0,80205; kritikus t-érték: 1,67866; abszolút t érték: 1,13011), majd pedig külön csak a gyepszintet alkotó fajokat (p-érték: 0,47031; Bonnferroni korrekciós érték: 1,41093; kritikus t-érték: 1,71714; abszolút t érték: 0,74189) hasonlítottam össze.

A statisztikai módszerekkel kapott eredményeket erősíti meg, ha BORHIDI (1984) által és általam a cseres-kocsánytalan tölgyes élőhelyeken készített cönológiai felméréseket százalékos arányban egyes kategóriánként hasonlítjuk össze (49. ábra). Láthatjuk, hogy 5, illetve 6 tized részben (54-64%-ban) kísérőfajok (K) alkotják. Enyhe növekedés látható a kísérőfajok (K) százalékos arányában (növekedés mértéke 1,20). Csökkenés látható a társulás, állományalkotó fajok (E) százalékos arányában (csökkenés mértéke 0,50). 7,14%-os arányról teljesen elfogytak a védett fajok (V) fajok. Ugyanakkor egyértelműen növekszik a degradációra utaló fajok százalékos aránya; 3,57%-ról 7,14%-ra, azaz duplájára nő a zavarástűrő (TZ) fajok aránya (növekedés mértéke 2,00), a gyomfajok (GY) 3,57%-ban, a gazdasági növények (G) pedig 7,14%-ban jelennek meg.



49. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából (Forrás: balra BORHIDI (1984), jobbra általam készített (2023-2024) cönológiai felmérés)

Mindezek alapján mind a három élőhely esetében láthatjuk, hogy a természetvédelmi érték szempontjából (40-45. ábra) egyértelmű növekedés látható a degradációra utaló fajok (a TZ – zavarástűrő fajok, és a GY – gyomfajok) arányában.

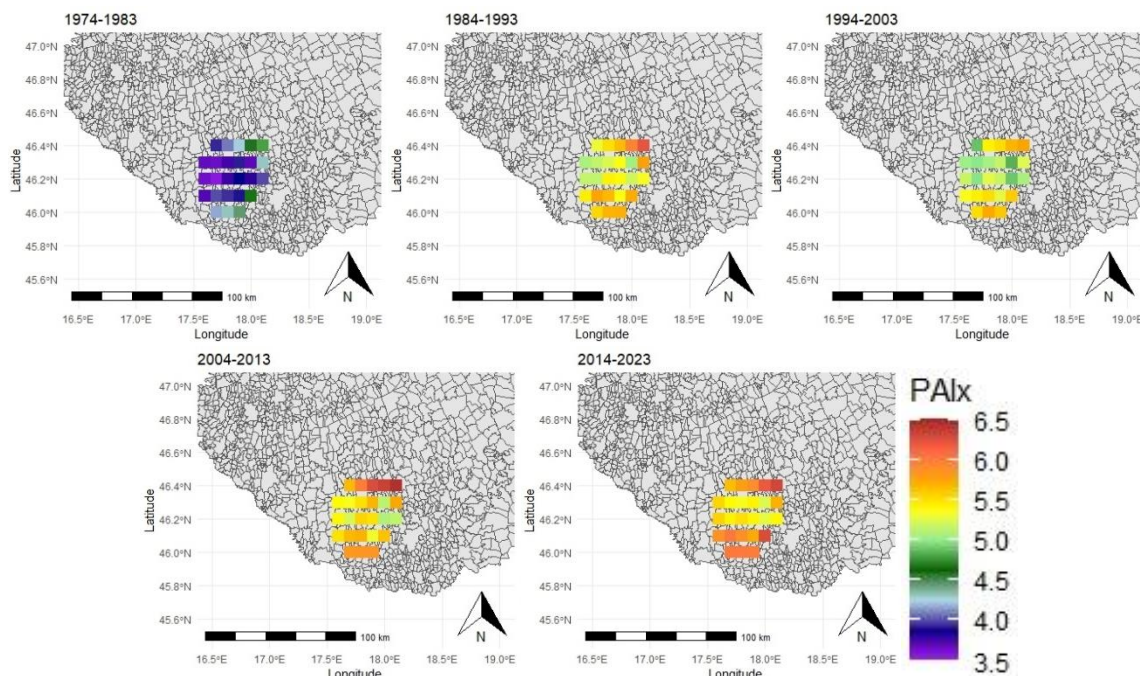
4.3.6. Páljai-féle aszályossági index (PAI) elemzése

A BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérésekből kiolvasható, hogy az általánosan elterjedt fajok, illetve a degradációra utaló fajok aránya nő. Az eddig kimutatott cönológiai felmérésekben tapasztalt változások okot adtak arra, hogy egy, a lokális

klímában bekövetkező változás hatásait feltételezzem, illetve vizsgáljam. Ennek alátámasztására számítottam ki a korábban bemutatott különböző meteorológiai indexeket a teljes Zselicség területére. Ezek közül először a Pálfai-féle aszályossági index eredményeit kívánom bemutatni.

A bővített Pálfai-féle aszályossági indexet (PAI_x) kiszámoltam a Zselic mind a 25 darab rácspontjára. Majd a kapott eredményeket R szabad felhasználású statisztikai program segítségével évtizedes átlagban térképeken jelenítettem meg (50. ábra, R Core Team, 2024).

A térképekről egyértelműen leolvasható, hogy az 1974-1983-ig terjedő évtizedben a PAI_x értékének évtizedes átlaga a rácspontok nagy részében (88%-ban) kisebb volt, mint $4\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{mm}$, azaz a Zselic aszálymentes terület volt. Az 1984-1993-as és az 1994-2003-as évtizedekben már PAI_x értékének évtizedes átlaga a rácspontok teljes egészében (100%-ban) $4 - 6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{mm}$ közötti, azaz enyhe aszályt mutató területeket láthatunk. A 2004-2013-ig és a 2011-2023-ig terjedő évtizedben erősödött az aszály mértéke, PAI_x értékeként már $6 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{mm}$ közötti rácspontok is leolvashatóak, azaz mérsékelt aszályos területek is megjelennek. A 2004-2013-as évtizedben 8%-ban, míg a 2014-2023-as évtizedben 36%-ban láthatunk ilyen mérsékelt aszályos területű rácspontokat.

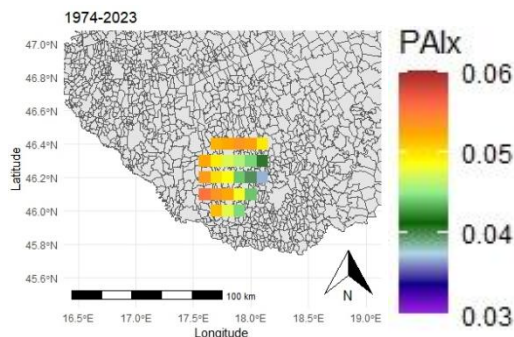


50. ábra: Bővített Pálfai-féle aszályossági index (PAI_x) évtizedes ábrázolása
(Forrás: saját munka, R Core Team, 2024)

A vizsgált időszakra (1974-2023) vonatkozóan a bővített Pálfai-féle aszályossági index (PAI_x) meredekségét térképen ábrázoltam (51. ábra). Ezen megfigyelhetünk egy nyugat – keleti irányú övezetességet. Míg Nyugat-Zselic területét lefedő rácspontok meredekségének átlaga magasabb (0,05013), addig Kelet-Zselic területét lefedők rácspontok meredekségének átlaga

alacsonyabb (0,04544). Azaz a Nyugat-Zselic területén végbemenő aszályossági, szárazodási folyamat gyorsabb ütemű, mint a Kelet-Zselici területeken.

Meg kell említenem, hogy mivel évtizedes átlagokat számítottam ki, ezért az így kimutatott változásokat akár egy-egy szélsőséges év is elmozdíthatja. Ugyanakkor a számításaim során fokozatos átmenetet, lassú, azonban trendszerű változást figyelhetünk meg.

