



VILNIAUS UNIVERSITETAS
GYVYBĖS MOKSLŲ CENTRAS

Austėja Kalvaitytė

Pievų augalijos peržvalgos tyrimai Šventosios upės slėnyje

Magistro baigiamasis darbas

Biologinės įvairovės studijų programa

Darbo vadovas
Dr. Domas Uogintas

(parašas)

(studento parašas)

Darbas atliktas
Valstybiniame mokslinių tyrimų institute
Gamtos tyrimų centre

Vilnius 2026

Turiny

Santrumpos	3
Įvadas	4
1. Literatūros apžvalga	6
1.1. Pievų samprata, stepinių ir mezofitų pievų charakteristika	6
1.2. Aplinkos veiksnių įtaka pievų augalijai	10
1.3. Pievų augalijos tyrimai Europoje ir Lietuvoje bei pakartotinių tyrimų reikšmė.....	14
2. Medžiagos ir metodai	18
1.1. Tyrimo vieta, laikas ir objektas	18
1.2. Fitosociologinių aprašymų metodika	21
1.3. Statistinės duomenų analizės metodai	23
3. Rezultatai	25
2.1. Tyrimo duomenų apimtis, rūšių skaičiaus ir įvairovės pokyčiai	25
2.2. Bendrijų skaitmeninė klasifikacija ir sintaksonominė interpretacija	26
2.3. Dominuojančių rūšių pokyčiai laukelių lygmeniu.....	31
2.4. Buveinių pasiskirstymas pagal EUNIS klasifikaciją	33
2.5. Ekologinių sąlygų vertinimas pagal Elenbergo indikatorines reikšmes	34
4. Rezultatų aptarimas	37
Išvados	44
Literatūros sąrašas	45
Santrauka	54
Summary	55
Padėka	56
Priedai	57
Priedas A. Dviejų indikatorinių rūšių analizės (TWINSpan) sinoptinė lentelė	57

Santrumpos

- BAST – Buveinių apsaugai svarbi teritorija
- EB – Europos Bendrija
- EUNIS – Europos gamtinės informacijos sistema (angl. *European Nature Information System*)
- EUNIS-ESy – EUNIS buveinių tipams priskirti skirta ekspertinė sistema (angl. *EUNIS Expert System*)
- EVA – Europos augalijos archyvas (angl. *European Vegetation Archive*)
- GPS – Palydovinė padėties nustatymo sistema (angl. *Global Positioning System*)
- GTC – Gamtos tyrimų centras
- PAST – Paukščių apsaugai svarbi teritorija
- pH – Dirvožemio rūgštingumo rodiklis (lot. *potentia Hydrogenii*)
- POWO – Pasaulio augalų interneto duomenų bazė (angl. *Plants of the World Online*)
- QGIS – Atvirojo kodo geografinės informacijos sistema (angl. *Quantum Geographic Information System*)
- sPLot – Pasaulinė augalijos aprašymų duomenų bazė
- TWINSpan – Dviejų indikatorinių rūšių analizės metodas (angl. *Two-Way Indicator Species Analysis*)
- WGS – Pasaulinė geodezinė koordinatų sistema (angl. *World Geodetic System*)

Įvadas

Pievos yra sausumos ekosistemos, kuriose vyrauja žolinė augalija, o jų struktūrą palaiko ganymas, šienavimas, sausros, potvyniai, gaisrai ar žema temperatūra (White ir kt., 2000). Nors pievos plačiai paplitusios įvairiuose regionuose, jos yra viena iš labiausiai nykstančių ir pažeidžiamų ekosistemų visame pasaulyje. Jų apsauga daugelyje regionų yra nepakankama, o netinkamas naudojimas ir tvarkymo priemonių stoka lemia pievų būklės blogėjimą. Daugelis Europos pusiau natūralių pievų susiformavo per ilgą laikotarpį veikiamos mažo intensyvumo žemės naudojimo ir ekologinių procesų. Nutraukus tokių pievų ekstensyvų ganyimą ar šienavimą, prasideda antrinės sukcesijos procesai, kurių metu atviros buveinės palaipsniui užželia krūmais bei medžiais ir gali pereiti į miškų bendrijas (Carbutt ir kt., 2017). Todėl pusiau natūralių pievų palaikymui labai svarbus tradicinis jų naudojimas. Pievų buveinės labai svarbios ne tik žemės ūkiui, bet ir vandens režimo reguliavimui, anglies kaupimui, erozijos mažinimui ir klimato kaitos švelninimui. Taip pat jos sudaro buveines apdulkinantiems vabzdžiams ir turi kultūrinę bei rekreacinę vertę (Bengtsson ir kt., 2019).

Nors didelės Europos teritorijos vidutinių platumų regione nėra itin turtingos rūšimis, tam tikri nedideli plotai pasižymi ypatinga biologine įvairove. Induočių augalų rūšinė įvairovė Europos pusiau natūralių pievų ploteliuose, mažesniuose nei 100 m², gali būti didesnė nei tropiniuose miškuose (Dengler ir kt., 2012; Wilson ir kt., 2012). Nors miškai dengia gerokai didesnę Europos teritorijos dalį, endeminių induočių augalų rūšių yra aptinkama gerokai daugiau pievų buveinėse (18,1 %) nei miškuose (10,7 %) (Hobohm & Bruchmann, 2009). Tai rodo, kad pievos yra itin svarbios Europos augalų įvairovės išsaugojimui.

Dėl didelės biologinės įvairovės ir jautrumo aplinkos pokyčiams pievų augalijos tyrimai tampa vis svarbesni, siekiant įvertinti bendrijų būklę ir pritaikyti tinkamas apsaugos bei priežiūros priemones. Augalijos tyrimų tradicija Europoje yra itin stipri, nes daugiau nei pusė visų pasaulyje užregistruotų augalijos aprašymų yra saugoma Europos duomenų bazėse. Fitosociologiniai aprašymai leidžia įvertinti bendrijų rūšinę sudėtį, klasifikaciją ir ilgalaikę kaitą, todėl jie yra svarbūs augalijos klasifikavimui ir būklės vertinimui (Mucina ir kt., 2000; Jansen ir kt., 2012).

Šiuo metu vis labiau populiarėja peržvalgos tyrimai (angl. *resurvey*), kurie suteikia galimybę sukauptus duomenis naudoti ilgalaikiai bendrijų kaitai įvertinti. Pakartotinai tiriant tuos pačius laukelius galima įvertinti augalijos dinamiką per tam tikrą laikotarpį. Tokie tyrimai ypač svarbūs, nes augaliją nuolat veikia žemėnaudos pokyčiai, klimato kaita, eutrofikacija bei invazinių rūšių plitimas. Pakartotinių tyrimų svarbą patvirtina ir neseniai atsiradusi duomenų bazė „ReSurveyEurope“ (Knollová ir kt., 2024), kurioje saugomi pakartotinai tirtų augalijos laukelių duomenys iš įvairių Europos buveinių. Ši duomenų bazė sudaro galimybę analizuoti augalijos pokyčius visos Europos mastu.

Darbo tikslas – įvertinti Šventosios upės slėnio pievų bendrijų floristinę, sintaksonominę ir ekologinę kaitą per pastarąjį dešimtmetį.

Uždaviniai:

1. Įvertinti augalų rūšių įvairovės pokyčius tirtose pievų bendrijose.
2. Suklasifikuoti pievų bendrijas iki sąjungos lygmens sintaksonų.
3. Įvertinti pievų bendrijų rūšinės sudėties ir rūšių padengimo pokyčius tirtuose laukeliuose.
4. Nustatyti tirtų bendrijų atitikimą Europos Sąjungos gamtinių buveinių tipams ir įvertinti jų pokyčius tarp tyrimo laikotarpių.
5. Įvertinti pievų bendrijų dinamikos priklausomybę nuo ekologinių sąlygų tyrimų laikotarpiu.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Pievų samprata, stepinių ir mezofitų pievų charakteristika

Pievos yra viena iš plačiausiai paplitusių sausumos ekosistemų – jos užima apie 40 % Žemės sausumos paviršiaus ploto, neįskaitant Grenlandijos ir Antarktidos (White ir kt., 2000; Blair ir kt., 2014). Blair ir kt. (2014) savo tyrime teigia, kad pievos užima didesnę sausumos teritoriją nei bet kuris kitas biomas. Nepaisant didelio paplitimo ir reikšmės biologinei įvairovei bei žmonių gerovei, pievų ekosistemų apsauga pasauliniu mastu išlieka nepakankama. Vertinama, kad saugomos teritorijos apima vos 7,6 % pasaulinio pievų ploto (White ir kt., 2000).

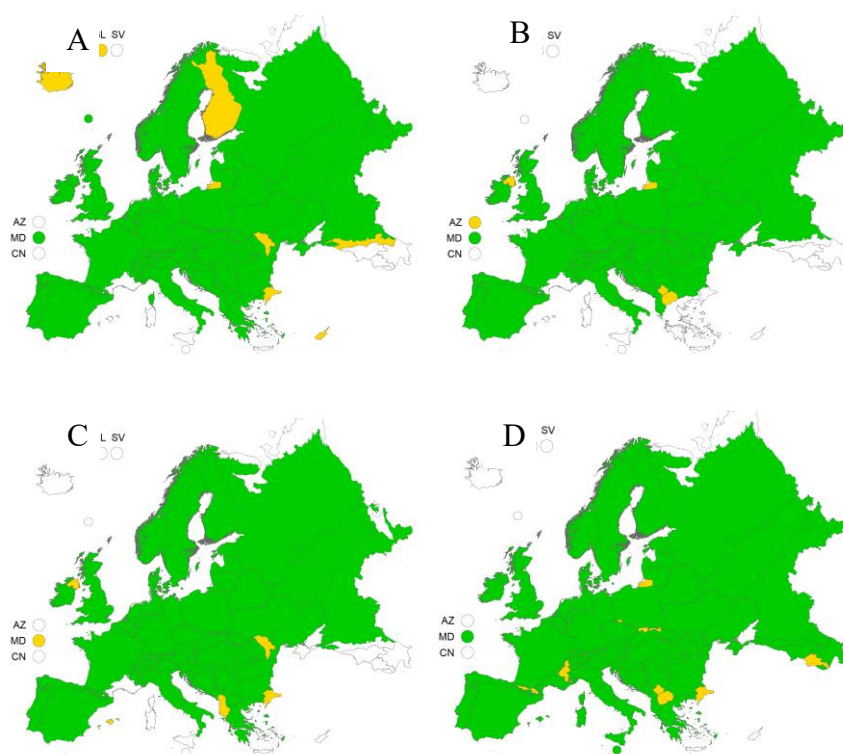
Pievų ekosistemos istoriškai buvo intensyviai naudojamos žmogaus. Didelė dalis vidutinių platumų pievų yra priskiriamos prie labiausiai pasaulyje pažeidžiamų ekosistemų (Blair ir kt., 2014; Carbutt ir kt., 2017). Didžiausią poveikį pievoms turėjo jų vertimas dirbamais žemės plotais. Pastaraisiais dešimtmečiais vykusį žemės ūkio plėtrą ir intensyvų pievų naudojimą lėmė buveinių degradaciją ir biologinės įvairovės mažėjimą pasauliniu mastu. Kita vertus, Europoje ir kituose regionuose tradiciškai tvarkomos ganyklos ilgainiui suformavo pusiau natūralių pievų buveines, kurioms šiuo metu vis didesnę grėsmę kelia žemės ūkio veiklos nutraukimas ir jų apleidimas (Isselstein ir kt., 2005; Hopkins ir Holz, 2006). Sutcliffe ir kt. (2015) savo tyrime pabrėžia, kad mažo intensyvumo ūkininkavimo palaikymas yra esminė Europos pievų biologinės įvairovės išsaugojimo sąlyga. Lietuvoje pievų nykimas taip pat siejamas su žemės ūkio intensyvumu, pievų vertimu žemės ūkio naudmenomis bei tradicinio ūkininkavimo nutraukimu ir pievų apleidimu (Ignatavičius & Ložytė, 2010; Ložytė, 2014). Remiantis Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos (2023) duomenimis, 2018–2022 metais pievų ir ganyklų bendras plotas sumažėjo 213 tūkst. hektarų ir sudaro vos 5,5 % visos Lietuvos teritorijos, iš kurių didelė biologine įvairove pasižyminčios buveinės sudaro tik nedidelę dalį.

Keli autoriai akcentuoja, kad pievų ekosistemų apsaugą komplikuoja nevienodas jų apibrėžimas ir klasifikacija (White ir kt., 2000; Dixon ir kt., 2014). Savo darbe White ir kt. (2000) pateikia bendrą, plačią pievų sampratą. Autoriai pievas apibrėžia kaip sausumos ekosistemas, kuriose vyrauja žolinė ir krūminė augalija, o jų struktūrą palaiko gaisrai, ganymas, sausros ar žema temperatūra. Tai yra ekosistemos, kuriose dominuoja nesumedėję augalai, o jas formuoja gamtiniai bei antropogeniniai veiksniai. Vis dėlto toks apibrėžimas nebuvo pakankamas naudoti pasauliniu mastu, todėl vėlesniuose tyrimuose Dixon ir kt. (2014) pasiūlė detalesnį ir sistemingesnį pievų apibrėžimą, kurį būtų galima taikyti pasauliniu mastu. Pagal šį apibrėžimą natūrali arba pusiau natūrali pieva nėra šlapžemės tipo ekosistema, joje augalija dengia ne mažiau kaip 10 % ploto, dominuoja žoliniai augalai, o medžiai sudaro vieno sluoksnio lają, kurios danga vidutinio klimato zonose yra mažesnė nei 10 % ir medžių

aukštis iki 5 m, o tropikuose laja dengia mažiau nei 40 % ploto ir medžių aukštis neviršija 8 m (Dixon ir kt., 2014). Vėliau Dengler ir kt. (2020) pasiūlė pievų apibrėžimą, kuris iš dalies panašus į pateiktą Dixon ir kt. (2014), ir tai leidžia formuoti labiau nusistovėjusį požiūrį į pievų apibrėžimą. Dengler ir kt. (2020) pievas apibūdina kaip savaime susiformuojančias žolinių augalų buveines, kuriose vyrauja migliniai (*Poaceae*) arba vikšviniai (*Cyperaceae*), vikšriniai (*Juncaceae*) augalai. Pievose žolinė augalija paprastai dengia ne mažiau kaip 10 %, o sumedėję augalai (krūmokšniai, krūmai, medžiai), jei jų pasitaiko, dengia žymiai mažesnę plotą nei žoliniai augalai.

Šiame tyrime analizuojamos pievų bendrijos, kurias galima priskirti dviem Europos augalijos klasėms – trąšioms mezofitų pievoms (*Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937) ir sausoms stepinėms pievoms (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947). *Molinio-Arrhenatheretea* klasė yra gana įvairi sintaksonominė grupė. Ji apima antropogeninės kilmės žmonių tvarkomas ganyklas, šienaujamas pievas ir aukštažolių pievų pakraščius. Tokios pievos dažniausiai susiformuoja trąšiamame dirvožemyje. Joms būdinga didelė augimviečių įvairovė. Bendrijos aptinkamos tiek žemyninėse, tiek užliejamose teritorijose, ypač upių slėnių skirtinguose aukščio lygiuose. Šios bendrijos formuojasi žemumų ir vidutinio aukščio teritorijose, tačiau kartais aptinkamos ir aukštesnėse vietovėse. Mezofitų pievų bendrijos yra gana gausiai paplitusios visoje Europoje. Dėl didelio produktyvumo jos vertingos ūkiniu požiūriu, tačiau kartu yra stipriai veikiamos antropogeninių veiksnių – dirvožemio sausinimo, tręšimo, ganymo, pašarinių žolių įsėjimo. Ilgalaikis ir intensyvus ūkinis naudojimas daro reikšmingą įtaką bendrijų struktūrai, nors dauguma jų išlieka rūšių turtingos (Rašomavičius, 1998; Mucina ir kt., 2016). Mucina ir kt. (2016) savo sintaksonominėje analizėje aptaria kitų autorių siūlymus siaurinti *Molinio-Arrhenatheretea* klasės sampratą ir iš šios klasės išskirti apleistose šlapiose pievose bei palei griovius augančias aukštažolių bendrijas. Pagal tokį modelį *Molinio-Arrhenatheretea* apimtų tik tiesiogiai žmogaus naudojamas (šienaujamas, ganomas) pievų bendrijas. Argumentuota, kad minėtos aukštažolių bendrijos formuojasi sukcesijos stadijoje ir savo struktūra ir ekologinėmis savybėmis aiškiai skiriasi nuo žmogaus tvarkomų bendrijų. Vis dėlto toks klasifikavimo modelis nebuvo priimtas ir pagrindinėje Europos augalijos klasifikacijoje (Mucina ir kt., 2016) ši klasė išlaiko platesnę sampratą. Joje iš viso išskiriama 10 eilių, kurios leidžia detalizuoti vidinę struktūrą. Pagal Europos augalijos pasiskirstymo žemėlapių FloraVeg.EU duomenų bazėje (Chytrý ir kt., 2024), Lietuvos teritorijoje aptinkamos keturios šios klasės eilės: europinės trąšios pievos (*Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931), drėgnos ir šlapios pievos (*Molinietalia caeruleae* Koch 1926), *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi* Passarge 1975 ir *Potentillo-Polygonetalia avicularis* Tx. 1947 (1 pav.). *Arrhenatheretalia* eilei priskiriamos antropogeninės kilmės šienaujamos, dažnai tręšiamos pievos ir ganyklos, susiformavusios laidžiuose, vidutinio drėgnumo, derlinguose priemolio ir priemolio dirvožemiuose. Šios bendrijos paplitusios Europos vidutinių platumų ir subborealinėse zonose. Augimvietės dažniausiai telkiasi upių slėniuose bei kalvų papėdėse.