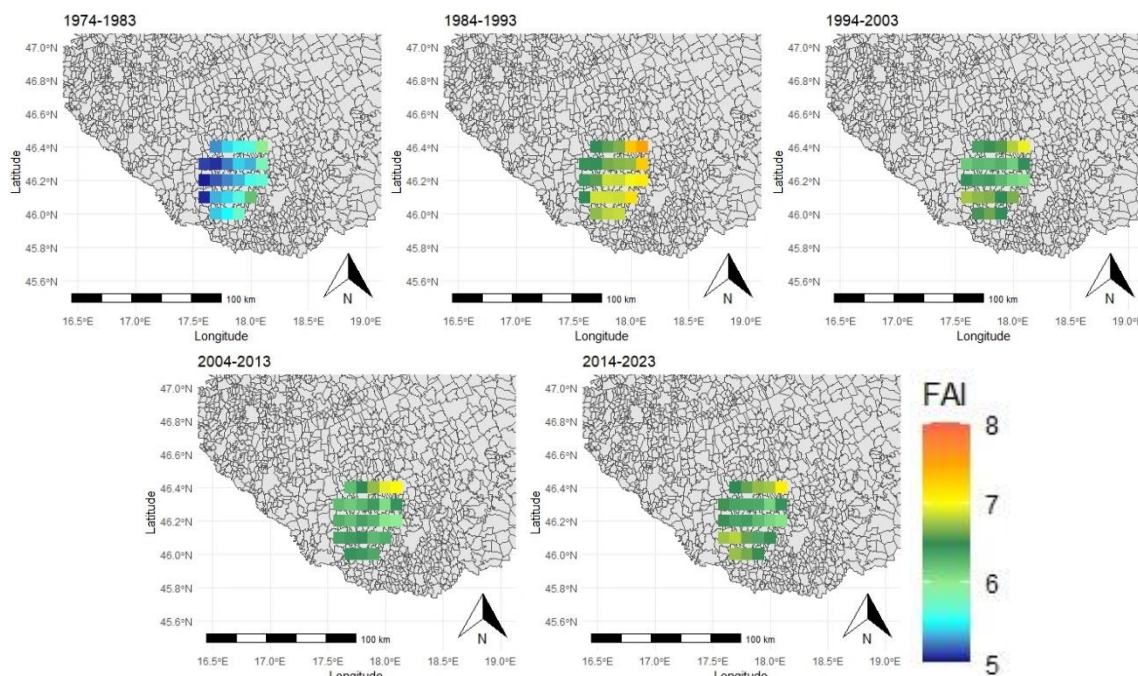


51. ábra: Bővített Pálfai-féle aszályossági index (PAI_x) meredeksége
(Forrás: saját munka, R Core Team, 2024)

4.3.7. Az ariditási index (FAI) elemzése

Másodikként pedig BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések összehasonlításából kiolvasható változásokat alá kívántam támasztani az ariditási index (FAI, Foresty Aridity Index) kiszámításával. A FAI az élőhelyek átlagos időjárását, a különböző fajok elterjedési területét és növekedési, szervesanyag-képzési viszonyait figyelembe vevő index, melyet szintén évtizedes átlagban térképeken ábrázoltam (52. ábra, R Core Team, 2023).

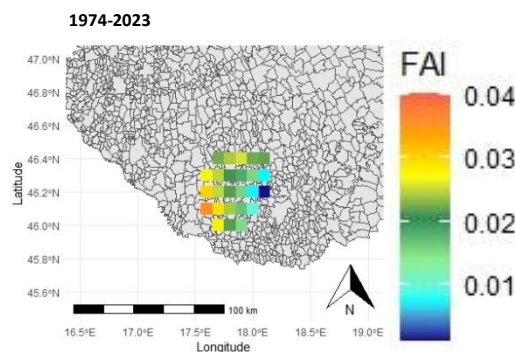
Számításaim eredményeként azt tapasztaltam, hogy a Zselic területére egyik évtized adatai sem, még a legkorábbi, az 1974-1983-as évtized értékei sem, mutattak 4,750 alatti FAI értéket, azaz bükkös klímát. Ezen évtized értékeiből is főleg gyertyános-kocsánytalan tölgyes klíma olvasható ki (FAI: 4,751 – 6,000). Az 1984-1993-as évtizedtől kezdődően az adatokban nagyfokú eltérés nem volt tapasztalható, a rácspontok többségében 6,001 – 7,250 közötti a FAI érték, azaz cseres-kocsánytalan tölgyes klíma látható (FAI: 6,001 – 7,250).



52. ábra: Az Ariditási index (FAI) évtizedes ábrázolása
(Forrás: saját munka, R Core Team, 2024)

A vizsgált időszakra (1974-2023) vonatkozóan az ariditási index (FAI, Foresty Aridity Index) meredekségének alakulását térképen ábrázolva (53. ábra) szintén megfigyelhetünk egy nyugat – keleti irányú övezetességet. Míg Nyugat-Zselic területét lefedő rácspontok meredekségének átlaga magasabb (0,02069), addig Kelet-Zselic területét lefedőké alacsonyabb (0,01097). Sőt keleten az egyik (321-es számú) rácsponton előjelváltás figyelhető meg, tehát van köztük egy negatív előjelű rácspont is (-0,0022).

Ebből láthatjuk, hogy a Zselic területén a fafajok elterjedésének, a fajok növekedésében és szervesanyag-képzésében végbemenő változások ugyan kis mértékűek, lassú üteműek, de trendszerűek.



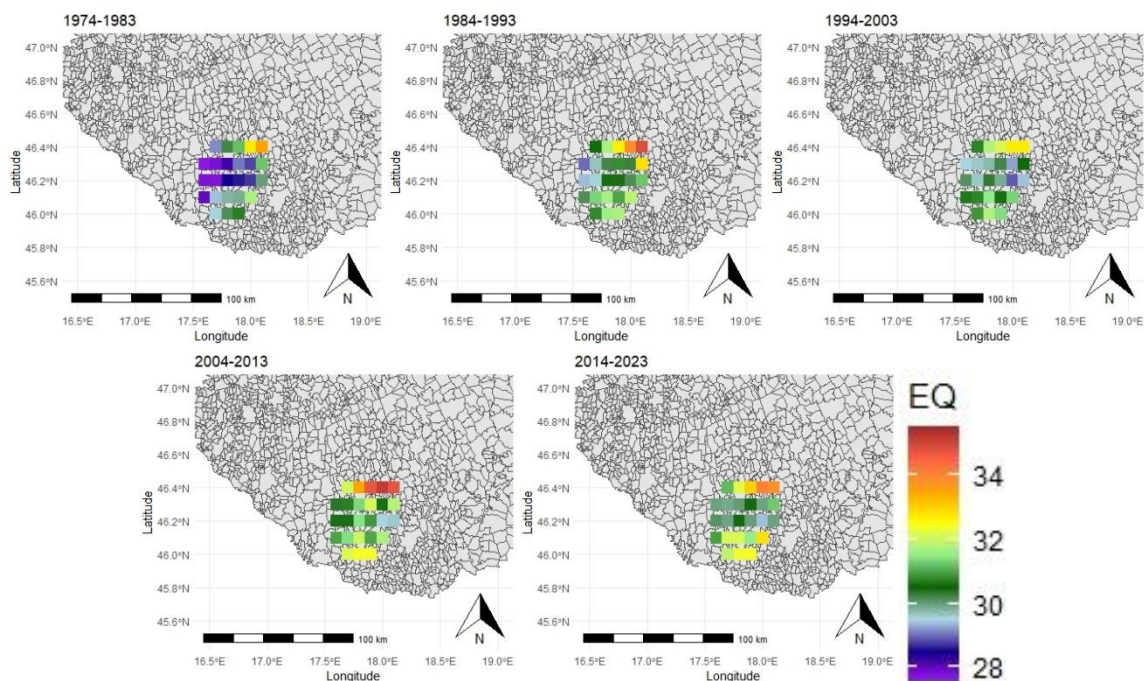
53. ábra: Az Ariditási index (FAI) meredeksége
(Forrás: saját munka, R Core Team, 2024)

4.3.8. Az Ellenberg-hányados (EQ) elemzése

Mind a bővített Pálfai-féle aszályossági index (PAI_x), mind pedig az ariditási index (FAI, Foresty Aridity Index) megerősítette azt a feltevésemet, hogy hatással van a Zselic klímájára az éghajlatváltozás. Ugyanakkor látszólagos ellentmondást tapasztaltam az Ariditási index (FAI) és a BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérések elemzése között. Hiszen míg a FAI értékei a Zselic területére nem mutatnak bükkös klímát, addig mind BORHIDI (1984), mind pedig az általam készített cönológiai során fel lehetett mérni bükk (*Fagus sylvatica*) fafajt, és e fafaj által meghatározott bükkös élőhelyet.

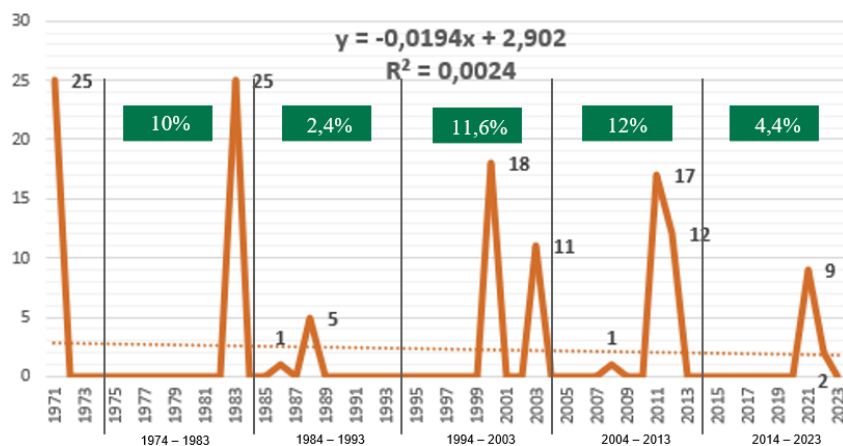
Ezt a látszólagos ellentmondást feloldandó egy újabb meteorológiai indexeket választottam, és folytattam számításaimat. Így végezetül az Ellenberg-hányadost (EQ) számoltam ki. Az EQ-t azért választottam, mert az Ariditási index (FAI) nagyobb súllyal veszi figyelembe a csapadékot az Ellenberg-hányadoshoz (EQ-hoz) képest. Míg a FAI a kritikus hónapok (július – augusztus) átlaghőmérsékletének és a fő növekedési ciklus (május – július), valamint a kritikus hónapok (július – augusztus) csapadékösszegének arányát mutatja be, addig az EQ a legmelegebb hónap (július) középhőmérsékletének és az éves csapadékmennyiségnek a hányadosa. Így az egyes fafajok elterjedésének pontosabb meghatározására szolgáló erdészeti index. Az Ellenberg-hányadost (EQ) is évtizedes átlagban térképeken ábrázoltam (54. ábra, R Core Team, 2023).

Az indexet tíz éves átlagban ábrázoló térképekről jól leolvasható a klímaadatok hullámzása. A vizsgált időszak kezdetén (1974-1983-as évtizedben) a Zselic térségében főleg a bükk (*Fagus sylvatica*) és a tölgy (*Quercus ssp.*) fafajnak megfelelő klíma uralkodott. Ezt követően (az 1984-1993-ig terjedő évtizedben) melegebb és szárazabb periódus következett. Mely időszak klímája a tölgynek (*Quercus ssp.*), illetve a tölgygel kevert lombos erdőknek kedvezett. Ezzel szemben az 1994-2003-ig terjedő évtized adatai hűvösebb, csapadékosabb klímára utal, így kis mértékben a bükk (*Fagus sylvatica*), nagyobb mértékben pedig a tölgy (*Quercus ssp.*) fafajnak kedvező klíma uralkodott. A következő évtized (2004-2013-ig terjedő időszak) a melegedés, szárazodás hatására a bükknek megfelelő klíma teljes kiszorulását mutatja. Helyette ismételten a tölgynek (*Quercus ssp.*) és a tölgygel kevert erdőnek megfelelő éghajlat mutatkozik. Ez a tendencia folytatódik az utolsó vizsgált időszakban (2014-2023-ig terjedő évtizedben) is. Gyarapodik a tölgygel kevert erdőnek megfelelő éghajlatot mutató rácsvonalok száma.



54. ábra: Az Ellenberg-hányados (EQ) évtizedes ábrázolása
(Forrás: saját munka, R Core Team, 2024)

A klímaadatok hullámmása figyelhető meg, ha megvizsgáljuk évtizedes bontásban, hogy hány olyan rácspont volt az adott évtizedben, amelynek Ellenberg-hányadosa (EQ) egyenlő, vagy nagyobb volt, mint 40 (55. ábra). A $40 \leq EQ$ a bükk (*Fagus sylvatica*) pusztulásának, illetve kártevők támadásának erősödését jelenti. A vizsgált időszak kezdetén (1974-1983-as évtizedben) összesen 25 (rácspontok 10%-a), ezt követően (1984-1993-ig terjedő évtizedben) 6 (rácspontok 2,4%-a), utána (1994-2003-ig terjedő évtizedben) 29 (rácspontok 11,6%-a), majd (2004-2013-ig terjedő időszakban) 30 (rácspontok 12%-a), végezetül (2014-2023-ig terjedő évtizedben) mindösszesen csak 11 (rácspontok 4,4%-a) ilyen rácspontot figyelhetünk meg.

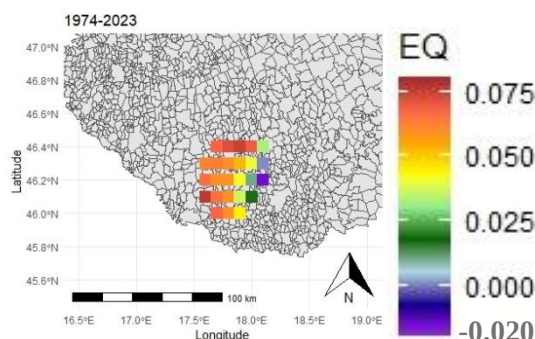


55. ábra: $40 \leq EQ$ évtizedes ábrázolása
(Forrás: saját munka, 2024)

A klímaadatok hullámszáma nem feltétlenül mezoskálájú, hanem nagytérű, makroszinoptikus folyamatokra is utalhat, mint például az Észak-Atlanti Oszcilláció, vagy a Déli Oszcilláció periódusainak változásaira. Azonban ennek bizonyítására további vizsgálatok elvégzésére lenne szükség.

A vizsgált időszakra (1974-2023) vonatkozóan az Ellenberg-hányados (EQ) meredekségének alakulását térképen ábrázoltam (56. ábra). Ezen szintén megfigyelhetünk egy nyugat – keleti irányú övezetességet. Míg Nyugat-Zselic területét lefedő rácspontok meredekségének átlaga magasabb (0,06011), addig Kelet-Zselic területét lefedő rácspontok meredekségének átlaga alacsonyabb (0,03255). Sőt az ariditási indexhez (FAI, Foresty Aridity Index) hasonlóan ugyanazon (321-es számú) rácsponton előjelváltás figyelhető meg, negatív előjelű (-0,015) a meredeksége.

Tehát az Ellenberg-hányados (EQ) meredekségét ábrázoló térképen láthatjuk, hogy a vizsgált időszakra (1974-2023) vonatkozóan a Nyugat-Zselic területén a fafajok elterjedésében való változás nagyobb mértékű, mint a Kelet-Zselic területein.



56. ábra: Az Ellenberg-hányados (EQ) meredeksége
(Forrás: saját munka, R Core Team, 2024)

5. Javaslatok

Közös érdekünk, hogy a bükkösökben, a gyertyános-kocsánytalan tölgyesekben, a cseres-kocsánytalan tölgyesekben, azaz a fent bemutatott zonális erdőtársulásokban a klímaváltozás hatására végbemenő változásokat detektáljuk, észleljük, pontosan leírjuk, kimutassuk. A megfigyelések, adatok összesítése, kiértékelése után az erdőgazdálkodóknak, a hatóságoknak, a törvényalkotóknak, a természetvédelmi szakembereknek intézkedésekkel, támogatásokkal kell segíteniük ezen zonális erdőtársulások megújulását, fennmaradását. Figyelembe kell venniük az erdők sokrétű rendeltetését, mint például a védelmi, közjóléti, és a gazdasági rendeltetés.