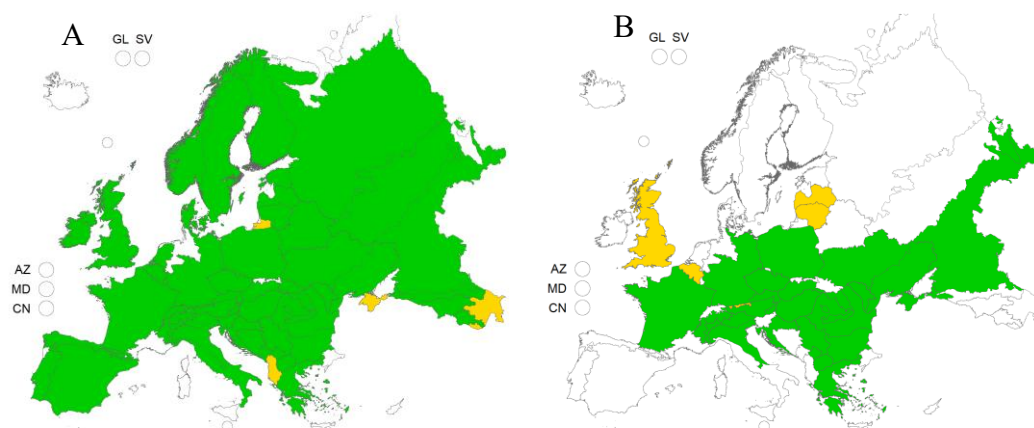
Molinietalia eilė apima drėgnų ir šlapių pievų bendrijas, susiformavusias nuolat drėgnose ar periodiškai užmirkstančiose augimvietėse. Šiai eilei priskiriamos žemaūgės pievų bendrijos, paplitusios borealinėje ir vidutinio klimato juostose. Jos dažniausiai aptinkamos žemyninėse, rečiau upių slėnių užliejamose teritorijose. Jos auga silpnai rūgščiuose dirvožemiuose, kuriuose vyrauja jauriniai priemoliai, neretai padengti plonu durpių sluoksniu (Rašomavičius, 1998; Biondi ir kt., 2014; Mucina ir kt., 2016). *Filipendulo-Lotetalia* bei *Potentillo-Polygonetalia* eilės yra kiek mažiau aprašytos. *Filipendulo-Lotetalia* eilę galima apibūdinti kaip drėgnų pievų aukštažolių bendrijas, kurios įsikuria mineraliniuose vidutinio klimato Europos dirvožemiuose. *Potentillo-Polygonetalia* eilė aprašoma kaip vidutinio klimato ir Viduržemio jūros regione paplitusios bendrijos, įsikūrusios laikinai užliejamose, intensyviai ganomose bei maisto medžiagomis turtingose vietovėse (Mucina ir kt., 2016).



1 pav. Lietuvoje aptinkamų mezofitų pievų eilių paplitimas Europos šalyse. (A) *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931; (B) *Molinietalia caeruleae* Koch 1926; (C) *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi* Passarge 1975; (D) *Potentillo-Polygonetalia avicularis* Tx. 1947 paplitimas Europos šalyse. Žemėlapyje žalia spalva nurodytos šalys, kuriose patvirtintas eilės paplitimas, geltona – šalys, kuriose paplitimas galimas, balta – šalys, kuriose eilė neaptinkama (Chytrý ir kt., 2024).

Stepinių (*Festuco-Brometea*) pievų klasė, plačiausiai paplitusi Pietų Ukrainoje ir Rusijoje. Didžiojoje Europos dalyje šios pievos yra antrinės kilmės, susiformavusios dėl žmogaus veiklos. Taip pat dalis priskiriama reliktinėms bendrijoms, susiformavusioms sausose ir šiltose vietovėse

poledynmečio laikotarpiu. Tai bendrijos, paplitusios kalkinguose, nerūgščiuose, lengvos sudėties dirvožemiuose (Mucina ir kt., 2016). Stepinės pievos nėra derlingos, todėl norint jas pritaikyti žemės ūkio reikmėms, dažnai būdavo tręšiamos, suardoma paklotė, įsėjamos pašarams naudojamos augalų sėklos. Dėl šios priežasties Lietuvos teritorijoje natūralių stepinių pievų išlikę tik fragmentai, kurie susiformavo žemės ūkiui nepatogiose vietovėse (upių slėnių skardžiuose, šlaituose, akmenuotose teritorijose) (Rašomavičius, 1998). Sausos pievos pasižymi labai didele biologine įvairove. Teigiama, kad vertinant augalijos rūšių turtingumą mažo ploto laukeliuose (mažesniuose nei 100 m²), dalis Europos sausų pievų laikomos vienomis turtingiausių augalijos bendrijų pasauliniu mastu ir lenkia net atogrąžų miškus (Wilson ir kt., 2012; Vrahnakis ir kt., 2013; Dengler ir kt., 2020). Europos augalijos klasifikacijoje *Festuco-Brometea* klasėje išskiriama 13 sintaksonominių eilių. Pagal Europos augalijos pasiskirstymo žemėlapi *FloraVeg.EU* duomenų bazėje (Chytrý ir kt., 2024), Lietuvoje galima aptikti *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 eilę (2 pav.). Senesnėje literatūroje ši eilė buvo vadinama *Brometalia erecti* Br.-Bl. 1936 (Rašomavičius, 1998), tačiau pagal naujausią Europos augalijos klasifikaciją ši eilė dabar laikoma *Brachypodietalia pinnati* eilės sinonimu. Šios pievos dažniausiai susiformuoja vidutinio klimato regionuose, kur vyrauja vidutinio drėgnumo arba sausokas, gerai drenuojamas, kalkingas dirvožemis. Tokios pievos pasižymi pakankamai dideliu augalijos padengimu (Mucina ir kt., 2016; García-Mijangos ir kt., 2021). Pagal *FloraVeg.EU* duomenų bazę (Chytrý ir kt., 2024), Lietuvoje yra tikimybė aptikti ir *Festucetalia valesiaca* Soó 1947 eilę (2 pav.). Šios pievos apibūdinamos kaip stepės ir akmenuotos stepinės pievos, susiformavusios giliuose arba mažiau išsivysčiusiuose dirvožemiuose, paplitusios Vidurio ir Rytų Europos stepių ir miškastepių zonose (Mucina ir kt., 2016; Willner ir kt., 2017).



2 pav. *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 ir *Festucetalia valesiaca* Soó 1947 eilių paplitimas Europos šalyse. (A) *Brachypodietalia pinnati*; (B) *Festucetalia valesiaca* paplitimas Europos šalyse. Žemėlapyje žalia spalva nurodytos šalys, kuriose patvirtintas eilės paplitimas, geltona – šalys, kuriose paplitimas galimas, balta – šalys, kuriose eilė neaptinkama (Chytrý ir kt., 2024).

1.2. Aplinkos veiksnių įtaka pievų augalijai

Pievų ekosistemoms didelę įtaką daro įvairių biotinių ir abiotinių veiksnių sąveika. Remiantis Dengler ir kt. (2020) atlikta analize, galima išskirti šiuos svarbiausius pievų biologinės įvairovės nykimo veiksnius Europoje 2010-2019 metais: pievų vertimas ariamais laukais, apželdinimas mišku, pievų apleidimas, intensyvus naudojimas (dažnas šienavimas, tręšimas), eutrofikacija, vandens režimo pokyčiai, klimato kaita, invazinių rūšių plitimas. Nualintuose miškų teritorijose neretai taikomos atkūrimo strategijos, tokios kaip medžių atsodinimas, gaisrų slopinimas bei stambių žolėdžių pašalinimas, tačiau panašios praktikos kartais klaidingai taikomos ir atviriems biomams (pievoms, savanoms), o tai daro didžiulę žalą biologinei įvairovei (Veldman ir kt., 2015). Šiuo metu pievų degradaciją skatina globalūs pokyčiai, tokie kaip gaisrų ir ganymo režimų pasikeitimas, sumedėjusių augalų plitimas, padidėjusi atmosferos CO₂ koncentracija, invazinės rūšys bei buveinių fragmentacija. (Herrera-Pantoja ir kt., 2012; Blair ir kt., 2014; Swindles ir kt., 2019). Šių veiksnių poveikis skirtinguose Europos regionuose nėra vienodas. Išskiriant Šiaurės Europos bei Baltijos šalis, didžiausią grėsmę pievoms šiuo metu kelia du kraštutiniai: jų apleidimas (prognozuojama, kad neigiama įtaka ateityje didės) bei intensyvus ūkinis naudojimas (Dengler ir kt., 2020). Siekiant suprasti ir prognozuoti pievų augalijos dinamiką, svarbu nustatyti veiksnius, lemiančius rūšių įvairovę ir bendrijų kaitą. Vidutinių platumų pievose pastaraisiais dešimtmečiais stebimi dideli pokyčiai, kurie labiausiai susiję su žemėnaudos pokyčiais. Weiss ir kt. (2014) atliktame tyrime nustatyta, kad Europos pusiau natūralios pievos yra ganėtinai izoliuotos, todėl joms didžiausią įtaką daro vietos lygmens veiksniai. Tokios buveinės dėl žemėnaudos pokyčių palaipsniui mažėja.

Ekstensyvus pievų naudojimas yra būtinas norint išsaugoti pusiau natūralių pievų buveines. Atlikti tyrimai subalpinėse Šveicarijos ganyklose atskleidė, kad pievų apaugimas, net ir ne aukštais krūmais, reikšmingai keičia pievų ekosistemas, jose ženkliai sumažėja retų augalų rūšių skaičius (Koch ir kt., 2015). Yra atlikta tyrimų, kurie įrodo, jog ūkininkavimo būdas daro reikšmingą įtaką pusiau natūralių pievų augalijos sudėčiai. Pornaro ir kt. (2021) tyrė skirtingo ūkininkavimo praktikų įtaką Rytų Italijos Alpių pievų augalijos įvairovei. Tyrime dominavo *Molinio-Arrhenatheretea* bei *Festuco-Brometea* augalijos klasės. Nustatyta, kad ganyklose augalų rūšių, šeimų bei fitosociologinių klasių turtingumas buvo didesnis nei šienaujamose pievose. Tyrime taip pat buvo pastebėta, kad dažniau šienaujamuose plotuose (tris kartus per metus), augalijos rūšių skaičius taip pat buvo mažesnis nei vieną kartą metuose šienaujamuose plotuose (Pornaro ir kt., 2021). Tačiau negalima daryti griežtos išvados, kad ganymas pievoms yra naudingesnis nei šienavimas. Reutimann ir kt. (2023) tyrė ganymo ir šienavimo įtaką drėgnų pievų augalijos įvairovei Šveicarijos kalnuose. Tyrimui buvo pasirinkti laukeliai palei tvorų ribas tarp ganomų iš šienaujamų plotų. Laukeliuose dominavo *Molinio-Arrhenatheretea* klasės *Calthion palustris* Tx. 1937 sąjungos pievos. Paaikšėjo, kad induočių augalų rūšių turtingumas (angl. *species richness*) šienaujamose ar ganomose teritorijose

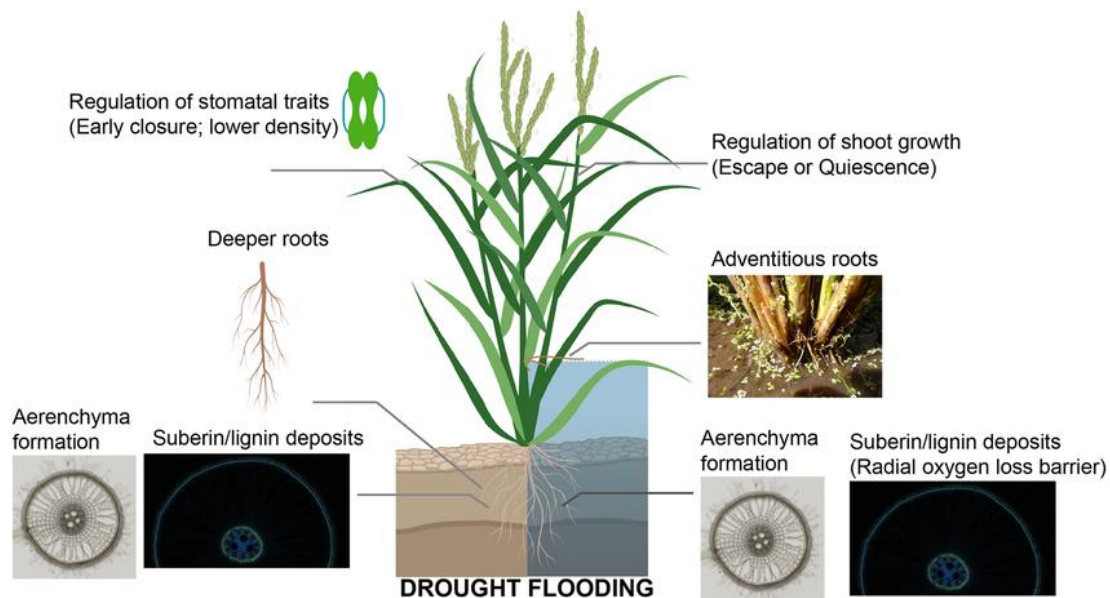
nesiskyrė, tačiau skyrėsi jų sudėtis. Ganyklose buvo dažniau aptinkamos trąšių drėgnų pievų rūšys: gelsvalapė usnis (*Cirsium oleraceum* (L.) Scop.), pelkinė vingiorykštė (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), raudonoji žiognagė (*Geum rivale* L.) bei kėstasis vikšris (*Juncus effusus* L.), tuo tarpu šienaujamose pievos buvo palankesnės įvairesnėms aplinkos sąlygoms prisitaikiusioms rūšims, tokioms kaip siauralapis gyslotis (*Plantago lanceolata* L.) ir raudonasis dobilas (*Trifolium pratense* L.). Catorci ir kt., (2011) tyrė skirtingai trikdomas pievas toje pačioje aplinkoje ir nustatė, kad tiek ganymas, tiek šienavimas pašalina antžeminę biomasę, tačiau ganymas yra selektyvaus pobūdžio, o šienavimas visai augalijai suteikia vienodas galimybes. Yra rūšių, kurios dažniau arba tik aptinkamos ganomose pievose, pavyzdžiui, vėdrynų (*Ranunculus* L.) genties rūšys, kurios gyvuliams yra nuodingos. Tuo tarpu augalų rūšys, kurios turi kaupimo organus (svogūnėlius, gumbus), anksti žydinčios ar gyvulių selektyviai ėdamos, dažniau aptinkamos šienaujamose pievose (Catorci ir kt., 2011). Tälle ir kt. (2016) atliko analizę, kurioje lygino duomenis iš 35 tyrimų apie šienavimo ir ganymo poveikį pievoms. Ši analizė parodė, kad ganymas, lyginant su kasmetiniu šienavimu (vieną kartą per metus), vis dėlto turi kiek palankesnę poveikį pievų augalijai, tačiau skirtumai buvo labai nedideli. Galima teigti, kad abu pievų tvarkymo būdai yra naudingi, nes tiek šienavimas, tiek ganymas pievose suteikia galimybę įsitvirtinti skirtingoms augalų rūšims ir taip padeda užtikrinti didesnę biologinę įvairovę (Tälle ir kt., 2016; Reutimann ir kt., 2023).

Pievų ekosistemos visame pasaulyje yra veikiamos sausrų (Gibson, 2009). Periodinis drėgmės trūkumas yra vienas svarbiausių šių buveinių formavimosi veiksnių, nes riboja sumedėjusių augalų augimą ir taip sudaro palankias sąlygas žolinei augalijai klestėti (Petermann & Buzhdygan, 2021). Tačiau dėl klimato kaitos didėja ekstremalūs klimato reiškiniai, tokie kaip intensyvios sausros, potvyniai, karščio bangos, o tai kelia grėsmę įvairioms ekosistemoms pasauliniu mastu. Pievos yra itin jautrios temperatūros svyravimams ir klimato kaitai, lyginant su kitomis ekosistemomis. Tyrimai rodo, kad ateityje Europoje sausros vasaros metu taps intensyvesnės ir dažnesnės, todėl tai darys poveikį pievų augalijos struktūrai bei produktyvumui (Smith ir kt., 2009; Blair ir kt., 2014; Mackie ir kt., 2019).

Sausra gali būti apibūdinama kaip nereguliarus vandens ciklo sutrikimas, kuris lemia augalų fiziologinius ir ekosistemų funkcijų pakitimus. Augalai sausros metu keičia fiziologinius procesus, nes teikia prioritetą vandens išsaugojimui. Sausros metu augalai optimizuoja vandens apykaitą reguliuodami žiotelių varstymąsi ir keisdami šaknų architektūrą, pavyzdžiui, skatindami pagrindinės šaknies ilgėjimą (3 pav.) (Toulotte ir kt., 2022). Tai lemia anglies ciklo sulėtėjimą bei biomasės kiekio sumažėjimą. Sausros sukelti organinių medžiagų ir drėgmės sutrikimai dirvožemyje bei angliavandenių trūkumas augaluose gali turėti ilgalaikių pasekmių ir neretai sukelia augalų žūtį (Van der Molen ir kt., 2011).

Ekosistemų reakcija į aplinkos sąlygų pasikeitimus gali būti įvairi, jų jautrumas ir atsistatymo greitis priklauso nuo savybių, tokių kaip biologinė įvairovė, dominuojančių rūšių ilgaamžiškumas ir medžiagų apykaitos intensyvumas. Po ekstremalių reiškinių ekosistemose pirmiausia vyksta fiziologinės reakcijos, vėliau keičiasi rūšių pasiskirstymas bendrijose, po to gali įvykti rūšių išnykimas bei naujų rūšių atsiradimas (Smith ir kt., 2009). Skirtingos augalų rūšys turi skirtingas išgyvenimo strategijas, todėl tokie trikdžiai dažnai lemia augalų rūšių persiskirstymą ekosistemose. Svarbu suprasti augalų prisitaikymo ir išgyvenimo strategijas, kad būtų galima prognozuoti ekosistemų prisitaikymą prie besikeičiančių aplinkos sąlygų. (Van der Molen ir kt., 2011). Hoover ir kt. (2014) tyrė pievų ekosistemų, esančių JAV, atsparumą ir atsistatymo greitį veikiant ekstremaliai sausrui bei karščio bangoms. Tyrimo rezultatai parodė, kad pievos buvo pakankamai atsparios karščio bangoms, tačiau ekstremali sausra turėjo neigiamos įtakos – sausros periodu pievos prarado didelį kiekį biomasės. Pastebėta, kad plačialapius žolinius augalus (angl. *forbs*) sausra paveikė labiau nei varpinius augalus (angl. *graminoids*) ir tai lėmė augalų rūšių gausos pasikeitimus. Nepaisant sausros neigiamo poveikio, tirtos pievų ekosistemos grįžus įprastoms klimato sąlygoms atsistatė pakankamai greitai – per vieną vegetacijos sezoną (Hoover ir kt., 2014). Siekiant suprasti ir prognozuoti pievų bendrijų reakcijas į besikeičiantį sausrų režimą, būtina išsiaiškinti augalijos atsparumą lemiančius veiksnius (Sun ir kt., 2020). Augalai pasižymi įvairiais mechanizmais, leidžiančiais jiems išverti vandens trūkumą. Daugiamečių augalų atsparumo sausrui mechanizmus galima skirstyti į dehidratacijos tolerancijos ir vengimo mechanizmus. Efektyvus dehidratacijos vengimas leidžia išlaikyti aukštą lapų vandens potencialą, kuris dažnai naudojamas kaip rodiklis lyginant augalų rūšių atsparumą sausrui. Vis dėlto pagal tai vertinti pievų buveinių atsparumą yra sudėtinga. Žolinių augalų antžeminės dalies nudžiūvimas gali būti specifinis transpiracijos mažinimo mechanizmas, todėl reikia vertinti viso augalo išgyvenamumą ir lyginti su kitomis žolinių augalų rūšimis. Dėl šios priežasties pievų buveinių atsparumo supratimas ir prognozavimas išlieka sudėtingas. (McDowell ir kt., 2008; Comita & Engelbrecht, 2014; Hoover ir kt., 2014; O'Brien ir kt., 2017).

Pastaraisiais metais visame pasaulyje vis dažnėja staigios sausros (angl. *flash drought*), kurios atsiranda dėl sumažėjusių kritulių ar aukštos temperatūros. Tokias sausras galima suskirstyti į du tipus: karščio bangų sukeltas staigias sausras ir kritulių trūkumo sukeltas staigias sausras (Mo & Lettenmaier, 2020). Paprastai staigios sausros yra trumpos, lyginant su tipiškais sausromis, tačiau pastaraisiais metais staigios sausros vis dažniau pereina į sezonines sausras. Šis perėjimas kelia didelį susirūpinimą, nes tokios sausros daro didelę žalą ir jas labai sunku prognozuoti (Hoerling ir kt., 2014). Liu ir kt. (2022) savo tyrime, kuris buvo atliktas natūraliose vidutinių platumų Eurazijos stepėse, nustatė, kad tirtose vietose dominavo karščio bangų sukeltos staigios sausros, o kritulių trūkumo sausros buvo retos. Taip pat nustatyta, kad sausrų intensyvumas ir dažnis priklauso nuo pievų tipo ir laikotarpio.



3 pav. Augalų morfologinės ir anatinės prisitaikymo prie sausros (kairėje) ir užliejimo (dešinėje) strategijos (Toulotte ir kt., 2022).

Dėl klimato kaitos vis didėja ekstremalių potvynių rizika ir prognozuojama, kad Europos upėse vasaros potvyniai taps vis dažnesni (Ilg ir kt., 2008). Daugkartinis užliejimas gali sukelti eutrofikaciją dėl papildomo maistinių medžiagų patekimo į dirvožemį. Tai gali sumažinti rūšių įvairovę, nes derlingesniame dirvožemyje įsigali produktyvesnė augalija (Grootjans ir kt., 2002). Kita vertus, keli autoriai nustatė, kad užliejamose pievose gali būti randamas didesnis sėklų bankas lyginant su neužliejamomis pievomis (Hölzel & Otte, 2001; Gerard ir kt., 2008). Hölzel & Otte (2001) tyrė Vokietijoje Reino upės slėnio užliejamas pievas ir nustatė, kad didėjant užliejimo trukmei, didėja ir sėklų tankis dirvožemyje. Vis dėlto nustatyta, kad rūšių įvairovė išlieka panaši. Toks sėklų tankio didėjimas gali būti siejamas su trikdžius toleruojančių rūšių gausėjimu, kurios formuoja ilgalaikį sėklų banką. Šis tyrimas nustatė, kad pievų užliejimas didina sėklų gausą, o ne įvairovę dirvožemyje (Hölzel & Otte, 2001). Savo tyrime Gerard ir kt. (2008) taip pat analizavo užliejimo įtaką pievų sėklų bankui ir augalijai Belgijoje. Buvo nustatyta, kad užliejamose pievose aptinkamas didesnis sėklų bankas ir randama daugiau vandeniui plintančių augalų rūšių. Vis dėlto, autoriai pabrėžia, kad reali augalijos rūšinė sudėtis tarp užliejamų ir neužliejamų pievų reikšmingai nesiskyrė, nes į sėklų banką patekusios naujos rūšys ne visada įsitvirtina dėl netinkamų sąlygų (Gerard ir kt., 2008). Vėlesni tyrimai atlikti Klaus ir kt. (2011) Reino upės slėnio užliejamose pievose parodė, kad užliejimas gali turėti ir neigiamą poveikį augalijai. Potvynių metu pievose nusėdusios nuosėdos ir maisto medžiagos skatina eutrofikaciją. Dideli kiekiai maisto medžiagų didina augalų biomąsę, pradeda dominuoti produktyvesnės rūšys ir taip mažėja rūšinė įvairovė (Klaus ir kt., 2011). Vasaros potvyniai taip pat sukelia ir stiprų fiziologinį stresą šaknų zonoje dėl deguonies trūkumo. Loreti ir kt. (2016) savo tyrime nustatė, kad užtvindymo metu sutrinka augalų dujų apykaita ir fotosintezė, todėl išgyvena tik tos

rūšys, kurios prie to yra prisitaikiusios. Užliejimo metu augalai prisitaiko prie sutrikusios dujų apykaitos formuodami papildomas šaknis virš vandens bei vysto aerenchimą, kuri padeda sumažinti deguonies trūkumą (Toulotte ir kt., 2022). Prie tokių sąlygų prastai prisitaikiusios rūšys gali žūti, todėl ilgainiui keičiasi užliejamų pievų rūšinė sudėtis (Loreti ir kt., 2016).

1.3. Pievų augalijos tyrimai Europoje ir Lietuvoje bei pakartotinių tyrimų reikšmė

Augalijos tyrimai Europoje remiasi floristiniu-sociologiniu (fitosociologiniu) požiūriu, susiformavusiu dar XX a. pradžioje. Toks požiūris, kurio pradininku galima laikyti mokslininką Braun-Blanquet, tapo pagrindiniu standartiniu metodu daugumoje Europos šalių. Tokių tyrimų pagrindą sudaro augalijos aprašymai (pranc. *relevés*) standartizuotose laukeliuose, kuriuose dokumentuojama augalijos rūšinė sudėtis bei laukelio metaduomenys: tikslios koordinatės, reljefas, žemėnauda, šlaito nuolydis ir ekspozicija, laukelio dydis ir forma, taip pat tyrimo data ir tyrėjas (Mucina ir kt., 2000; Chytrý & Otýpková, 2003; Knollová ir kt., 2024). Augalijos aprašymų rinkimo tradicija Europoje yra ypač stipri, lyginant su kitais pasaulio žemynais – daugiau nei pusė visų pasaulyje užregistruotų augalijos aprašymų yra saugomi Europos duomenų bazėse (Jansen ir kt., 2012). Tokie standartizuoti aprašymai ypač svarbūs Europos pievų augalijos tyrimuose, nes vidutinių platumų pusiau natūraliose pievose aptinkama ypač didelė augalų rūšių įvairovė mažuose plotuose (Wilson ir kt., 2012). Taip pat pabrėžiama, kad standartizuoti augalijos aprašymai svarbūs sintaksonominei klasifikacijai, mokslo patikimumui ir pritaikomumui didinti (Mucina ir kt., 2000).

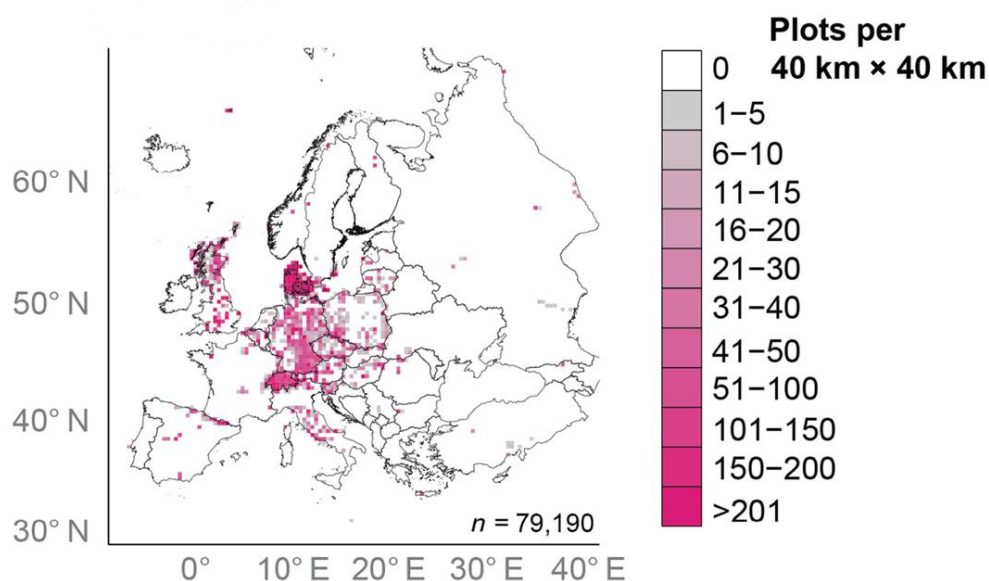
Aprašymų geografinis tikslumas gali skirtis, nes anksčiau vietovės buvo apytiksliai aprašomos, o šiuo metu jau galima tiksliai fiksuoti geografines koordinates naudojant GPS ar nuolatinės laukelių žymas. Ilgą laiką šie duomenys buvo kaupiami asmeniniuose tyrėjų rankraščiuose ar fiziniuose archyvuose, todėl jų panaudojimas platesniu mastu buvo ribotas. Atsiradus tokioms didelėms atviros prieigos duomenų bazėms kaip Europos augalijos archyvas (EVA) ir sPlot, ženkliai padidėjo informacijos prieinamumas ir atsirado sąlygos plataus masto tarpreigioninėms augalijos analizėms (Schaminée ir kt., 2009; Dengler ir kt., 2011; Knollová ir kt., 2024).

Pastaraisiais dešimtmečiais Europoje didėjantis antropogeninis poveikis sukėlė reikšmingus augalijos pokyčius. XX a. viduryje daugelis pievų buvo apleistos arba jų naudojimas tapo intensyvus. Įvairūs tyrimai patvirtina, kad pusiau natūralių pievų išlikimas tiesiogiai priklauso nuo tradicinio ūkininkavimo (ekstensyvaus ganymo, šienavimo), o apleidus tokias pievas natūraliai pradeda vykti sukcesija – žolinę augaliją pamažu pakeičia krūmai, o vėliau medžiai (Wilson ir kt., 2012; Pärtel ir kt., 2015). Šie žemėnaudos pokyčiai vis dar vyksta daugumoje Europos regionų (Wesche ir kt., 2012; Kuemmerle ir kt., 2016; Gilhaus ir kt., 2017). Dėl šios priežasties augalijos laukelių duomenys tapo ypač svarbūs tiriant ilgalaikę augalijos dinamiką (Richner ir kt., 2015; Jandt ir kt., 2022).