Véleményem szerint védelmi rendeltetésű erdők arányát növelni szükséges (FÜHRER, és mts. 2022 szerint a Zselic erdészeti tájban az elsődleges védelmi rendeltetésű erdők aránya 35,6%), hiszen így biztosítani tudjuk a természetközeli, őshonos társulások létét.

Továbbá növelni szükséges a természetvédelmi oltalom alatt álló területek arányát (hiszen FÜHRER, és mts. 2022 alapján az Zselic erdészeti tájban összesen 11.660 ha természetvédelmi oltalom alatt álló terület található, amelyből mindösszesen csak 174 ha fokozottan védett). A természetvédelmi oltalom alatt álló területek arányának növelésével a táj magas fokú biodiverzitását, az általánosan elterjedt fajok, illetve a degradációra utaló fajok arányának csökkentését tudjuk biztosítani.

Különös tekintettel növelni szükséges az Zselic erdészeti tájban egyetlen kijelölt erdőrezervátum, a Ropolyai-erdő Erdőrezervátum területét, melynek magterülete 59 ha, védőzónája 209 ha (FÜHRER, és mts. 2022). Az erdőrezervátum magterületének növelésével fokozni lehetne a faanyagtermelést nem szolgáló, gazdálkodási folyamatoktól mentes területek arányát. Továbbá a védőzóna területek növelésével, fokozni tudnánk olyan területek arányát, ahol a természetközeli állapot elérését szolgáló üzemmód érvényesül.

Szükséges, ugyanakkor nem elégséges feltétel a védelmi rendeltetésű erdők arányának növelése. A bemutatott és elemzett indexek, továbbá a klímaváltozásra vonatkozó előrejelzéseket figyelembe véve növekedni fognak az abiotikus (pl. fagykárók, aszálykárók, szélöntések, széltörések, hótörések) és a biotikus (talaj mikroflórája, mikrofaunája, kórokozók, kártevők, vadak pl. *Biscogniauxia mediterranea* nevű gomba, csertapló [*Innonotus nidus-pici*], tölgy-csipkésposloska [*Corythucha arcuata*], zöld karcsúdíszbogár [*Agrilus viridis*], bóbítás bükkszú [*Taphrorychus bicolor*], hárs-gubacska [*Eriophyes tiliae*], nemezes hárs-gubacska [*Eriophyes leisoma*], tölgy-lisztharmat [*Microsphaera alphitoides*]) kárók aránya (FÜHRER, és mts. 2022). Ezen károkozások arányát, annak hatásának mértékét szakszerű

fafajmegválasztással, a faegyedek ápolásával, gondos biológiai védekezéssel csökkenteni lehetne. Fontos továbbá a klímaváltozás hatására kialakuló stresszhatások, és annak jeleinek, a leromlásos jelenségeknek a csökkentése (pl. a korona kiritkulása, vékonyabb és vastagabb vágágak elhalása). Érdemes megemlíteni, hogy a különféle kártényezők együttes, egymásra épülő hatásának, azaz a kárláncolat kialakulásának megelőzése érdekében már az első jeleknél érdemes lenne intézkedéseket fogantatosítani. Ehhez érdemes lenne előre intézkedési terveket kidolgozni.

Intézkedési minimum a megfelelő, tudatos üzemmód (vágásos-, átmeneti-, örökerdő-, és faanyagtermelést nem szolgáló üzemmód) kiválasztása. Az üzemmódok arányának kialakításában (FÜHRER, és mts. 2022 alapján a Zselic erdészeti tájban 40.257 ha vágásos üzemmódú, 2540 ha átmeneti üzemmódú, 31 örökerdő üzemmód és 659 ha faanyagtermelést nem szolgáló üzemmódú erdő található) pedig nagyobb százalékban szükséges lenne a természetvédelmi szempontokat figyelembe venni. Növelni szükséges az örökerdő üzemmódú, továbbá a faanyagtermelést nem szolgáló üzemmódú erdők arányát (az utóbbit jelenleg csak a vízmosásokkal szabdalt, meredek oldalú, faanyagtermelésre alkalmatlan területen alkalmazzák, melynek célja a természetes folyamatok szabad érvényesülése, FÜHRER, és mts. 2022).

A gazdasági erdőkben az erdőgazdálkodóknak nagyobb mértékben kellene szemelőt tartaniuk a természetvédelmi szempontokat. A felújítás természetes úton magról történjen. Segíteni lehet a felújulást makkvetéssel, csemeteültetéssel, azonban a szaporítóanyag helyben termett, jó képességekkel rendelkező anyaegyedektől származzon. Esetlegesen a szaporítóanyagnak jobb ellenálló képességű anyaegyedekkel rendelkező helyről kellene származnia. Elsősorban a szálaló erdőgazdálkodást kellene alkalmazni, azaz a klasszikus ernyős bontóvágást. A tarvágást, illetve a csoportos felújítógátat teljesen mellőzni kellene.

Az erdőállományok kézimunka-igényes ápolására kellene törekedni ezáltal csökkentve a taposás, a talaj degradáció mértékét. Kézimunka-igényes ápolási tevékenységek lehetnek például az állomány alatti ápolás az agresszíven terjedő, idegenhonos fajok visszaszorítása érdekében.

A végvágás során meg kell várni az újulat megtelepedését. Az anyaállományt mindenhol csak akkor lenne szabad kitermelni, ha az újulat legalább embermagasságú. Véleményem szerint korai, ha már a térdmagasságot elérő újulatnál végvágást végzünk az anyaállományban, mert ilyen fiatal egyedeknél még a klímaváltozás hatására felerősödött kárláncolatok miatt nagyobb lehet a pusztulás aránya. Azonban embermagasságú újulat esetén is a végvágás során törekedni kell, hogy az újulat ne sérüljön meg, ezt jól irányított döntésekkel tudjuk megtenni.

Továbbá törekedni kell az állomány minél természetes elegyarányának kialakítására, illetve az állomány koreloszlásának minél szélesebbre való szétnyújtására. Magasabb vágásérettségi korú, hosszabb vágásfordulójú faállományokat kellene létrehozni.

A speciális erdei élőhelyek, illetve mikrorélőhelyek kialakulásának lehetőségét szükséges lenne biztosítanunk, továbbá növelni kellene azoknak arányát, hiszen így tudjuk a táj magas fokú biodiverzitását növelni, fenntartani. Ilyen élőhelyek lehetnek többek között például a visszahagyott holtfák, illetve a vizenyős területek.

Véleményem szerint mindezen tevékenységek elvégzésével, tudatos, okszerű gazdálkodással mérsékelhető az éghajlatváltozás hatása a zselici zonális erdőtársulás esetében.

6. Összefoglalás

Dolgozatom témájaként a Zselic zonális erdőtársulásainak abiotikus hatásokra adott válaszait vizsgáltam. Ennek keretében a szakirodalomban megtalálható korábbi cönológiai felmérések eredményeit vetettem össze az általam elvégzett cönológiai monitorozás eredményeivel kiegészítve egy 5 évtizedet átölelő éghajlati elemzéssel 1971-től 2024-ig terjedő időszakban.

Anyag és módszertan: vizsgálataim elvégzéséhez beazonosítottam, és pontosan lehatároltam a Zselic földrajzi helyzetét. Növénytakaróstan szempontból a Zselicre jellemző három kísérleti helyszínt jelöltem ki mintaterületnek (1. bükköst, 2. gyertyános-kocsánytalan tölgyest, 3. cseres-kocsánytalan tölgyest). A cönológiai felvételezések időpontjai: 2022.10.04., 2023.05.18., 2023.09.02., 2024.05.19., valamint 2024.09.07. A mintaterület nagysága egységesen 15 méter $\times$ 15 méter. A cönológiai felvételezés során százalékos borításbecslést alkalmaztam. A fajoknál KIRÁLY (2009) nevezékatanát követtem. Majd a cönológiai felmérésem eredményeit statisztikai módszerekkel (Egytényezős varianciaanalízis, T-próba Bonnferroni korrekciós tényezővel ellátva, Szórásnégyzetre elvégzett kétmintás F-próba, Nem egyenlő szórásnégyzetű kétmintás t-próba), továbbá egymáshoz viszonyított százalékos arányban összehasonlítottam BORHIDI (1984) által készített történeti cönológiai adatsorral. A cönológiai felmérés eredményeinek alátámasztásaként éghajlati elemzést végeztem, amelynek alapját az Országos Meteorológiai Szolgálat homogenizált, rácsponti adatai jelentették. A rácsháló térbeli felbontása 10 km $\times$ 10 km, így a Zselic térségét 25 rácsponttal tudtam lefedni. Az adatok időbeli felbontása 24 óra. A felhasznált meteorológiai paraméterek: napi középhőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$], napi csapadékösszeg [mm] adatai 1971. január 1-jétől 2023. december 31-ig. Kiszámítottam az egyes rácspontokra a bővített Pálfai-féle aszályossági indexet (PAI^x), az ariditási indexet (FAI, Foresty Aridity Index) és az Ellenberg-hányadost (EQ). A kapott eredményeket R szabad felhasználású statisztikai program segítségével térképeken jelenítettem meg.