Lietuvoje pievų tyrimai glaudžiai susiję su žemės naudojimo pokyčiais XX a. viduryje. Sendžikaitė ir kt. (2007) nagrinėjo pievų augalijos istorinę kaitą Lietuvos kraštovaizdyje žemdirbystės, istorinių įvykių, socialinių ir ekonominių procesų raidos kontekste. Autoriai nurodo, kad Lietuvos pievų augalija, kaip ir kitose vidutinių platumų regionuose, labiausiai siejama su žmogaus veikla. Prieš įsitvirtinant žemdirbystei, didžiąją dalį Lietuvos teritorijos dengė miškai, o atviros buveinės buvo retos. Vėliau dėl žemdirbystės plotų buvo deginami miškai, sausinamos pelkės ir susidarė palankios sąlygos pievų bendrijoms formuotis ir plisti. Dėl šios priežasties didžioji dalis Lietuvos pievų yra laikomos pusiau natūraliomis, nes jų atsiradimas ir išlikimas priklauso nuo antropogeninės veiklos, tokios kaip ganymas, šienavimas ir kitos gamtotvarkinės priemonės. XX a. viduryje Lietuvos pievoms didelės įtakos turėjo žemės naudojimo pokyčiai. Antrojo pasaulinio karo metu, sutrikus ūkinei veiklai, pievų plotai laikinai padidėjo nuo 20 % iki 25 %, tačiau netrikdomos teritorijos palaipsniui apaugo krūmais ir medžiais. Vėliau, nuo 1955 m., pievų mažėjimą dar labiau paskatino intensyvi melioracija, ariamų plotų plėtra ir miškų atsodinimas. Dėl šių procesų XX a. pabaigoje pievų ir ganyklų plotai sudarė tik 3,8 % Lietuvos teritorijos (Sendžikaitė ir kt., 2007). Atsižvelgiant į šiuos vis dar vykstančius žemėnaudos pokyčius, vis svarbesni tampa fitosociologiniai tyrimai, leidžiantys įvertinti pievų bendrijų rūšinę sudėtį ir atsiradusius pokyčius pievų bendrijose. Anksčiau pievų augalijos tyrimuose nemažai dėmesio buvo skiriama ne tik bendrijų rūšinei sudėčiai, bet ir jų ūkinei vertei ir produktyvumui nustatyti. Tokie tyrimai buvo atliekami Nemuno žemupio, Nevėžio, Merkio baseino, Jūros, Minijos ir Šventosios upių salpose (Rašomavičiaus, 1998). Vėliau Lietuvos pievų augalijos tyrimams svarbus etapas buvo J. Strazdaitės-Balevičienės sudarytas sintaksonų kadastras ir pirminė augalijos klasifikacija, paremta Braun-Blanquet floristiniais ir ekologiniais principais (Balevičienė, 1991). Naujesniuose Lietuvos pievų augalijos tyrimuose vis didesnis dėmesys skiriamas bendrijų būklei, tvarkymo priemonių efektyvumui ir sintaksonominei interpretacijai. Skuodienė ir kt., 2016 analizavo užliejamas ir neužliejamas Nemuno deltos pievas. Tyrime siekė nustatyti, kokią įtaką daro drėgmės režimas, dirvožemio savybės ir ūkinė veikla pievų produktyvumui, augalijos rūšinei įvairovei ir bendrijų stabilumui. Uogintas & Rašomavičius (2020) tyrė, kaip trumpalaikis apleidimas veikia pusiau natūralių pievų struktūrą ir funkcijas Šventosios ir Širvintų upių slėniuose. Tyrime buvo lyginamos šienaujamos ir mažiausiai 10 metų nenaudojamos *Festuco-Brometea* bendrijos. Dar platesniu sintaksonominiu ir ekologiniu aspektu Lietuvos pievas nagrinėjo Uogintas (2021), analizavęs *Festuco-Brometea* ir *Molinio-Arrhenatherete* pievų augalijos tarpusavio ryšius.

Šiuolaikinės mokslinės iniciatyvos, tokios kaip „ReSurveyEurope“ (Knollová ir kt., 2024), suteikia galimybę atlikti augalijos peržvalgos tyrimus (angl. *resurvey*), kurių metu tie patys laukeliai tiriami skirtingais laikotarpiais. Atliekant peržvalgos tyrimus, galima tiksliai įvertinti augalijos pokyčius didelėse teritorijose ir nustatyti, kokią įtaką bendrijoms daro žemėnaudos pasikeitimai,

klimato kaita, eutrofikacija ar invazinių rūšių plitimas. ReSurveyEurope duomenų bazėje šiuo metu yra sukaupta daugiau nei 280 tūkst. aprašymų iš 79 tūkst. skirtingų laukelių. Didžioji dalis šių laukelių turi nuolatinės žymas arba tikslias lokacijas užfiksuotas GPS pagalba, o sukaupiti duomenys apima aprašymus nuo XX a. pradžios iki šių dienų, todėl galima analizuoti augalijos pokyčius daugiau nei šimtmečio laikotarpyje (Knollová ir kt., 2024). Remiantis 4 paveikslu galima matyti, kad didžiausia aprašytų laukelių dalis telkiasi Vakarų ir Vidurio Europoje. Baltijos šalių kontekste labiausiai išsiskiria Lietuva, nes joje fiksuota gerokai daugiau aprašymų nei Latvijoje ar Estijoje.



4 pav. ReSurveyEurope 1.0 duomenų bazėje sukaupytų augalijos aprašymų geografinis pasiskirstymas Europoje. Pateikta paveikslo dalis iš Knollová ir kt. (2024) tyrimo.

Vienas naujausių pievų augalijos peržvalgos tyrimų buvo atliktas Šveicarijoje, kuriame Widmer ir kt. (2025) pakartotinai ištyrė 416 istorinių laukelių, kurių aprašymai buvo surinkti 1884–1931 m. laikotarpiu. Tyrimas apėmė pievas, susiformavusias įvairiuose aukščiuose – nuo žemumų iki aukštikalnių (300–2500 m virš jūros lygio) ir skirtingo drėgnumo buveinėse. Tyrėjai vertino augalų rūšinės įvairovės ir bendrijų pokyčius, atsiradusius per daugiau nei šimtmetį. Nustatyta, kad per šį laikotarpį rūšinė įvairovė ženkliai sumažėjo – net 26 %, lyginant su istoriniais duomenimis, tačiau pokyčiai buvo nevienodi skirtinguose aukščiuose įsikūrusiose pievose. Didžiausi bendrijų pokyčiai nustatyti žemumų pievose, tuo tarpu aukštikalnėse rūšinė įvairovė išliko pakankamai stabili. Tyrimo autoriai tokius pokyčius sieja su intensyviu žemės ūkiu lygumose, kai dėl eutrofikacijos įsigali maisto medžiagoms reiklios, konkurencingos ir dažną šienavimą toleruojančios rūšys, ypač miglinių (*Poaceae*) šeimos. Tuo tarpu aukštikalnių intensyvus žemės ūkis taip nepaveikė, todėl ten išliko kur

kas didesnė augalijos įvairovė. Europoje buvo atliktas dar svarbus tyrimas, kuriame Diekmann ir kt. (2019) atliko pakartotinių pusiau natūralių pievų augalijos tyrimų meta-analizę Vokietijos ir Jungtinės Karalystės regionuose. Į analizę buvo įtraukti 23 duomenų rinkiniai, apimantys iki 75 metų laikotarpį tarp pirmų ir pakartotinių tyrimų. Buvo vertinamos dirvožemio sąlygų, augalijos rūšinės įvairovės ir buveinių pokyčiai. Didžiausi neigiami pokyčiai buvo fiksuoti drėgnose pievose, kuriose laikui bėgant mažėjo rūšinė įvairovė, o buveinėms būdingos rūšys beveik visiškai išnyko. Šie pokyčiai buvo siejami su dirvožemio drėgmės sumažėjimu bei padidėjusiu maisto medžiagų kiekiu dirvožemyje. Vis dėlto gamtiniuose rezervatuose esančiose drėgnose pievose tokie neigiami pokyčiai nebuvo pastebėti, o kai kuriose vietose buvo fiksuoti net teigiami pokyčiai. Tuo tarpu sausesnėse pievose nebuvo fiksuotas toks nuoseklus rūšinės įvairovės mažėjimas, tačiau šioms buveinėms būdingų rūšių sumažėjo. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad didžioji dalis pievų nykimo priežastis yra susijusi su žemės ūkio intensyvėjimu, ypač drėgnesnėse pievose. Sausos pievos yra kiek atsparesnės tokiems pokyčiams, bet laikui bėgant jose taip pat daugiau aptinkama derlingesnę dirvožemį toleruojančių rūšių.

2. Medžiagos ir metodai

1.1. Tyrimo vieta, laikas ir objektas

Fitosociologiniai aprašymai buvo atliekami Šventosios upės slėnyje Anykščių ir Ukmergės rajonuose, 2025 m. birželio 18 d. – liepos 16 d. Tiriamieji laukeliai buvo parinkti tose pačiose vietose, kuriose pievų augalijos tyrimai buvo atlikti 2012–2017 metais (7, 8 pav.), taigi pakartotiniai tyrimai apėmė 8-13 metų laikotarpį. Duomenys buvo gauti iš EU-LT-001 duomenų bazės. D. Uoginto (2021) atliktų istorinių aprašymų vietos buvo parenkamos pagal Europos Bendrijos (EB) svarbos buveinių paplitimo duomenis. Aprašymai buvo atliekami sausose ir vidutinio drėgnumo natūraliose ir pusiau natūraliose pievose. Fitosociologiniams aprašymams buvo parenkamos bendrijos, kuriose aptiktos bent trys stepinių pievų (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947) klasei arba trąšių (*Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937) pievų klasės Europinių trąšių pievų (*Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931) eilei būdingos rūšys (Uogintas, 2021). Kadangi pakartotiniai aprašymai buvo atliekami tose pačiose vietose kaip ir ankstesni tyrimai, šio tyrimo objektu galima laikyti *Molinio-Arrhenatheretea* (5 pav.) ir *Festuco-Brometea* (6 pav.) klasioms būdingas pievas.

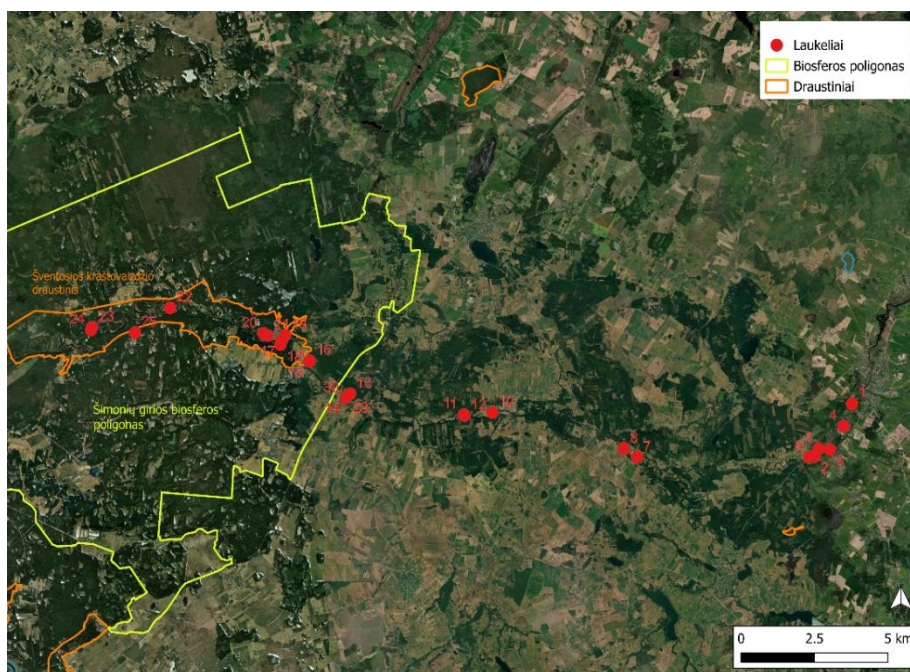


5 pav. Mezofitų pieva (*Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937). Autorės nuotrauka.



6 pav. Stepinė pieva (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947). Autorės nuotrauka.

Pakartotinai buvo aprašyta 30 laukelių, kurie išsidėstę keliose Šventosios upės vidurupio atkarpose. Didžioji dalis aprašytų laukelių (27 laukeliai) išsidėstę upės slėnyje Anykščių raj. ties Inkūnais, Mickūnais, Užpaliais, Kaniūkais ir Ilčiukais (7 pav.). Likę trys laukeliai buvo nutolę į pietvakarius nuo pagrindinių tyrimo vietų ir išsidėstę Ukmergės rajone šalia Kultuvėnų kaimo (8 pav.). Dalis tyrimo laukelių pateko į saugomas teritorijas. 11 iš 30 laukelių pateko į Šimonių girios biosferos poligoną, kuris priskirtas Europos ekologiniam tinklui „Natura 2000“ kaip paukščių apsaugai svarbi teritorija (PAST) ir buveinių apsaugai svarbi teritorija (BAST). Iš minėtų 11 laukelių 8 dar patenka į Šventosios kraštovaizdžio draustinį. Šiame draustinyje yra saugoma nemažai Europos Bendrijos svarbos pievų: Stepinės pievos 6210, Melvelynai 6410, Eutrofiniai aukštieji žolynai 6430, Šienaujamos mezofitų pievos 6510. Kiti 3 nutolę laukeliai Ukmergės raj. taip pat patenka į „Natura 2000“ buveinių apsaugai svarbią teritoriją „Širvintos upė ir jos slėniai“ bei Širvintos kraštovaizdžio draustinį. Likę 16 laukelių į saugomas teritorijas nepateko.



7 pav. 2012–2017 metais vykdytų tyrimų tikslios vietos Šventosios upės slėnyje Anykščių rajone ir jų padėtis saugomose teritorijose. Šimonių girios biosferos poligonas priskirtas Europos ekologiniam tinklui „Natura 2000“ kaip PAST ir BAST. Žemėlapis sudarytas *QGIS* programa; saugomų teritorijų ribos pateiktos pagal Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastro duomenis.



8 pav. 2012–2017 metais vykdytų tyrimų tikslios vietos Šventosios upės slėnyje Ukmergės rajone. Tyrimo laukeliai patenka į Širvintos kraštovaizdžio draustinį, kurio ribos sutampa su „Natura 2000“ BAST teritorija. Žemėlapis sudarytas *QGIS* programa; saugomų teritorijų ribos pateiktos pagal Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastro duomenis.

1.2. Fitosociologinių aprašymų metodika

Fitosociologiniai aprašymai daryti taikant tokią metodiką:

1. Tiriamuosiuose laukeliuose pirmiausia buvo fiksuojamos tikslios koordinatės pietvakariniam kampe. Koordinatės buvo žymimos pagal WGS koordinatinių sistemą.
2. Kiekviename tiriamajame laukelyje buvo atliktas aprašymas 100 m² plote. Pasitaikė ir mažesnio ploto tiriamųjų laukelių dėl mažo pievų bendrijos ploto, tokiu atveju bendrija buvo aprašoma tokio pat dydžio laukelyje kaip ir 2012–2017 metais (9 pav.).



9 pav. Tiriamųjų 100 m² ploto laukelių išdėstymas tyrimų vietoje. Autorės nuotrauka.

3. Tyrimų vietose buvo įvertinta medžių, krūmų, žolinių augalų bei samanų rūšinė sudėtis ir projekcinis padengimas procentais. Didžioji dalis augalų rūšių buvo atpažintos lauko tyrimų metu pasinaudojant pagrindiniais augalų rūšių apibūdinimo vadovais (Lekavičius, 1989; Rothmaler & Jäger, 2007). Vietoje neatpažinti augalai buvo herbarizuojami ir identifikuoti GTC Floros ir geobotanikos laboratorijoje.

4. Bendrijos aukštis vertinamas išmatuojant trijų vizualiai aukščiausių žolinių augalų aukštį centimetrais ir nustatant vidurkį.

5. Tiriamuosiuose laukeliuose, esančiuose ant šlaito, papildomai buvo nustatyta šlaito ekspozicija laipsniais pasinaudojant kompasu pagalba bei šlaito nuolydis pasinaudojant mobiliąja programėle „LBalance“.



10 pav. Vienas iš tiriamųjų laukelių. Nuotraukoje matoma sausesnėms pievoms būdinga pievinė vingiorykštė (*Filipendula vulgaris* Moench). Autorės nuotrauka.



11 pav. Vienas iš tiriamųjų laukelių. Nuotraukoje matoma sausesnėms pievoms būdinga plačialapė veronika (*Veronica teucrium* L.). Autorės nuotrauka.

Darbo priemonės: lauko užrašai, 10 m matavimo juosta, du sulankstomi 2 m ilgio mediniai matuokliai, keturios smeigiamos žymos, kompasas, „Google Earth“ išmaniojo telefono aplikacija tikslioms koordinatėms surasti, „LBalance“ išmaniojo telefono aplikacija šlaito nuolydžiui išmatuoti, augalų būdinimo vadovai, herbarizavimo rėmas.