Eredmények: BORHIDI (1984) és az általam készített cönológiai felmérést fajdiverzitás, flóraelem szempontjából statisztikai módszerekkel összehasonlítva megállapítható, hogy történelmi távlatban a bükkös élőhely egyezés, a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek és a cseres-kocsánytalan tölgyesek között azonban eltérés tapasztalható. Mindhárom élőhelyen növekedett az európai (EUR) továbbá az eurázsiai (EUA) fajok aránya. A gyertyános-kocsánytalan tölgyeseknél és a cseres-kocsánytalan tölgyeseknél a középeurópai (CEU), továbbá pannón-balkáni (Pab) fajok aránya azonban csökkent.

Az általánosan elterjedt fajok arányának növekedésére kívántam magyarázatot keresni, ezért történelmi szempontból összehasonlítottam a fajok vízértékét (Wz). Statisztikai módszerekkel megállapítható, hogy a bükkösökben és a gyertyános-kocsánytalan tölgyesekben megegyezik, a cseres-kocsánytalan tölgyesekben azonban eltér a két időszak fajainak vízértéke. Százalékos arányban kategóriánként való összehasonlításakor mindhárom élőhelynél enyhe eltolódás tapasztalható a magasabb vízértékkel rendelkező fajok felé.

A fajösszetételben való változásra magyarázatot keresve összehasonlítottam BORHIDI (1984) által és az általam készített cönológiai felmérést talajreakció (RZ) érték szempontjából. Statisztikai módszerek azt mutatták, hogy történelmi szempontból mindhárom társulásnál az állományt alkotó fajok talajreakció értéke megegyezik. Százalékos arányban való összehasonlítás esetén láthatjuk, hogy a bükkösöknél, illetve a gyertyános-kocsánytalan tölgyeseknél enyhe savanyodásra utaló folyamat játszódik le.

A cönológiai felmérések hőértékét (TZ) statisztikai módszerekkel történelmileg összehasonlítva láthatjuk, hogy a bükkösök és a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek értéke megegyezik, a cseres-kocsánytalan tölgyeseké azonban eltér. Míg az előző társulások esetében lomberdei, illetve szubmediterrán lomberdei klímába tartozó fajok figyelhetők meg. Addig a cseres-kocsánytalan tölgyesek esetében a lomberdei klímába tartozó fajok aránya növekedett, a szubmediterrán lomberdei klímába tartozó fajok aránya pedig csökkent.

A cönológiai felméréseket természetvédelmi érték kategória (TVK) szerint statisztikai módszerekkel összevetve történelmi távlatban a bükkösök és a cseres-kocsánytalan tölgyesek megegyeznek, azonban a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek eltérnek. Százalékos arányban összehasonlítva a társulásokat mindhárom élőhelyen egyértelmű növekedés látható a degradációra utaló fajok (a zavarástűrő fajok TZ, és a gyomfajok GY) arányában.

A Zselicben tapasztalható fajösszetétel-béli változást, azaz az általánosan elterjedt, illetve a degradációra utaló fajok arányának növekedését az éghajlatváltozás hatásának tulajdonítom. Melyet különböző meteorológiai indexek kiszámításával kívántam alátámasztani.

A szárasodásra utaló változást a bővített Pálfai-féle aszályossági indexel (PAI^x) vizsgáltam. A PAI^x indexet évtizedes átlagban térképen ábrázolva leolvasható, hogy az 1974-1983-ig terjedő évtizedben a Zselic aszálymentes terület volt. A következő két évtizedben már enyhe aszályt ábrázoló területeket láthatunk. Az utolsó két évtizedben erősödik az aszály mértéke, megjelennek már mérsékelt aszályos rácsponatok is. Az aszály mértékének fokozódása látható abból is, hogy míg a 2004-2013-as évtizedben 8%-ban, addig az utolsó évtizedben 36%-ban láthatunk ilyen mérsékelt aszályos területű rácsponokat. A vizsgált időszakra vonatkozóan a PAI^x meredekségét térképen ábrázolva kitűnik, hogy a Nyugat-Zselic területén

végbemenő aszályossági, szárazodási folyamat gyorsabb ütemű, mint a Kelet-Zselici területeken.

Az ariditási indexet (FAI, Foresty Aridity Index) évtizedes átlagban térképen ábrázolva látható, hogy egyik évtized értékei sem mutatnak bükkös klímát. A Zselic területén a gyertyános-kocsánytalan tölgyes, illetve főleg a cseres-kocsánytalan tölgyes klíma a meghatározó. Az index meredekségét ábrázoló térképek a fafajok elterjedésének, a fajok növekedésében és szervesanyag-képzésében végbemenő változásának kis mértékű, lassú ütemű, de trendszerű változását mutatják. A Nyugat-Zselic területét lefedő rácspontok meredekségének átlaga magasabb, mint a Kelet-Zselic területét lefedőké.

Látszólagos ellentmondást tapasztaltam az ariditási index (FAI) és a cönológiai felmérések eredményei között, hiszen míg a FAI értékei a Zselic területére nem mutatnak bükkös klímát, addig a cönológiai felmérésekben találhatunk bükk (*Fagus sylvatica*) fafajt, illetve általa meghatározott bükkös élőhelyet. Ezt az ellentmondást feloldandó az Ellenberg-hányadost (EQ) évtizedes átlagban térképen ábrázolva kitűnik a klímaadatok hullámozása. A Zselic területén főleg a tölgynek (*Quercus ssp.*) és a tölgyvel kevert erdőnek megfelelő éghajlat mutatkozik meg. A $40 \leq EQ$ -val rendelkező rácspontok, melyek a bükk (*Fagus sylvatica*) fafaj pusztulásának, illetve kártevők támadásának erősödését jelzik, hasonló hullámozást mutatnak. Az index meredekségét ábrázoló térképek nagyobb mértékű változást mutatnak a Nyugat-Zselic területén, mint a Kelet-Zselic területén.

A klíma adatok, a különböző indexek, illetve a cönológiai felmérések összevetéséből kiolvasható az a tendencia, hogy a Zselic klímája folyamatos változásokon megy keresztül. Az indexek egyértelműen jelzik, hogy bükkösnek megfelelő éghajlat helyett, egyre inkább a gyertyános-kocsánytalan tölgyesnek, illetve még inkább a cseres-kocsánytalan tölgyesnek megfelelő klíma lesz a Zselicre jellemző. A cönológiai felméréséből kitűnik, hogy nem tűnnek el teljesen a vizsgált társulások, hanem pufferképességüknek köszönhetően kisebb-nagyobb mértékben alkalmazkodnak a megváltozó környezeti hatásokhoz.