1.3. Statistinės duomenų analizės metodai

Surinkti duomenys 2025 metų liepos 21 d. – 28 d. buvo suvesti į Turboveg duomenų bazės platformą. Visi aprašyti augalų pavadinimai buvo sutikrinti pagal „Plants of the World Online“ (POWO, 2026) duomenų bazę, siekiant naudoti duomenis pagal naujausią nomenklatūrą, o lietuviški augalų pavadinimai pateikti pagal Gudžinską (1999). Vėliau duomenys iš Turboveg bazės buvo iškelti MS Excel formatu. Su šia programine įranga buvo apskaičiuota kiekvieno tiriamojo laukelio rūšių gausos vidurkis bei Shannon įvairovės indeksas (12 pav.). Rūšių gausos ir įvairovės indekso palyginimui tarp skirtingų laikotarpių buvo pasirinktos box-plot analizės, o porinių imčių palyginimui naudotas Wilcoxon signed-rank testas. Tai yra neparametrinis porinių imčių testas, kuriam nereikalinga normalumo prielaida. Skirtumas statistiškai reikšmingas, kai $p < 0.05$.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

12 pav. Shannon-Wiener įvairovės indekso apskaičiavimo formulė. S – rūšių kiekis; p_i – rūšies dalis bendrame rūšių kiekyje.

Elenbergo indikatorinėms reikšmėms (Ellenberg ir kt., 1992) apskaičiuoti buvo naudojama Juice 7.1 (Tichý, 2002) programa remiantis kiekviename laukelyje aptiktomis rūšimis. Apskaičiuotos reikšmės naudotos kaip netiesioginiai aplinkos sąlygų rodikliai, kurie apibūdina bendrijų ryšį su apšvietimu, temperatūra, drėgme, dirvožemio reakcija ir maisto medžiagomis. Šios reikšmės vėliau buvo naudotos ordinacinėms analizėms atlikti naudojant R 4.5.1 statistinę programinę aplinką (R Core Team, 2024), RStudio 403 (Posit team, 2024) grafinę sąsają ir Vegan 2.7-3 (Oksanen ir kt., 2026) bibliotekos paketą. Šių Elenbergo veiksmų ryšiui su bendrijų pasiskirstymu ordinacinėje erdvėje nustatyti atlikta EnvFit analizė su Monte Carlo permaišymo testu ($n = 999$) patikimumui įvertinti. Reikšmių pasiskirstymui tarp pirmų ir antrų tyrimų palyginti sudaryti tankio grafikai su pažymėtomis imčių medianomis, o skirtumų statistiniam reikšmingumui įvertinti pasirinktas Wilcoxon signed-rank testas. Statistiškai reikšmingais laikyti skirtumai, kai $p < 0.05$.

Naudojantis Juice programa ir elektroninės ekspertinės sistemos pagalba, augalijos aprašai buvo klasifikuoti taikant dviejų indikatorinių rūšių analizės metodą TWINSpan (Hill, 1979). Trečiajame TWINSpan klasifikacijos lygmenyje išskirtos 8 bendrijų grupės (fitocenonai). Remiantis šiuo sugrupavimu buvo sudaryta sinoptinė lentelė, kurioje pateiktos prieraišumo

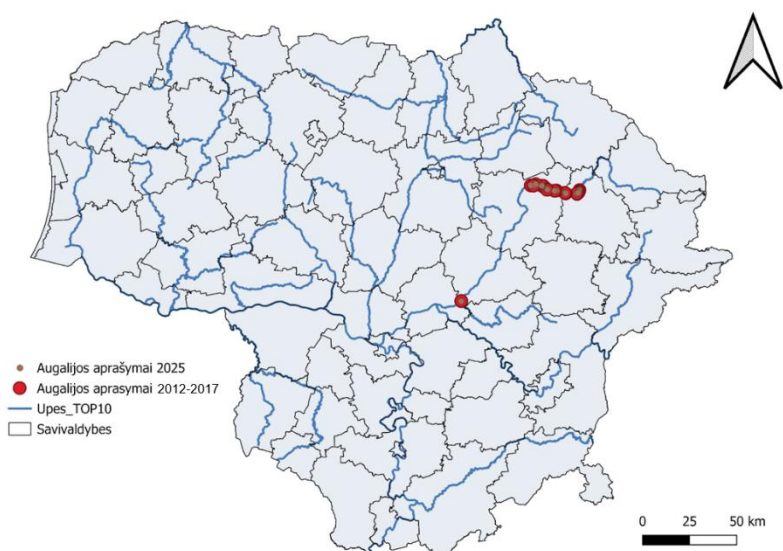
koeficiento (ϕ) reikšmės. Lentelėje taip pat buvo nurodomos rūšių sintaksonominis priskyrimas remiantis Rašomavičiaus (1998) ir Mucina ir kt. (2016) klasifikacijomis. Naudojantis šios lentelės duomenimis kiekvienas fitocenonas buvo priskirtas sintaksonominėms sąjungoms.

Laukelių priskyrimui prie Europos gamtinių buveinių tipų taikyta EUNIS-ESy ekspertinė sistema (Chytrý et al., 2020), veikianti JUICE 7.1 programos aplinkoje. Į programą įkelti laukelių duomenys su rūšių sudėties ir gausumo reikšmėmis, kurių pagrindu kiekvienam laukeliui nustatytas atitinkamas EUNIS buveinės kodas.

3. Rezultatai

2.1. Tyrimo duomenų apimtis, rūšių skaičiaus ir įvairovės pokyčiai

Vykdamas lauko tyrimus iš viso buvo surinkta 31 pievų augalijos aprašymas. Reikia pažymėti, kad pradžioje buvo numatyta atlikti kiek daugiau augalijos aprašymų, tačiau dalis teritorijų buvo nepasiekiamos dėl statinių, dalis pievų jau buvo nušienautos nespėjus surinkti duomenų. Visi surinkti duomenys skaitmenizuoti ir perduoti saugoti į Lietuvos augalijos duomenų bazę (EU-LT-001) bei Europos augalijos archyvą (EVA). Tiriamų vietų padėtis Lietuvoje pateikta 13 pav. Iš duomenų analizės buvo pašalintas vienas aprašymas, nes jį galima priskirti miško buveinei, todėl reikšmingai skyrėsi nuo stepinių ir mezofitų pievų bendrijų. Bendrą duomenų masę sudarė 60 aprašymų: 30 aprašymų atliktų 2025 m. ir 30 atliktų 2012–2017 m.

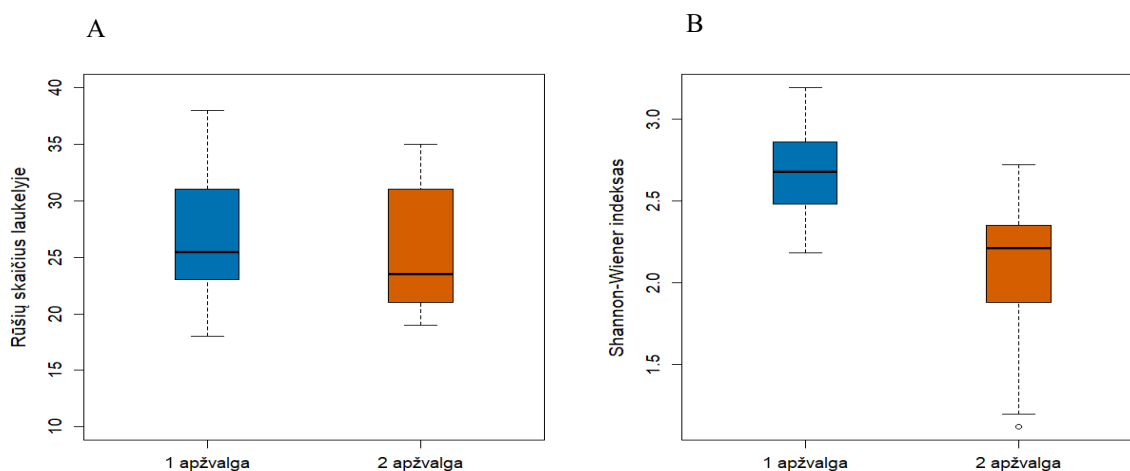


13 pav. Atliktų pievų augalijos aprašymų padėtis Lietuvoje. Žemėlapis sudarytas QGIS programa.

Tyrimų metu paaiškėjo, kad Šventosios upės slėnio pievų bendrijose auga **159** induočių augalų rūšys. Ankstesnių tyrimų metu vidutiniškai bendrijose fiksuotos **26,8** rūšys, o pakartotinai atlikus tyrimus tose pačiose vietose nustatyta mažiau – **25,8** rūšys. Atlikus Wilcoxon signed-rank testą nustatyta, kad statistškai reikšmingo skirtumo tarp tyrimų laikotarpių nebuvo. Tai rodo, kad rūšių gausa tirtose vietovėse per nagrinėjamą laikotarpį iš esmės nekito.

Buvo apskaičiuotas Shannon indeksas, kuris parodo rūšių skaičių bei jų proporcijas tiriamuosiuose laukeliuose. Nustatyta, kad pirmųjų tyrimų metu Shannon indekso vidurkis siekė **2,65**, o naujų tyrimų vidurkis sumažėjo iki **2,07**. Atlikus Wilcoxon signed-rank testą nustatyta, kad šis

skirtumas yra statistiškai reikšmingas. Nors rūšių skaičius tarp laikotarpių reikšmingai nesiskyrė, bendrijų įvairovės struktūra reikšmingai pakito, jų pasiskirstymas tapo mažiau tolygus.



14 pav. (A) Augalų rūšių skaičiaus vidurkių palyginimas. Pirmoje apžvalgoje fiksuota vidutiniškai 26,8, antrojoje – 25,8 rūšys. Wilcoxon signed-rank testas parodė, kad skirtumas statistiškai nėra reikšmingas ($p = 0,405$). (B) Shannon-Wiener indekso vidurkių palyginimas. Pirmoje apžvalgoje Shannon-Wiener indekso vidurkis siekė 2,65, antrojoje – 2,07. Wilcoxon signed-rank testas parodė, kad skirtumas statistiškai reikšmingas ($p < 0.001$).

2.2. Bendrijų skaitmeninė klasifikacija ir sintaksonominė interpretacija

Siekiant įvertinti augalijos pokyčius per paskutinį dešimtmetį, svarbu nustatyti bendrijų sintaksonominę klasifikaciją. Pievų augalijos sintaksonominei struktūrai įvertinti taikyta elektroninė ekspertinė sistema, pagrįsta dviejų indikatorinių rūšių analizės (TWINSPAN) metodu. Tai yra vienas populiariausių klasterizacijos metodų augalijos ekologijos tyrimuose, kuris leidžia suskirstyti bendrijas į hierarchines grupes pagal rūšinę sudėtį (Roleček ir kt., 2009). Atlikus trečio lygmens TWINSPAN analizę, aprašymų duomenys buvo suskirstyti į 8 augalų bendrijas (fitocenonus). Šie išskirti fitocenonai atspindi skirtingas pievų augalijos bendrijas, kurios gali būti priskirtos skirtingiems sintaksonominiams vienetams. Naudojantis Priedo A duomenimis bei 15 pav. pavaizduota ordinacine analize, priskyrėme kiekvieną fitocenoną iki sąjungos lygmens (1 lentelė), remiantis Lietuvoje aptinkamų sąjungų charakteringomis rūšimis (Rašomavičius, 1998; Mucina ir kt., 2016) bei atsižvelgiant į prieraišumo koeficiento (ϕ) reikšmes.

1 lentelė. Fitocenonų priskyrimas sintaksonominėms klasėms ir sąjungoms, remiantis sinoptinės lentelės ir ordinacinės analizės duomenimis.

Fitocenonas	Klasė	Sąjunga
I (1)	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Tx. 1937	<i>Deschampsion cespitosae</i> Horvatić 1930
II (2)	<i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i> T. Müller 1962	<i>Trifolion medii</i> T. Müller 1962
III (3)	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Tx. 1937	<i>Deschampsion cespitosae</i> Horvatić 1930
IV (4)	<i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i> T. Müller 1962	<i>Geranion sanguinei</i> Tx. in T. Müller 1962
V (5)	<i>Festuco-Brometea</i> Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947	<i>Cirsio-Brachypodion pinnati</i> Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944
VI (6)	<i>Festuco-Brometea</i> Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947	<i>Cirsio-Brachypodion pinnati</i> Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944
VII (7)	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Tx. 1937	<i>Cynosurion cristati</i> Tx. 1947
VIII (8)	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Tx. 1937	<i>Arrhenatherion elatioris</i> Koch 1926

Pagal 15 paveiksle pavaizduoto I fitocenono taškų (laukelių) išsidėstymą ordinacinėje erdvėje galima spręsti, kad šis fitocenonas atspindi drėgnas, derlingas, šiek tiek šarmingas augavietes. Remiantis sinoptinės lentelės duomenimis, šiame fitocenone didžiausiomis prieraišumo reikšmėmis pasižymi trąšių pievų klasei (*Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937) charakteringos rūšys: ilgalapė veronika (*Veronica longifolia* L.), siauralapis vingiris (*Thalictrum lucidum* L.), pelkinė vingiorykštė (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), beginklė diršė (*Bromus inermis* Leyss.), dirvinė usnis (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Atsižvelgiant į šių rūšių derinį bei sinoptinės lentelės duomenis, I fitocenonas priskirtas pašiaušėlynų (*Deschampsion cespitosae* Horvatić 1930) sąjungai, kuri senesnėje literatūroje dar gali būti nurodoma kaip *Alopecurion pratensis* Passarge 1964. Tokį priskyrimą pagrindžia šiame fitocenone aptiktos šiai sąjungai būdingos rūšys, tokios kaip ilgalapė veronika (*Veronica longifolia*), beginklė diršė (*Bromus inermis*) ir pievinis pašiaušėlis (*Alopecurus pratensis*). Verta paminėti, kad aptikta ir melvelynų (*Molinion caeruleae* W. Koch 1926) sąjungai būdingų rūšių (pvz.: *Thalictrum lucidum*, *Galium boreale* L.), tačiau jų prieraišumo reikšmės buvo mažesnės.

II fitocenoną galima būtų priskirti pamiškių, miško aikštelių ir šlaitų pievų klasei (*Trifolio-Geranietea*) ir dobilynų (*Trifolion medii* T. Müller 1962) sąjungai. Šį priskyrimą pagrindžia didelėmis prieraišumo reikšmėmis pasižyminti sąjungai charakteringas šilinis dobilas (*Trifolium medium* L.), kuris literatūroje nurodomas kaip pagrindinė ir patikimiausia šios sąjungos diagnostinė rūšis (Rašomavičius, 1998; Rūsiņa, 2006). Taip pat aptiktos ir pastoviai šioje sąjungoje augančios rūšys, tokios kaip siauralapis gyslotis (*Plantago lanceolata*), paprastoji kiaulpienė (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg.), paprastoji kraujažolė (*Achillea millefolium* L.), paprastoji veronika (*Veronica chamaedrys* L.). Nors šiame fitocenone aptikta nemažai didelėmis reikšmėmis pasižyminčių *Molinio-Arrhenatheretea* klasei būdingų rūšių (pvz.: *Lysimachia nummularia* L., *Filipendula ulmaria*,

Prunella vulgaris L.), tačiau jos nėra būdingos konkrečiai sąjungai ir yra plačiai paplitusios mezofitų pievose. Atsižvelgiant į tai, kad *Trifolion Medii* sąjungos bendrijos dažniausiai susiformuoja pamiškių ar pievų pakraščiuose ir pasižymi mezofitinių pievų rūšių priemaiša, II fitocenono rūšinė sudėtis geriausiai atitinka *Trifolion Medii* sąjungos charakteristiką.

III fitocenonas priskirtas *Deschampsion cespitosae* sąjungai. Remiantis taškų išsidėstymu ordinacinėje analizėje galima matyti, kad ši bendrija susijusi su drėgnomis, maisto medžiagomis turtingomis buveinėmis. Šias augaviečių sąlygas patvirtina didelėmis prierašumo koeficiento reikšmėmis pasižyminčios rūšys, tokios kaip pievinis pelėžirnis (*Lathyrus pratensis* L.), paprastoji miglė (*Poa trivialis* L.), raudonoji žiognagė (*Geum rivale* L.), pievinis pašiaušėlis (*Alopecurus pratensis* L.) ir pelkinė vingiorykštė (*Filipendula ulmaria*). Šios rūšys dažnai sutinkamos drėgnose, periodiškai užmirkstančiose pievose, ypač upių slėniuose. Taip pat *A. pratensis* laikoma viena iš *Deschampsion cespitosae* sąjungos charakteringų rūšių, kuri papildomai pagrindžia šio fitocenono priskyrimą sąjungai.

IV fitocenonas priskirtas *Trifolio-Geranietae* klasės snaputynų (*Geranion sanguinei* Tx. in T. Müller 1962) sąjungai. Pagal taškų išsidėstymą ordinacinėje erdvėje, šis fitocenonas siejamas su sausesnėmis, šiltesnėmis, maisto medžiagomis skurdesnėmis augavietėmis. Sinoptinėje lentelėje didžiausia prierašumo reikšmė pasižymėjo šilinis saliavas (*Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench.) ($\phi = 75,3$), kuris charakteringas *Geranion sanguinei* sąjungai. Taip pat aptikta ir daugiau sąjungai charakteringų rūšių: šlakinė kregždūnė (*Vincetoxicum hirundinaria* Medik.), plačialapė veronika (*Veronica teucrium* L.), paprastoji jonažolė (*Hypericum perforatum* L.), šlaitinė žemuogė (*Fragaria viridis* Weston). Buvo fiksuota ir *Festuco-Brometea* klasei būdingų rūšių (pvz.: *Veronica spicata* L., *Primula veris* L., *Trifolium montanum* L., *Ranunculus polyanthemus* L., *Filipendula vulgaris* Moench), tačiau *Geranion sanguinei* sąjunga glaudžiai susijusi su stepinėmis pievomis, todėl joje gali būti aptinkama daug šilumamėgių *Festuco-Brometea* klasei būdingų augalų rūšių.

Iš stepinių pievų (*Festuco-Brometea*) Lietuvoje yra aptinkamos dirsynų (*Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944) ir *Filipendulo vulgaris-Helictotrichion pratensis* Dengler et Löbel in Dengler et al. 2003 sąjungos (Chytrý ir kt., 2020). *Filipendulo-Helictotrichion* sąjunga apima specifines pietines Baltijos jūros pakrančių pievas (Mucina ir kt., 2016), kurios ryškiai skiriasi nuo mūsų tiriamų upių slėnių pievų buveinių, todėl ši sąjunga mūsų atveju netinkama. *Festuco-Brometea* klasę atitinkantys fitocenonai buvo priskirti *Cirsio-Brachypodion* sąjungai. Ši sąjunga apima rūšimis turtingas pusiau sausas pievas, susiformavusias gerai išildomuose, maisto medžiagomis skurdžiuose dirvožemiuose. V ir VI fitocenonai atitiko stepinių pievų buveines, todėl buvo priskirti minėti sąjungai. V fitocenono priskyrimą *Cirsio-Brachypodion* sąjungai pagrindžia didelėmis prierašumo reikšmėmis pasižyminčios *Festuco-Brometea* klasei charakteringos rūšys, tokios kaip: skiauterėtoji putokšlė (*Polygala comosa* Schkuhr), mažasis vingiris (*Thalictrum minus*

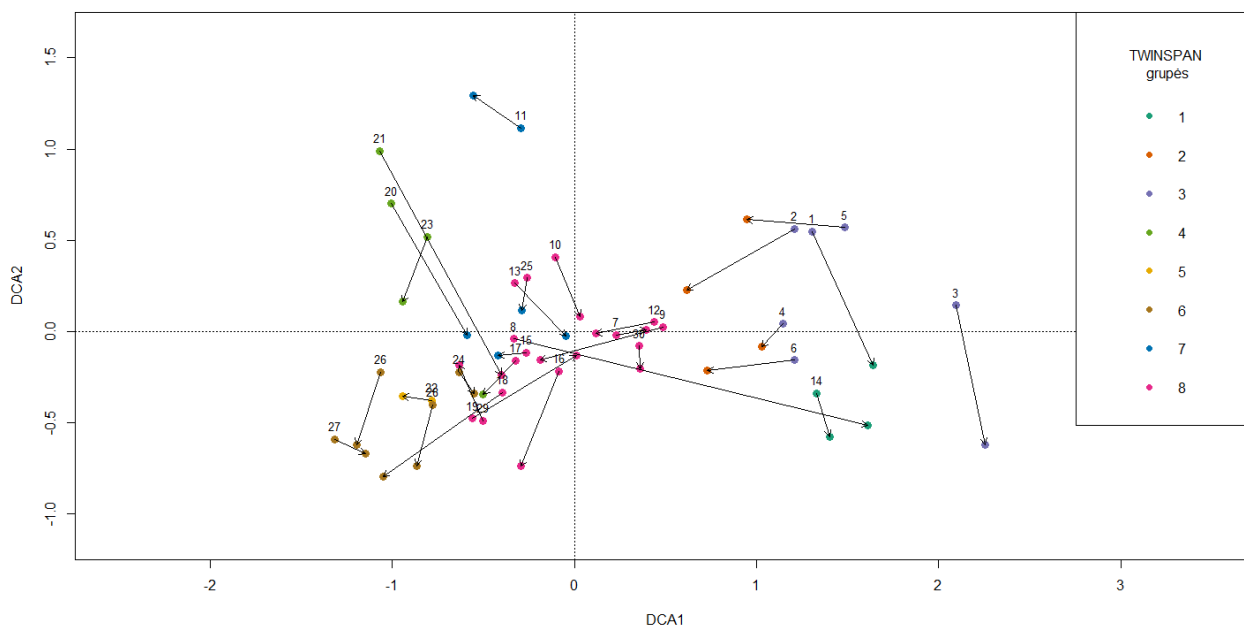
L.), ankstyvoji viksva (*Carex caryophyllea* Latourr.) ir varpotoji veronika (*Veronica spicata*). VI fitocenonas taip pat priskirtas *Cirsio-Brachypodium* sąjungai, nes buvo fiksuotos rūšys, kaip stepinis motiejukas (*Phleum phleoides* (L.) H.Karst.), laukinis česnakas (*Allium oleraceum* L.), mažasis vingiris (*Thalictrum minus* L.), pievinė vingiorykštė (*Filipendula vulgaris*), kalninis dobilas (*Trifolium montanum*) ir geltonžiedė liucerna (*Medicago falcata*). Taip pat buvo aptikta ir *Geranium sanguinei* sąjungos rūšių (pvz.: *Libanotis montana* Crantz, *Fragaria viridis*, *Veronica teucrium*), nes šios sąjungos glaudžiai susijusios ir dažnai sudaro pereinamas bendrijas.

VII fitocenonas priskirtas *Molinio-Arrhenatheretea* klasės kietvarpynų (*Cynosurion cristati* Tx. 1947) sąjungai. Pagal taškų išsidėstymą ordinacinėje erdvėje, šios bendrijos siejamos su šiek tiek sausesnėmis buveinėmis, lyginant su kitomis *Molinio-Arrhenatheretea* klasės bendrijomis. *Cynosurion cristati* sąjunga siejama su antropogeninės kilmės, kultūrinėmis ar pusiau natūraliomis ganyklų pievomis, kurios formuojasi labiau atvirose, apšviestose buveinėse. Nustatytos šiai sąjungai charakteringos rūšys, tokios kaip paprastoji smilga (*Agrostis capillaris* L.), dirvinis vijoklis (*Convolvulus arvensis* L.), kvapioji gardūnytė (*Anthoxanthum odoratum* L.). Taip pat šiame fitocenone didele prieraišumo reikšme pasižyminti smulkioji rūgštyinė (*Rumex acetosella* L.) ($\phi = 79,8$), kuri nėra būdinga konkrečiai sąjungai, tačiau būdinga skurdesnėms, gerai apšviestoms buveinėms, todėl papildomai apibūdina šio fitocenono augavietės sąlygas. Taip pat minėtas dirvinis vijoklis (*Convolvulus arvensis* L.) yra segetalinės kilmės rūšis, o jos didelė prieraišumo reikšmė ($\phi = 40$) rodo antropogeninės veiklos įtaką.

VIII fitocenonas priskirtas avižuolynų (*Arrhenatherion elatioris* Koch 1926) sąjungai. Tai gausiausia mūsų tyrime bendrijų grupė, kuriai priskirti 23 iš 60 laukelių. Ordinacinėje erdvėje šio fitocenono taškai išsidėstę centrinėje dalyje, o tai rodo, kad šios buveinės pasižymi vidutinėmis drėgmės, apšviestumo ir maisto medžiagų sąlygomis. Rūšinė sudėtis, kurioje prierašiausios plaukuotasis gyslotis (*Plantago media* L.), siauralapė miglė (*Poa angustifolia* L.), dirvinė buožainė (*Knautia arvensis* (L.) Coult.), krūminis builis (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.) ir pašarinis motiejukas (*Phleum pratense* L.), taip pat indikuoja mezofitinių, vidutinio derlingumo pievų bendrijas. Tokios rūšys, kaip *Phleum pratense*, *Knautia arvensis* ir *Anthriscus sylvestris* Europos kontekste dažniausiai siejamos su *Arrhenatherion* sąjungos bendrijomis (Shelyag-Sosonko ir kt., 1987; Rūsiņa, 2006). *Arrhenatherion* sąjungos bendrijos apibūdinamos kaip mezotrofinės ar eutrofinės buveinės dažniausiai susiformuojančios tradiciškai tvarkomose pievose. Fitocenone aptikta *Plantago media* rūšis, nors ir nėra siejama su konkrečia sąjungą, tačiau dėl savo prisitaikymo prie ganymo ir trypimo papildomai indikuoja antropogeninės veiklos įtaką, būdingą *Arrhenatherion* sąjungos bendrijoms. Taip pat verta paminėti, kad *Poa angustifolia* buvimas, remiantis Rūsiņa (2006) tyrimais Latvijoje, nėra būdingas *Festuco-Brometea* klasės bendrijoms, todėl jos buvimas dar labiau pagrindžia fitocenono priskyrimą mezofitų pievoms.

Daugiamatė ordinacinė analizė (15 pav.) parodė, kad dauguma laukelių per tiriamą laikotarpį išliko gana stabilūs ir skirtingais tyrimo laikotarpiais išliko priskirti tiems patiems fitocenonams. Tai rodo, kad bendrijų sintaksonominė struktūra per tiriamą laikotarpį iš esmės nepakito. Vis dėlto matomi keli ryškesni pokyčiai. Ryškiausias pokytis matomas 8-ame laukelyje, kuris pirmos apžvalgos metu buvo priskirtas VIII fitocenonui, o pakartojus tyrimus perėjo į I fitocenoną. Atsižvelgiant į fitocenonams priskirtas sąjungas (1 lentelė) bei pokytį ordinacinėje erdvėje, matomas pokytis siejamas su drėgmės ir maisto medžiagų pagausėjimas šioje bendrijoje. Taip pat nustatyta, kad pirmos apžvalgos metu III fitocenonui priskirti laukeliai (2, 4, 5, 6) pakartojus tyrimus pasislinko į II fitocenono ribas. Toks pokytis gali rodyti šių buveinių perėjimą iš drėgnesnių, produktyvesnių pievų bendrijų į šiek tiek sausesnes pamiškių ar pievų pakraščių buveines. Taip pat 3-iame laukelyje nustatytas ryškesnis poslinkis ordinacinėje erdvėje, kuris rodo perėjimą prie maisto medžiagomis gausesnių ir drėgnesnių buveinių, tačiau priskyrimas fitocenonui išliko toks pats. Ryškesni pokyčiai nustatyti ir IV fitocenone, kur 20-as ir 21-as laukeliai per tiriamą laikotarpį iš sausų buveinių perėjo į VII ir VIII fitocenonus, kurie apibūdina drėgnesnes, maisto medžiagomis turtingesnes bendrijas. Taip pat pokytis matomas ir 18-ame laukelyje, kuris iš VIII fitocenono perėjo į VI.

Mažiausi pokyčiai buvo fiksuoti centrinėje ir neigiamoje DCA1 ir DCA2 ordinacijos dalyje, kurioje matomi trumpesni vektoriai, rodantys mažesnius pokyčius bendrijose tarp pirmų ir antrų tyrimų. Šioje ordinacijos dalyje susitelkę 5, 6 ir 8 fitocenonai. Tai rodo, kad mūsų tyrime stabiliausios išliko tradiciškai tvarkomose buveinėse susiformavusios vidutinio drėgnumo ir derlingumo pievos, priklausančios *Arrhenatherion elatioris* sąjungai bei su sausesnės ir gerai įšildomos stepinės pievos.



15 pav. Pievų bendrijų rūšinės sudėties dinamika pagal dviejų indikatorinių rūšių analizės metodą (TWINSpan). Ašių ilgiai: DCA1 = 3,5698; DCA2 = 2,0922, tikrinės reikšmės $\lambda_1 = 0,45$; $\lambda_2 = 0,18$. Taškai žymi tirtus laukelius, spalvos nurodo TWINSpan priskirtą grupę. Skaičiai prie taškų atitinka tirtų laukelių numerius, o vektoriai jungia tuos pačius laukelius skirtingais tyrimų laikotarpiais (2012–2017 ir 2025 m), atspindėdami bendrijos pokytį.

2.3. Dominuojančių rūšių pokyčiai laukelių lygmeniu

Siekiant detaliau įvertinti nustatytus pokyčius, išanalizuota labiausiai pakitusių laukelių (1, 2, 3, 8, 18, 20, 21) rūšinė sudėtis ir jos kaita tarp tyrimo laikotarpių, remiantis tirtų laukelių rūšinės sudėties ir projekcinio padengimo (%) duomenimis (patalpinti (EU-LT-001) duomenų bazėje). Didžiojoje dalyje laukelių nustatytas ryškus drėgnesnėms ir maisto medžiagomis turtingesnėms buveinėms būdingų rūšių pagausėjimas, taip pat fiksuoti esminiai bendrijų pokyčiai. Ryškiausias pokytis 8-ame laukelyje, kuriame pirmos apžvalgos metu bendrijoje dominavo statusis lipikas (*Galium album* Mull) (38%) ir geltonžiedė liucerna (*Medicago falcata* L.) (38%), kartu su sausomis ar vidutinio drėgnumo buveinėm būdingom rūšimis, tokiomis kaip gauruotoji poavižė (*Avenula pubescens* (Huds.) Dumort.), plaukuotoji viksva (*Carex hirta* L.), paprastasis kmynas (*Carum carvi* L.). Pakartotiniuose tyrimuose fiksuota stipriai pasikeitusi augalija, kurioje dominavo pelkinė vingiorykštė (*Filipendula ulmaria*) (60%) bei aptiktos kitos drėgnesnėms ir derlingesnėms bendrijoms būdingos rūšys – pievinis snaputis (*Geranium pratense* L.), raudonoji žiognagė (*Geum rivale* L.), didžioji dilgėlė (*Urtica dioica* L.). Tarp skirtingų tyrimo laikotarpių šiame laukelyje beveik

nenustatyta sutampančių rūšių, kas rodo visišką bendrijos pasikeitimą. Taip pat sumažėjo bendras aptiktų rūšių skaičius – nuo 25 iki 20 rūšių, o rūšių padengimas tapo mažiau tolygus.