7. Irodalomjegyzék

1. Ábrahám, L., Mészáros R., Prukner, G. (2018): *Zselici Ezüsthárs Natúrpark*. Natúrparki megalapozó szakmai háttér tanulmány
2. Ács, A. (2022): *Őszi káposztarepce természetességének vizsgálata meteorológiai szempontok szerint az elmúlt évtizedek időjárása alapján*. MATE Kaposvári Campus Mezőgazdasági mérnök Szak Diplomamunka
3. Arab, L., Seegmueller, S., Kreuzwieser, J., Eiblmeier, M., Dannenmann, M. Rennenberg, H. (2021): *Significance of current weather conditions for foliar traits of old-growth sessile oak (Quercus petraea Liebl) trees*. Trees 36, pp. 777–791.
4. Bacsó, N., Kakas, J., Takács, L. (1953): *Magyarország éghajlata*. Országos Meteorológiai Intézet, Budapest
5. Bali, G. (2018): *Történeti és modellezett meteorológiai adatsorok feldolgozása, erdészeti indexek vizsgálata Vajdaság és Bánság térségére (1878-2100)*. ELTE Meteorológiai Tanszék MSc diplomamunka.
6. Bartha, D. (1995): *Az erdőtársulások ismertetése Description of forest communities*. TILIA I., pp. 16–63.
7. Bartholy J., Pongrácz, R. (2007): *A Kárpát-medence szélsőséges hőmérsékleti és csapadékindexének regionális elemzése 1946-tól 2001-ig*. Science Direct Global and Planetary Change 57, pp. 83–95.
8. Bellemare, J., Moeller, D.A. (2014): *Climate Change and Forest Herbs of Temperate Deciduous Forests*. In: The Herbaceous Layer in Forests of Eastern North America (2nd edn). Gilliam, F. (ed.). Oxford University Press, Oxford, pp. 460–493.
9. Gálya, B., Nagy, A., Blaskó, L., Dályai, B., Tamás, J. (2015): *Pálfai-féle aszályossági index és a Normalizált Csapadék Index összehasonlítása az Északi-alföldi régióban*. Agrártudományi Közlemények 63, pp. 59–64.
10. Balázs, P., Berki, I., Bidó, A., Bölöni, J., Horváth, A., Király, G., Víg, P. (2022): 53. *Zselic erdészeti táj. Természetföldrajzi jellemzés*. In Fűhrer, E. (szerk.): Magyarország erdészeti tájai. VI. Dél-Dunántúl erdészeti táj csoport. Agrárminisztérium Nemzeti Földügyi Központ, Budapest, 752, pp. 348–359
11. Bihari, Z. (szerk. 2012): *Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ - DMCSEE projekt*. Délkelet-Európai Transznacionális Együttműködési Program (projektazonosító: SEE/A/091/2.2/X)

12. Bolognini, G., Nimis, P.L. (1993): *Phytogeography of Italian deciduous oak woods based on numerical classification of plant distribution ranges*. Journal of Vegetation Science, 4, pp. 847–860.
13. Bölöni, J., Molnár, Zs., Kun, A. (2011): *Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója* ÁNER 2011. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót
14. Borhidi, A. (1961): *Klimadiagramme und klimazonale Karte Ungarns*. Ebenda 4, pp. 21–50.
15. Borhidi, A. (1984): *A Zselic erdei*. Studia Pannonica (A) Series historico-naturalis, Pécs
16. Borhidi, A., Sánta, A. (szerk. 1999): *Vörös könyv Magyarország növénytakasulásairól*. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest.
17. Bosela, M., Stefancík, I., Petrás, R., Vacek, S. (2016): *The effects of climate warming on the growth of European beech forests depend critically on thinning strategy and site productivity*. Agricultural and Forest Meteorology, 222, pp. 21–31.
18. Budeanu, M., Petritan, A.M., Flaviu, P., Vasile, D. (2016): *The Resistance of European Beech (Fagus sylvatica) from the Eastern Natural Limit of Species to Climate Change*. Notulae Botanicae Horti Agrobotamici Cluj-Napoca 44(2), pp. 625–633.
19. Burescu, L.I.N., Morar (Burescu), E.A. (2019): *Forests vegetation, forest habitats of community interest in north-west Romania, included in the project „Priority habitats of forest steppe and hilly piedmonts”, potential threats and monitoring of conservation status*. Annals of the University of Oradea Fascicle: Environmental Protection XXXII., pp. 95–112.
20. Cornel, S.N., Adriana M.(B) (2011): *The vegetations influence over the distribution of the soils in the forest of the hills of Oradea*. Analele Universităţii din Oradea, Fascicula Protecţia Mediului XVII.
21. Čufar, K., Zupančič, M., Krže, L., de Luis, M., Eckstein, D. (2010): *Dendrochronology of oak (Quercus spp.) in Slovenia – an interim report*. Trace 8., pp. 132–135.
22. Csengeri, E., Szalókiné, I., Zima, A., Gombos, B. (2022): *Szárazság az elmúlt két évtizedben a Szarvas városrégióban, Magyarországon*. Research Journal of Agricultural Science 54 (1).
23. Csóka, Gy., Koltay, A., Hirka, A., Janik, G. (2009): *Az aszályosság hatása kocsánytalan tölgyesek és bükkösök egészségi állapotára*. ‘Klíma-21’ Füzetek, 57, pp. 64–73.
24. Czirok, István, Szolnyik, Cs., (2022): 53. *Zselic erdészeti táj. Földrajzi lehatárolás, tájtipológia, tájszerkezet*. In Fűhrer, E. (szerk.): Magyarország erdészeti tájai. VI. Dél-

- Dunántúl erdészeti tájcsoporth. Agrárminisztérium Nemzeti Földügyi Központ, Budapest, 752, pp. 345–347
25. Czúcz, B. (2010): *Az éghajlatváltozás hazai természetközeli élőhelyekre gyakorolt hatásainak modellezése*. [PhD-értekezés] Budapest: Kertészettudományi Doktori Iskola.
 26. Czúcz, B., Csecsertis, A., Botta-Dukát, Z., Kröel-Dulay, Gy., Szabó, R., Horváth, F., Molnár, Zs. (2010): *AN indicator framework for the climatic adaptive capacity of natural ecosystems*. Journal of Vegetation Science 22, pp. 711–725.
 27. Czúcz, B., Gálhidy, L., Mátyás, Cs. (2011): *Present and forecasted xeric climatic limits of beech and sessile oak distribution at low altitudes in Central Europe*. Annals of Forest Science, 68 (1), pp. 99–108.
 28. Czúcz, B., Gálhidy, L., Mátyás, Cs. (2013): *A bükk és a kocsánytalan tölgy elterjedésének szárazsági határa*. Erdészettudományi Közlemények 3.(1), pp. 39–53.
 29. Dávid J. (2005): *Az Északi-Zselic nyugati felének természeti képe*. Válogatás az első tizenhárom MÉTA-túrafüzetéből, V. MÉTA-Túra, pp. 144–147.
 30. Deák, J. Á., Rakonczai, J., Molnár, Zs., Horváth, F. (2012): *Élőhelyek klímaérzékenysége Délkelet-Magyarország tájaiban*. VI. Magyar Földrajzi Konferencia, pp. 165–180.
 31. Dénes, K., Kovács, Z. (2021): *A klímaváltozás hatásai a vízgazdálkodásra*. Műszaki katonai közlöny 31 (1.), pp. 41–50.
 32. Dirnberger, G., Sterba, H., Condés, S., Ammer, Ch., Annighöfer, P., Avdagić, A., Bielak, K., Brazaitis, G., Coll, L., Heym, M., Hurt, V., Kurylyak, V., Motta, R., Pach, M., Ponette, Q., Ruiz-Peinado, R., Skrzyszewski, J., Šrámek, V., de Streel, G., Svoboda, M., Zlatanov, T., Pretzsch, H. (2016): *Species proportions by area in mixtures of Scots pine (Pinus sylvestris L.) and European beech (Fagus sylvatica L.)*. Eur J Forest Res 136, pp. 171–183.
 33. Ellenberg, H. (1988): *Vegetation Ecology of Central Europe*. 4th Edition, Cambridge University Press, Cambridge.
 34. Forzieri, G., Dakos, V., McDowell N.G., Ramdane, A., Cescatti, A. (2021): *Emerging signals of declining forest resilience under climate change*. Nature 608, pp. 534–539.
 35. Forzieri, G., Giradello, M., Ceccherini, G., Spinoni, J., Feyen, L., Hartmann, H., Beck, P.S.A., Camps-Valls, G., Chirici, G., Mauri, A., Cescatti, A. (2022): *Emergent vulnerability to climate-driven disturbances in European forests*. Nature Communications 12, 1081, pp. 1–12.