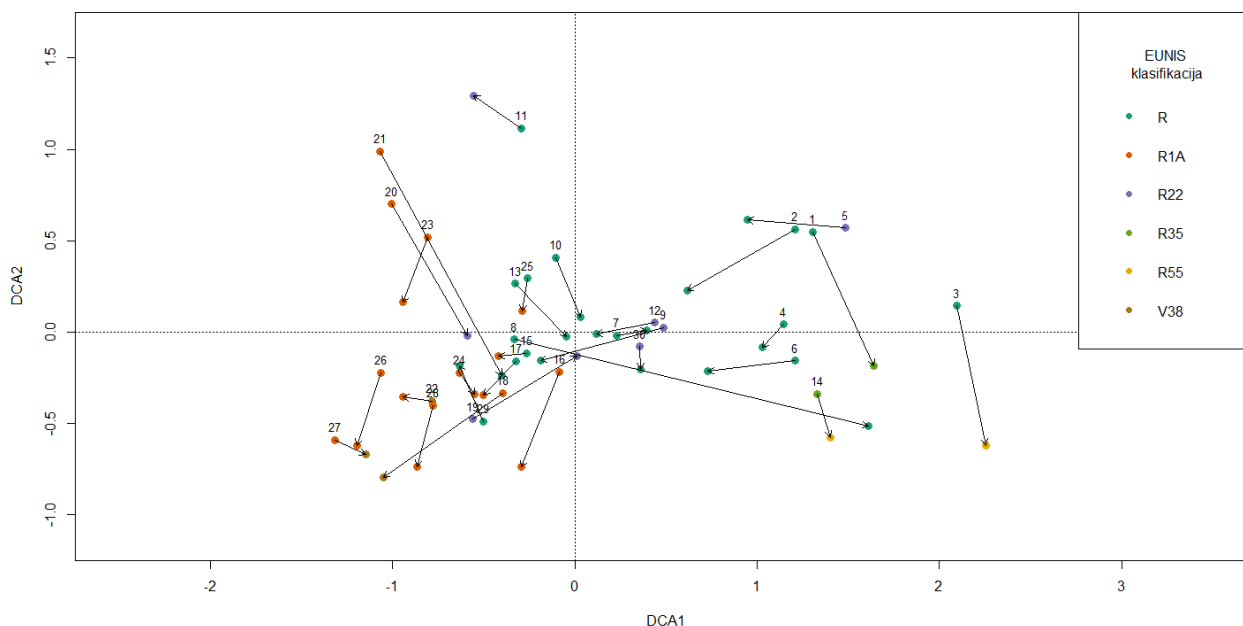
Panašūs pokyčiai nustatyti ir 1-ame ir 3-ame laukeliuose. 1-ame laukelyje pirmos apžvalgos metu dominavo avinis eraičinas (*Festuca ovina* L.) (38 %) ir paprastoji kiaulpienė (*Taraxacum officinale*) (38 %), kartu augo paprastoji kraujažolė (*Achillea millefolium* L.), paprastoji glažutė (*Cerastium holosteoides* Fr.) ir paprastoji šunažolė (*Dactylis glomerata* L.). Antros apžvalgos metu ryškiai įsigalėjo konkurencinga rūšis beginklė diršė (*Bromus inermis*) (50 %) kartu su *Filipendula ulmaria* (20 %) ir *Geranium pratense* (10%). Šios rūšys būdingos šiek tiek drėgnesnėms, maisto medžiagomis turtingesnėms buveinėms. Pirmos apžvalgos metu fiksuotos 29 rūšys, pakartojus tyrimus 19 rūšių. 3-ame laukelyje pirmos apžvalgos metu didžiausią projekcinį padengimą užėmė kupstinė viksva (*Carex cespitosa* L.), *Filipendula ulmaria* bei pievinė miglė (*Poa pratensis* L.), užėmusios po 38 % laukelio ploto. Pakartojus tyrimus nustatytas ryškus *Filipendula ulmaria* (90 %) dominavimas, dėl kurio kitų rūšių padengimas liko minimalus. Šiame laukelyje fiksuotas didžiausias vienos rūšies dominavimas, remiantis augalų projekciniu padengimu. Laukelyje taip pat sumažėjo ir bendras rūšių skaičius – nuo 26 iki 19. Augalijos padengimo tolygumas taip pat sumažėjo. 2-ame laukelyje pirmos apžvalgos metu didžiausią projekcinį padengimą užėmė penkiapirštė sidabražolė (*Potentilla reptans* L.) (68 %), taip pat reikšmingą dalį užėmė ir raudonasis eraičinas (*Festuca rubra* L.) (38 %) bei siauralapė žliūgė (*Stellaria graminea* L.) (38 %). Pakartotinių tyrimų metu ženkliai sumažėjo bendras augalijos padengimas. Pagausėjo *Filipendula ulmaria* (15 %), tačiau *Festuca rubra* sumažėjo iki 10 %. Prieš tai dominavusi *Potentilla reptans* antros apžvalgos metu visai nebuvo aptikta. Laukelyje taip pat fiksuoti keli skruzdėlynai ir atviri dirvožemio plotai. Pirmos apžvalgos metu iš viso aptiktos 38 rūšys, pakartojus tyrimus pastebėta mažiau – 33.

18-ame, 20-ame ir 21-ame laukeliuose nustatyti panašūs bendrijų pokyčiai, susiję su ekspansyvių rūšių išplitimu. 18-ame laukelyje nustatytas ryškus bendrijos pokytis, susijęs su smiltyninio lendrūno (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth) išplitimu. Pirmos apžvalgos metu didžiausią padengimą sudarė akytoji viksva (*Carex spicata* Huds.), raudonasis eraičinas (*Festuca rubra*), šlaitinė žemuogė (*Fragaria viridis*) bei geltonžiedė liucerna (*Medicago falcata* L.), užimančios po 38 % laukelio ploto. Antros apžvalgos metu ryškiai įsitvirtino ekspansyvi rūšis *Calamagrostis epigejos* (70 %). Pirmos apžvalgos metu iš viso aptiktos 38 rūšys, pakartojus tyrimą fiksuota 20. Tyrimo metu taip pat pastebėta, kad pieva buvo apleista ir nešienaujama. 20-ame laukelyje pirmos apžvalgos metu dominavo *Fragaria viridis* (68 %) kartu su *Festuca rubra* (38 %), o antros apžvalgos metu atsirado ir įsitvirtino ekspansyvios rūšys, tokios kaip *Calamagrostis epigejos* (40 %) ir *Anthriscus sylvestris* (30 %). *Festuca rubra* bei *Fragaria viridis* išliko bendrijoje, tačiau jų padengimas sumažėjo iki 20%. Pirmos apžvalgos metu pastebėtos 36 rūšys, o pakartojus tyrimus rūšių padaugėjo iki 39, tačiau rūšių padengimo tolygumas ženkliai sumažėjo. Laukelyje taip pat pastebėtas ryškus velėnos sluoksnis,

rodantis pievos apleidimą. 21-ame laukelyje pirmos apžvalgos metu taip pat nustatytas *Fragaria viridis* (68 %) dominavimas. Pakartotinių tyrimų metu atsirado paprastasis varputis (*Elymus repens* (L.) Gould.) (70 %), kuris itin išplito, taip pat pagausėjo *Festuca rubra* (40 %) padengimas. Pirmų tyrimų metu buvo fiksuotos 28 rūšys, o pakartojus tyrimus 25. Visuose labiausiai pakitusiuose laukeliuose pakartotinių tyrimų metu pastebėtas sumažėjęs bendras rūšių skaičius ir ryškus pavienių rūšių dominavimas. Tik 20-ame laukelyje fiksuotas rūšių pagausėjimas, bet visuose laukeliuose ženkliai sumažėjo tolygus rūšių pasiskirstymas, o tai patvirtina ir sumažėjęs Shannon indeksas (14 pav.).

2.4. Buveinių pasiskirstymas pagal EUNIS klasifikaciją

Tirtos pievų bendrijos buvo priskirtos EUNIS buveinių tipams, kurie remiasi ne tik rūšine sudėtimi ir augalijos struktūra, bet ir atsižvelgia į abiotinius veiksnius bei geografinę padėtį. Ši klasifikacija plačiai naudojama Europos mastu buveinių identifikavimui ir palyginimui (De Cáceres ir kt., 2015; Chytrý ir kt., 2020). EUNIS klasifikacija taip pat buvo panaudota ordinacinėje analizėje (16 pav.), siekiant įvertinti bendrijų pokyčius tarp skirtingų tyrimų laikotarpio. Iš viso tirti laukeliai buvo priskirti 5 buveinių tipams, priklausantiems pievų ir aukštųjų žolynų buveinėms (R) ir 1 tipas priklausantis žmogaus sukurtoms augalinės dangos buveinėms (V). Didžioji dalis drėgnų pievų buvo priskirta platesniam pirmojo lygmens R buveinių tipui, tuo tarpu dauguma sausesnių pievų laukelių pateko į detalesnį trečio lygmens stepinių pievų (R1A) buveinių tipą. Ordinacinė analizė parodė, kad ryškiausiai atsiskyrė stepinių pievų (R1A) buveinėms priskirti laukeliai, kurie telkiasi neigiamoje DCA1 dalyje. Tai rodo, kad šių laukelių sudėtis ženkliai skyrėsi nuo platesniam R tipui priskirtų pievų, kurios buvo labiau išsidėstę centrinėje ir teigiamoje DCA1 ordinacinėje erdvėje. Drėgnesnių pievų tipai, tokie kaip drėgnos ir šlapios mezotrofinės ir eutrofinės pievos (R35) ir drėgni aukštųjų žolių apkraščiai ir sąžalynai (R55), buvo labiau pavieniai ir aiškiai išsidėstę teigiamoje DCA1 dalyje, kuri siejama su drėgnomis, eutrofinėmis buveinėmis. Ilgalaikių šienaujamų pievų (R22) tipui priskirti laukeliai buvo pakankamai plačiai išsidėstę ordinacinėje erdvėje, o tai rodo didesnę šio tipo rūšinės sudėties įvairovę. Sausų vietų daugiamečių žolių antropogeninės augalijos (V38) tipui priskirti 3 laukeliai fiksuoti neigiamoje DCA1, kuri ir yra siejama su šviesiomis, šiltomis bendrijomis. Palyginus pirmos ir antros apžvalgos metu laukeliams priskirtus tipus galima matyti, kad dalis laukelių išliko priskirti tam pačiam tipui, tačiau įvyko ir pokyčių. Pokyčiai nebuvo vienodi, kai kurie laukeliai iš detalesnio EUNIS tipo buvo priskirti platesnei R klasei, o kitais atvejais įvyko atvirkščiai. Tai rodo, kad bendrijų rūšinės sudėties pokyčiai nebuvo vienodi ir priklausė nuo kiekvieno laukelio būklės, diagnostinių ir dominuojančių rūšių pasikeitimo.

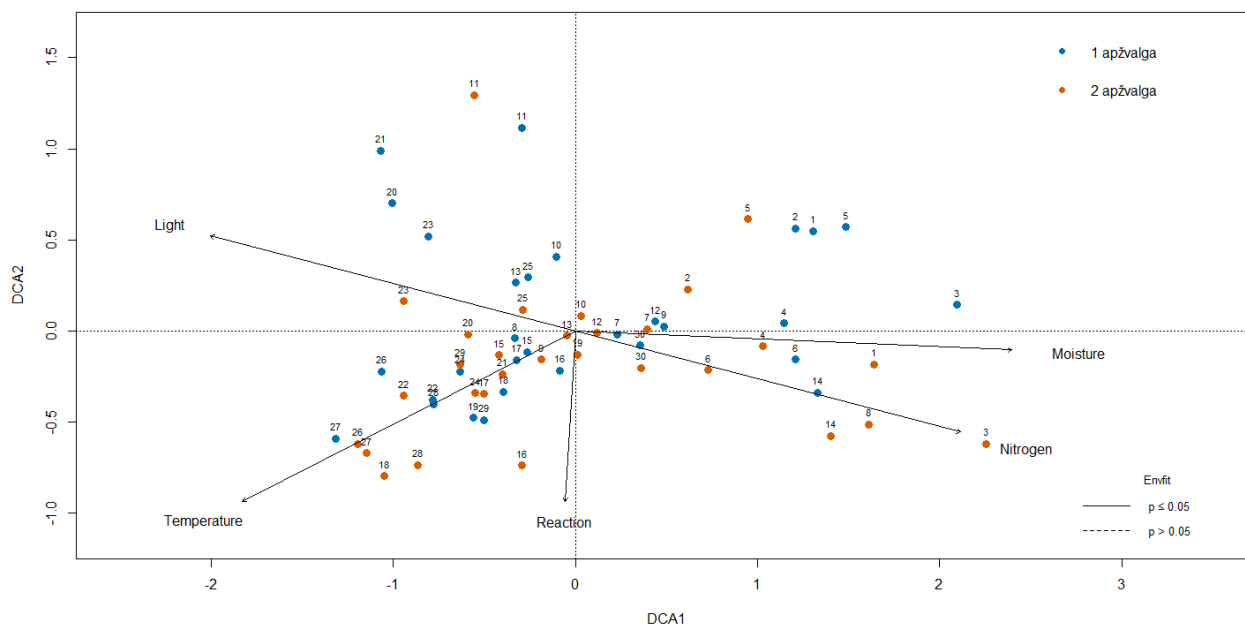


16 pav. Pievų bendrijų rūšinės sudėties dinamika pagal EUNIS klasifikaciją. Ašių ilgiai: DCA1 = 3,5698; DCA2 = 2,0922, tikrinės reikšmės $\lambda_1 = 0,45$; $\lambda_2 = 0,18$. Taškai žymi tirtus laukelius, spalvos nurodo EUNIS buveinės tipą. Skaičiai prie taškų atitinka tirtų laukelių numerius, o vektoriai jungia tuos pačius laukelius skirtingais tyrimų laikotarpiais (2012–2017 ir 2025 m), atspindėdami bendrijų pokyčius. Klasifikacijų reikšmės: R – Pievos ir aukštųjų žolynų buveinės; R1A – Stepinės pievos; R22 – Ilgalaikės šienaujamos pievos; R35 – Drėgnos ir šlapios mezotrofinės ir eutrofinės pievos; R55 – Drėgni aukštųjų žolių apkraščiai ir sąžalynai; V38 – Sausų vietų daugiamečių žolių antropogeninė augalija.

2.5. Ekologinių sąlygų vertinimas pagal Elenbergo indikatorines reikšmes

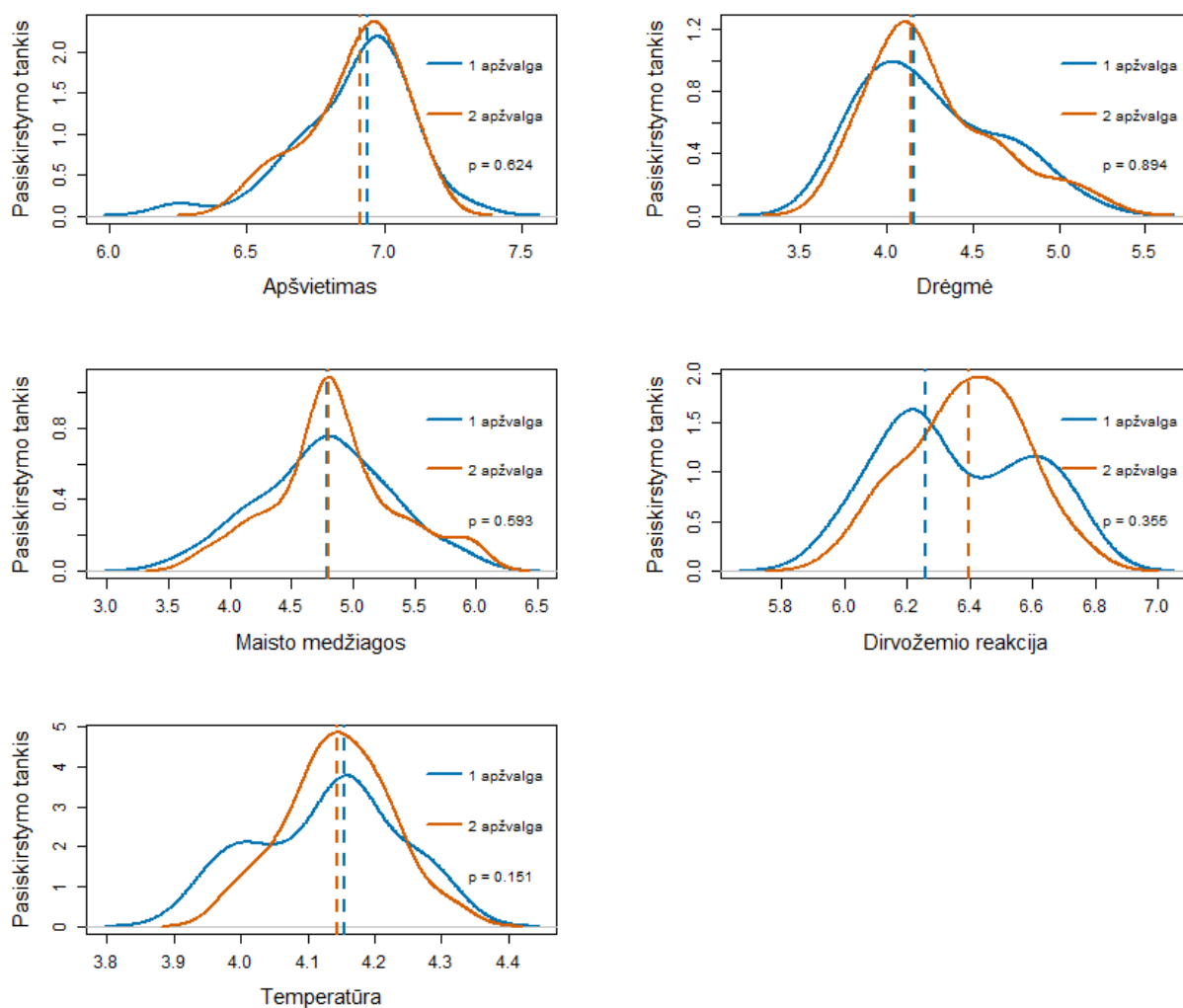
Siekiant įvertinti, su kokiais aplinkos kintamaisiais susiję tirtų pievų bendrijų pasiskirstymas, buvo atlikta ordinacinė analizė pagal Elenbergo indikatorines reikšmes: apšvietimą, drėgmę, dirvožemio reakciją (pH), temperatūrą ir maisto medžiagas. Envfit analizė parodė, kad visos reikšmės buvo statistiškai reikšmingai susijusios su bendrijų išsidėstymu ordinacinėje erdvėje ($p = 0,001$). Stipriausias ryšys nustatytas su drėgmės kintamuoju ($r^2 = 0,90$), kurio vektorius buvo orientuotas teigiama DCA1 kryptimi. Ta pačia kryptimi buvo orientuotas ir maisto medžiagų vektorius ($r^2 = 0,75$), todėl DCA1 ašis atspindi drėgmės ir maisto medžiagų gradientą – nuo sausesnių ir maisto medžiagomis skurdesnių bendrijų iki drėgnesnių ir eutrofiškesnių bendrijų. Šviesos ($r^2 = 0,67$) ir temperatūros ($r^2 = 0,66$) reikšmės taip pat buvo susijusios su bendrijų pasiskirstymu ir pasižymėjo panašaus stiprumo ryšiu. Jų vektoriai buvo orientuoti priešinga kryptimi nei drėgmės ir maisto medžiagų, todėl laukeliai išsidėstę arčiau šių vektorių labiau siejami su sausesnėmis, geriau apšviestomis ir šiltesnėmis bendrijomis. Dirvožemio reakcijos (pH) reikšmė taip pat buvo susijusi su