36. Führer, E. (2010): *A fák növekedése és a klíma*. „Klíma-21” Füzetek Klímaváltozás-Hatások-Válaszok 61, pp. 98–107.
37. Führer, E. (2018): *A klímaértékelés erdészeti vonatkozásai*. Erdészettudományi Közlemények 8. (1.), pp. 27–42.
38. Führer, E., Járó, Z. (1992): *Auswirkungen der Klimänderung auf die Waldbestände Ungarns*. Österreichische Forstzeitung 9., pp. 25–27.
39. Führer, E., Járó, Z. (2000): *Az aszály és a belvíz érvényesülése a Nagyalföld erdőművelésében*. I. Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai 12., pp. 11–144.
40. Führer, E., Horváth, L., Jagodics, A., Juhász, I., Machon, A., Marosi, Gy., Mórning, A., Szabados, I. (2011): *Az erdő és az éghajlat közötti kölcsönhatás számszerűsítése tekintettel az éghajlatváltozás érvényesülésére*. Az agrometeorológia kihívásai és helyzete Magyarországon 37. Meteorológiai Tudományos Napok
41. Führer, E., Horváth, L., Jagodics, A., Machon, A., Szabados, I. (2011): *Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice*. Időjárás 115(3), pp. 205–116
42. Führer, E. (szerk.) (2022): *Magyarország erdészeti tájai*. VI. Dél-Dunántúl erdészeti tájcsoport. Agrárminisztérium Nemzeti Földügyi Központ, Budapest, 752, pp. 345–410
43. Gálya, B., Nagy, A., Blaskó, L., Dályai, B., Tamás, J. (2015): *Pálfai-féle aszályossági index és a Normalizált Csapadék Index összehasonlítása az Észak-alföldi régióban*. Agrártudományi Közlemények 63.
44. Gavrilov, M.B., Lukić, T., Janc, N., Basarin, B., Marković, S.B. (2019): *Forestry Aridity Index in Vojvodina, North Serbia*. De Gruyter 11, pp. 367–377.
45. Gulyás, K. (2017): *A klímaváltozás hatása a kocsánytalan tölgy (Quercus petraea) elterjedésére és produkciójára*. [PhD-értekezés] Sopron: Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola.
46. Herman (Lacatos), L.M. (2012): *Vegetation dynamics in Lăzăreni hills*. Analele Universității din Oradea, Fascicula Protecția Mediului, XVIII.
47. Hilton, I. (2008): *The Reality of Global Warming: Catastrophes Dimly Seen*. World Policy Journal, 25(1), pp. 1–8.
48. Horváth, A.O. (1972): *Die Vegetation des Mecsekgebirges und seiner Umgebung*. Akadémiai Kiadó, Budapest
49. Horváth, F., Doboly, K., Morschhauser, T., Lőkös, L., Karas, L., Szerdahelyi, T. (1995): *Flóra adatbázis 1.2. Taxon-lista és attribútum állomány*. MTA ÖBKI, Vácrátót.
50. Huntley, B. (1990): *Európai posztglaciális erdők: összetételbeli változások az éghajlatváltozás hatására*. Journal of Vegetation Science, 1, pp. 507–518.

51. Janik, G., Hirka, A., Koltay, A., Juhász, J., Csóka, Gy. (2016): *50 év biotikus kárai a magyar bükkösökben*. Erdészettudományi Közlemények 6. (1.), pp. 45–60.
52. Jensen, L.U., Lawesson J.E., Balsev, H., Forchhammer M.C. (2004): *Predicting the distribution of Carpinus betulus in Denmark with Ellenberg's Climate Quotient*. Nord. J. Bot. 23., pp. 57–67.
53. Juhász, M., Márkus, A. (2018): *A belső-somogyi homokvidék égerlápjainak cönológiai vizsgálata*. Kaposvári Rippl-Rónai Múzeum Közleményei 5, pp. 43–56.
54. Káldi, L. (2010): *Zselicségi erdészeti tervezési körzet második erdőterve*.
55. Kevey, B. (2008): *Magyarország erdőtársulásai (Forest associations of Hungary)*. TILIA 14., pp. 1–489.
56. Kevey, B. (2022): *A Kerka-vidék tölgy-kőris-szil ligetei*. Kaposvári Rippl-Rónai Múzeum Közleményei 08, pp. 5–30.
57. Király, G. (szerk. 2009): *Új magyar fűvészkönyv Magyarország hajtásos növényei Határozókulcsok*. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalő
58. Kovács, F. (2013): *A klímaváltozás földrajzi hatásainak értékelése távérzékelési módszerekkel*. SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tszk.
59. Kovács, F., Gulácsi, A. (2018): *Spektrális indexek a klímaváltozás földrajzi hatásainak értékelésében*. In: *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában*. Debrecen Egyetemi Kiadó, 163–170.
60. Kozák, P., Pálfai, I., Herczeg, Á. (2012): *Pálfai Drought Index (PaDI) – A Pálfai-féle aszályindex (PAI) alkalmazhatóságának kiterjesztése a délkelet-európai régióra*. Országos Meteorológiai Szolgálat, Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ – DMCSEE, 21–26.
61. Lakatos, F., Molnár, M. (2009): *A bükk (Fagus sylvatica L.) tömeges elhullása Délnyugat-Magyarországon*. Acta Silv. Lign. Hung., Vol. 5, pp. 75–82.
62. Lakatos, M., Szentimrey, T., Bihary, Z., Szalai, S. (2012): *A Kárpátok régió homogenizált éghajlati adatbázisának elkészítése a MASH eljárás alkalmazásával és az adatok előzetes elemzésével*. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service 117, 143–158.
63. Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J., Marchetti, M. (2010): *Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems*. Forest Ecology and Management 259, pp. 698–709.

64. Lindner, M., Fitzgerald, J.B., Zimmermann, N.E., Reyer, Ch., Delzon, S., van der Maaten, E., Schelhaas, M-J., Lasch, P., Eggers, J., van der Maaten-Theunissen, M., Suckow, F., Psomas, A., Poulter, B., Hanewinkel, M. (2014): *Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management?*. Journal of Environmental Management 146, pp. 69–83.
65. Mátyás, C., Bozic, G., Gömör, D., Ivankovic, M., Rasztoivits, E. (2009): *Juvenile growth response of European beech (Fagus sylvatica L.) to sudden change of climatic environment in SE European trials*. Forest – Biogeosciences and Forestry, (2), pp. 213–220.
66. Mátyás, Cs., Führer, E., Berki, I., Csóka, Gy., Drüsler, Á., Lakatos, F., Mórica, N., Rasztoivits, E., Somogyi, Z., Veperdi, G., Vig, P., Gálos, B. (2010): *Erdők a szárazsági határon*. „KLÍMA-21” Füzetek: Klímaváltozás – Hatások – Válaszok, 61, pp. 84–97.
67. Marosi, S., Somogyi, S. (1990): *Magyarország kistájainak katasztere I-II*. MTA Földrajztudományi Intézet, Budapest, 1023.
68. Milad, M., Schaich, H., Bürgi, M., Konold, W. (2011): *Climate change and nature conservation in Central European forests: A review of consequences, concepts and challenges*. Forest Ecology and Management 261, pp. 829–843.
69. Mórica, N., Rasztoivits, E., Gálos, B., Berki, I., Eredics, A., Loibl, W. (2013): *Modelling the potential distribution of three climate zonal tree species for present and future climate*. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica 9(1), pp. 85–96.
70. Novák, P., Willner, W., Zukal, D., Kollar, J. (2000): *Oak-hornbeam forests of central Europe: a formalized classification and syntaxonomic revision*. Preslia 92(1), pp. 1–34.
71. Pálfai, I. (1990): *Description and forecasting of droughts in Hungary. Proceedings 14th International Congress on Irrigation and Drainage, Rio de Janeiro*. Brazil. 1-c, pp. 151–158.
72. Rasztoivits, E., Berki, I., Mátyás, Cs., Czimber, K., Pötzelsberger, E., Mórica, N. (2014): *The incorporation of extreme drought events improves models for beech persistence at its distribution limit*. Annals of Forest Science, 71 (2), p. 201
73. R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023–2024. forrás: <https://www.R-project.org/>
74. Simon, T. (1992): *A magyarországi edényes flóra határozója Harasztok – virágos növények*. Tankönyvkiadó, Budapest

75. Simon, T., Seregélyes, T. (1998): *Növényismeret A hazai növényvilág kis határozója*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
76. Somogyi, Z. (2011): *Zselici bükkös erdőtürsulás időbeli változásának összehasonlító cönológiai vizsgálata*. Natura Somogyiensis 19, pp. 17–24.
77. Somogyi, I., Bede-Fazekas, Á., Lepesi, N., Czúcz, B. (2016): *A klímaváltozás hatása a természetes élőhelyekre*. Tudásmegosztás, alkalmazkodás és éghajlatváltozás, pp. 57–63.
78. Sonkoly, J., Tóth, E., Balogh, N., Balogh, L., Bartha, D., Bata, K., Bátori, Z., Békefi, N., Botta-Dukát, Z., Bölöni, J., Csecserits, A., Csiky, J., Csontos, P., Dancza, I., Deák, B., Dobolyi, Z. K., E-Vojtkó, A., Gyulai, F., Hábeczyus, A. A., Henn, T., Horváth, F., Höhn, M., Jakab, G., Kelemen, A., Király, G., Kis, Sz., Kovacsics-Vári, G., Kun, A., Lehoczy, É., Lengyel, A., Lhotsky, B., Löki, V., Lukács, B. A., Matus, G., McInotsh-Buday, A., Mesterházy, A., Migléc, T., Molnár V., A., Molár, Zs., Morschhauser, T., Papp, L., Pósa, P., Rédei, T., Schmidt, D., Szmorad, F., Takács, A., Tamás, J., Tiborcz, V., Tölgyesi, Cs., Tóth, K., Tóthmérész, B., Valkó, O., Virók, V., Wirth, T., Török, P. (2022): *PADAPT 1.0 – the Pannonian Database of Plant Traits*. bioRxiv, DOI: <https://doi.org/10.1101/2022.12.05.519136>
79. Szentimrey, T., Bihari, Z. (2010): *A MISH módszer alkalmazása SPI-sorozat rácsozására*. Hungarian Meteorological Service Budapest
80. Szép, T. (2010): *A klímaváltozás erdészeti ökonómiai vonatkozásai*. [PhD-értekezés] Sopron: Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola.
81. Van Der Veken, S., Bossuyt, B., Hermy, M. (2004): *Climate gradients explain changes in plant community composition of the forest understorey: an extrapolation after climate warming*. Belgian Journal of Botany 137, pp. 55–69.
82. Vukelić, J., Baričević, D. (1999): *Forest vegetation in the City of Zagreb and the Zagreb County*. Glasnik za šumske pokuse: Annales Experimentis Silvarum Culturae Provehendis, 36, pp. 103–145.
83. Xie, Y., Ahmed, K.F., Allen, J.M., Wilson, A.M., Silander Jr J.A. (2015): *Green-up of deciduous forest communities of northeastern North America in response to climate variation and climate*. Landscape Ecol 30, pp. 109–123.
84. Zólyomi, B. (1942): *A középdunai flóráválasztó és a dolomit jelenség*. Die Mitteldonau-Florenscheide und das Dolomitphänomen. Botanikai. Közlemények. 39, pp. 209–231.

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

8.1. Ábrák jegyzéke

1. ábra: Zselic vázlatos térképe BORHIDI alapján (balra) és Zselic mai térképe (jobbra)	7
2. ábra: A Zselic (53) erdészeti táj adattári erdőterületeinek helységhatáros elhelyezkedése (balra) és Természeti tájak földrajzi beosztása a Zselic erdészeti táj területén (jobbra)	8
3. ábra: Magyarország genetikai talajtérképe	8
4. ábra: Magyarország éghajlati körzetei 1991-2020 időszakban Péczely osztályozása alapján.....	11
5. ábra: Cönológiai felmérés helyszínei	23
6. ábra: Zselic területét lefedő rácsponatok.....	24
7. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából.....	32
8. ábra: Bükkösök összehasonlítása flóraelem csoportok szempontjából.....	32
9. ábra: Bükkösök összehasonlítása flóraelem szempontjából	33
10. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából	35
11. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából.....	35
12. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából.....	36
13. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem csoportok szempontjából ..	36
14. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem szempontjából	37
15. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából	38
16. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából.....	39
17. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel flóraelem szempontjából.....	39
18. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem csoportok szempontjából	40
19. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása flóraelem szempontjából	41
20. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából	42
21. ábra: Bükkösök összehasonlítása vízérték (Wz) szempontjából.....	42
22. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából	43
23. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása vízérték (Wz) szempontjából.....	44
24. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából	44

25. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából	45
26. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel vízérték (Wz) szempontjából	45
27. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása vízérték (Wz) szempontjából	46
28. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel talajreakció (RZ) szempontjából	47
29. ábra: Bükkösök összehasonlítása talajreakció (RZ) szempontjából.....	48
30. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel talajreakció (RZ) szempontjából.....	48
31. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása talajreakció (RZ) szempontjából	49
32. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel talajreakció (RZ) szempontjából	50
33. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása talajreakció (RZ) szempontjából	50
34. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (TZ) szempontjából.....	52
35. ábra: Bükkösök összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából	52
36. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (TZ) szempontjából	53
37. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából	54
38. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (TZ) szempontjából	54
39. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (Tz) szempontjából	55
40. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (Tz) szempontjából	55
41. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából	56
42. ábra: Bükkösök összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából.....	57
43. ábra: Bükkösök összehasonlítása természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából.....	58
44. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából.....	58
45. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek cserje- és gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából	59
46. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek gyepszintjét alkotó fajok összehasonlítása statisztikai módszerekkel természetvédelmi érték kategória (TVK) szempontjából	59
47. ábra: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából	60

48. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása statisztikai módszerekkel hőérték (TZ) szempontjából	60
49. ábra: Cseres-kocsánytalan tölgyesek összehasonlítása hőérték (TZ) szempontjából	61
50. ábra: Bővített Páljai-féle aszályossági index (PAI _x) évtizedes ábrázolása.....	62
51. ábra: Bővített Páljai-féle aszályossági index (PAI _x) meredeksége	63
52. ábra: Az Ariditási index (FAI) évtizedes ábrázolása	64
53. ábra: Az Ariditási index (FAI) meredeksége	64
54. ábra: Az Ellenberg-hányados (EQ) évtizedes ábrázolása	66
55. ábra: $40 \leq EQ$ évtizedes ábrázolása	66
56. ábra: Az Ellenberg-hányados (EQ) meredeksége	67

8.2. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: PAI aszálykategóriák	25
2. táblázat: Súlyozó (w_i) tényező	26
3. táblázat: Aszálykategóriák	27
4. táblázat: Erdészeti klíma és erdészeti aszályossági értékek (FAI).....	28
5. táblázat: Vegetáció típus és Ellenberg-hányados (EQ) értékei.....	29
6. táblázat: Flóraelem rövidítések és magyarázatuk	30
7. táblázat: Vízérték (W_z) rövidítések és magyarázatuk	41
8. táblázat: Talajreakció (RZ-érték) rövidítések és magyarázatuk	46
9. táblázat: Hőérték (TZ) rövidítések és magyarázatuk.....	51
10. táblázat: Természetvédelmi érték kategóriák (TVK) rövidítés és magyarázat	56

1. melléklet: Bükkösök cönológiai felmérésének összesítő táblázata
(Forrás: saját munka, 2024)

85

2. melléklet: Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek cönológiai felmérésének összesítő táblázata
(Forrás: saját munka, 2024)

[illegible]

3. melléklet: Cseres-kocsánytalan tölgyesek cönológiai felmérésének összesítő táblázata
(Forrás: saját munka, 2024)

[illegible]

Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Fülöp-Pusztai Pupos Miklós
A Hallgató Neptun kódja: BTNEKY
A dolgozat címe: Az éghajlatváltozás hatása a zselici zonális erdőtársulásokra
A megjelenés éve: 2024.
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024. év 10. hó 22. nap



Hallgató aláírása

Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Fülöp-Pusztai Pupos Miklós (hallgató Neptun azonosítója: BTNEKY) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre
javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2014. év október hó 24. nap



belső konzulens