bendrijų pasiskirstymu ordinacinėje erdvėje, tačiau jos ryšys buvo silpniausias ($r^2 = 0,51$). Vektorius orientuotas daugiausia neigiama DCA2 kryptimi, todėl ši ašis gali būti daugiau siejama su dirvožemio rūgštingumo pasiskirstymu tarp bendrijų.



17 pav. Pievų bendrijų ekologijos pokyčiai pagal Elenbergo indikatorines rūšių reikšmes. Ašių ilgiai: DCA1 = 3,5698; DCA2 = 2,0922, tikrinės reikšmės $\lambda_1 = 0,45$; $\lambda_2 = 0,18$. Aplinkos veiksnių patikimumui įvertinti panaudotas Monte Carlo permaišymo testas $n=999$. Taškai žymi tirtus laukelius, spalvos nurodo pirmos ir antros apžvalgos aprašymus, skaičiai prie taškų atitinka tirtų laukelių numerius.

Lyginant Elenbergo indikatorinių reikšmių pasiskirstymą tarp pirmos ir antros apžvalgos, statistiškai reikšmingų skirtumų nebuvo nustatyta (18 pav.). Apšvietimo, drėgmės, maisto medžiagų, dirvožemio reakcijos ir temperatūros reikšmių pasiskirstymas abiejų apžvalgų metu išliko panašus. Didžiausias skirtumas matomas dirvožemio reakcijos grafike, kuriame pakartotinių tyrimų metu medianos reikšmė šiek tiek padidėjo, tačiau atlikus Wilcoxon signed-rank testą nustatyta, kad nei vieno vertinto ekologinio veiksnio skirtumai tarp laikotarpių nebuvo statistiškai reikšmingi ($p > 0,05$).



18 pav. Pievų bendrijų pasiskirstymas pagal Elenbergo indikatorines reikšmes tarp pirmos ir antros apžvalgos. Pateiktos apšvietimo, drėgmės, dirvožemio reakcijos (pH), temperatūros ir maisto medžiagų reikšmės. Punktyrinėmis linijomis nurodytos imčių medianos. Įmčių įvertinimui buvo naudotas Wilcoxon signed-rank testas. Statistiškai reikšmingais skirtumai laikyti, kai $p < 0,05$.

Apibendrinant Elenbergo indikatorinių reikšmių analizių rezultatus galima teigti, kad pievų bendrijų pasiskirstymui ordinacinėje erdvėje įtakos turėjo visi vertinti ekologiniai veiksniai – apšvietimas, drėgmė, maisto medžiagos, dirvožemio reakcija ir temperatūra. Šie veiksniai padėjo įvertinti tiriamų bendrijų ekologines sąlygas bei jų tarpusavio skirtumus. Palyginus šių indikatorinių veiksnių pokyčius per pastarąjį dešimtmetį nustatyta, kad reikšmingų pokyčių nevyko. Wilcoxon signed-rank testas nepatvirtino statistiškai reikšmingų šių veiksnių pokyčių tarp pirmosios ir antrosios apžvalgų. Tai leidžia daryti išvadą, kad ekologiniai rodikliai aiškiai struktūruoja bendrijas konkrečiuose laukeliuose, tačiau per tiriamąjį laikotarpį bendras Elenbergo indikatorinių reikšmių pokytis nebuvo reikšmingas.

4. Rezultatų aptarimas

Šio tyrimo rezultatai parodė, kad per dešimtmetį Šventosios upės pievose bendras rūšių skaičius reikšmingai nepakito, tačiau įvyko bendrijų struktūros pokyčiai – ženkliai sumažėjo rūšių pasiskirstymo tolygumas. Tokį rezultatą įrodo sumažėjęs Shannon įvairovės indeksas (14 pav.). Tai rodo, kad pagrindiniai pokyčiai tiriamose vietose vyko ne dėl rūšių praradimo, o dėl gausumo pasiskirstymo bendrijose. Tokį rezultatą galėjo lemti ekspansyvių ir konkurencingų rūšių išplitimas.

Vertinant laukelių dinamiką ordinacinėje erdvėje, daugumos laukelių bendrijos išliko pakankamai stabilios, tačiau keliuose nustatyti ryškesni poslinkiai. Didžiausi pokyčiai buvo fiksuoti 8-ame laukelyje. Palyginus augalų sudėtį ir padengimą tarp laikotarpių, buvo nustatytas visiškas bendrijos pokytis, tačiau šis laukelis pakartotinių tyrimų metu buvo atliktas su ~ 7,6 m paklaida, o tai galėjo turėti įtakos šiems rezultatams. Dėl šios priežasties šio laukelio negalima laikyti, kaip patikimiausio pavyzdžio augalijos dinamikos vertinimui. 3-io laukelio pokyčiai taip pat nėra labai patikimi, nes tiksliai vieta pakartotinių tyrimų metu jau buvo nušienauta, todėl fitosociologinis aprašymas buvo darytas su ~ 2,6 m paklaida. Norint ypač tiksliai įvertinti augalijos pokyčius, šio laukelio taip pat negalima laikyti kaip pagrindinio pavyzdžio augalijos dinamikai įvertinti. Tolimesnei interpretacijai patikimiausi pokyčiai vertinti 1-ame, 2-ame, 18-ame, 20-ame ir 21-ame laukeliuose, kurių koordinatės abiejų tyrimų metu sutapo.

Didžioji dalis ryškiausių pokyčių fiksuoti mezofitų pievų bendrijose, tačiau mezofitų pievos sudarė didžiausią dalį visų tiriamų laukelių, todėl šią tendenciją reikia vertinti atsargiai. Vis dėlto, galima daryti prielaidą, kad drėgnesnės ir didesniu maistinių medžiagų kiekiu pasižyminčios pievos yra labiau siejamos su neigiamais pokyčiais. Tokia tendencija atitinka ir kitų Europos peržvalgos tyrimų išvadas, kuriose nustatyta, kad drėgnesnės, produktyvesnės pievos greičiau patiria rūšinės sudėties ir pasiskirstymo pokyčius nei sausesnės, maistinėmis medžiagomis skurdesnės pievos. Van den Berg ir kt. (2011) atliktuose pievų peržvalgos tyrimuose Jungtinėje Karalystėje buvo nustatyta, kad didesnė azoto depozicija reikšmingai buvo susijusi su Shannon įvairovės indekso mažėjimu. Laukeliuose, kuriuose buvo fiksuota didesnė azoto depozicija, buvo aptinkamas mažesnis kalkingoms pievoms charakteringų rūšių dažnumas ir retų rūšių skaičius. Autoriai taip pat akcentuoja, kad tokie pokyčiai buvo nustatyti net tvarkomose pievose, todėl net gamtotvarkos priemonės ne visada gali kompensuoti neigiamą azoto poveikį. Diekmann ir kt., (2019) atliktoje pakartotinių pusiau natūralių pievų tyrimų meta-analizėje buvo fiksuoti neigiami pokyčiai. Ryškiausia kaita pastebėta drėgnose pievose, kuriose per 75 metų laikotarpį ženkliai sumažėjo rūšinė įvairovė. Sausesnėse pievose nebuvo nustatyti tokie ryškūs pokyčiai, tačiau taip pat fiksuotas bendras rūšių mažėjimas ir nitrofilinių rūšių gausėjimas. Autoriai tokią bendrijų dinamiką sieja su žemės ūkio praktikų kaita ir eutrofikacijos didėjimu dirvožemyje. Vis dėlto autoriai pastebėjo, kad gamtiniuose rezervatuose esančiose drėgnose

pievose ryškių neigiamų pokyčių nebuvo nustatyta, o kai kuriuose laukeliuose buvo fiksuoti net teigiama bendrijų dinamika. Tačiau mūsų tyrimo rezultatai nesutapo su šia pievų būklės gerėjimo saugomose teritorijose tendencija. Lyginant pievų bendrijų kaitą tarp saugomų ir nesaugomų teritorijų, ryškaus skirtumo nebuvo. 1-asis ir 2-asis laukeliai nepateko į saugomas teritorijas, tuo tarpu 18-as, 20-as ir 21-as pateko į Šventosios kraštovaizdžio draustinį bei Šimonių girios biosferos poligoną, kuris priskirtas Europos ekologiniam tinklui „Natura 2000“ kaip PAST ir BAST. Vis dėlto šiose saugomose teritorijose aptiktuose laukeliuose taip pat fiksuoti neigiami bendrijų struktūros pokyčiai.

Panašūs rezultatai buvo nustatyti ir Danijoje atliktame tyrime, kuriame Timmermann ir kt. (2014) analizavo 2004–2010 metų augalijos pokyčius pusiau natūraliose pievose. Laukeliai buvo atrinkti „Natura 2000“ saugomose teritorijose. Nurodoma, kad Danijoje šiose saugomose teritorijose dažniausiai vykdomos ganymo arba rečiau šienavimo gamtotvarkinės priemonės, tačiau kai kur nėra taikoma ir jokių priemonių. Per tiriamą laikotarpį šiose teritorijose buvo fiksuoti ryškūs augalijos rūšinės sudėties ir padengimo pokyčiai. Padidėjo padengimas rūšių, kurios pasižymėjo stipresniu konkurencingumu ir didesniu aukščiu. Tarp šių rūšių buvo ne tik žolinių augalų, bet ir medžių bei krūmokšnių. Tuo tarpu pamažėjo žolinių rūšių padengimas, kurios buvo labiau specializuotos ir žemaūgės. Autoriai tokius pokyčius susiejo su nepakankamomis gamtotvarkinėmis priemonėmis. Taip pat minima, kad įtakos galėjo turėti ir azoto depozicijos bei hidrologinių sąlygų pokyčiai. Didžioji dalis vidutinių platumų pievų būklės priklauso ne tik nuo teisinės apsaugos, bet ir nuo tinkamų tvarkymo priemonių taikymo ir ekstensyvaus naudojimo. Mūsų tyrime saugomuose teritorijose esančiuose laukeliuose greičiausiai nebuvo taikomos efektyvios gamtotvarkos priemonės. Tyrimo metu pastebėta, kad 18-ojo laukelio pieva buvo apleista, nelabai šienaujama ir įsigalėjusi ekspansyvi *Calamagrosti epigejos* rūšis (19 pav). 20-ame laukelyje tyrimo metu taip pat nustatytas ryškus velėnos sluoksnis, rodantis pievos apleidimą ir įsigalėjusios konkurencingos smilgytinio lendrūno (*Calamagrosti epigejos*) ir krūminio builio (*Anthriscus sylvestris*) rūšys (20 pav.). 21-ame laukelyje fiksuotas paprastojo varpučio (*Elymus repens*) dominavimas (21 pav.).



19 pav. 18-ojo tiriamo laukelio augalų bendrijos struktūros dinamikos simuliacijos. Pakartotinių tyrimų metu išplito *Calamagrostis epigejos* rūšies individai. (A) Pirmos apžvalgos simuliacija. (B) Antros apžvalgos simuliacija. Vizualizacija sudaryta *JUICE.NET* programa (Tichý, 2025).

Laukelių simuliacijos iliustruoja, kad fiksuoti neigiami bendrijų pokyčiai labiausiai susiję su ekspansyvių ir konkurencingų rūšių padengimo padidėjimu. Viena ryškiausių tokių rūšių buvo *Calamagrostis epigejos*. Tai yra daugiametis miglinių (*Poaceae*) šeimos augalas, kuris dauginasi šakniastiebiais, greitai plinta ir sudaro tankius sąžalynus. Taip pat *C. epigejos* pasižymi greitu maisto medžiagų pasisavinimu ir pasiekia apie 100 cm aukštį. Vegetacijos sezono pabaigoje *C. epigejos* individai iš senstančių ūglių efektyviai perneša maisto medžiagas į šaknis, todėl nuokritose yra mažai maistinių medžiagų, jos lėtai skyla ir kaupiasi storas nuokritų sluoksnis. Taip pasikeitusioje bendrijoje daugelis rūšių neišgyvena, o naujos neturi galimybės įsitvirtinti (Kavanová & Gloser, 2005; Mudrák ir kt., 2013; Těšitel ir kt., 2017). Mūsų tiriamame 18-ame laukelyje ryškiai matėsi per dešimtmetį atsiradę neigiami pokyčiai bendrijoje dėl *C. epigejos* įsigalėjimo. Šios rūšies įsitvirtinimas dažnai fiksuojamas Vidurio Europos pusiau natūraliose pievose ir vertinamas, kaip vienas pagrindinių veiksnių, lemiančių biologinės įvairovės mažėjimą (Pruchniewicz & Żołnier, 2016; Pruchniewicz, 2017).

Lenkijos kalnų mezofitinėse pievose atliktame tyrime nustatyta, kad *C. epigejos* lėmė stiprią pievų degradaciją. Buveinėse sumažėjo rūšinė įvairovė, sumažėjo mezofitinėms pievoms būdingų rūšių. Pastebėta, kad didėjant *C. epigejos* negyvos biomasės sluoksniui, atitinkamai mažėjo ir įvairovės indeksas (Pruchniewicz & Żołnierz, 2016). Vengrijoje atliktame eksperimente pusiau natūraliose pievose buvo bandoma įvertinti šienavimo įtaką *C. epigejos* gausumui. Šienaujama buvo du kartus per metus – birželio ir rugsėjo mėnesiais. Tyrimas parodė, kad *C. epigejos* gausumas reikšmingai sumažėjo po 2 metų, rūšių turtingumas padidėjo po 4 metų o įvairovės pasiskirstymas po 8 metų. Tai rodo, kad ilgalaikis pievų šienavimas gali padėti atkurti *C. epigejos* pažeistas pievų bendrijas (Házi ir kt., 2011). Tokius rezultatus papildė ir Slovakijoje atliktas tyrimas, kuriame taip pat buvo vertinamas *C. epigejos* dominavimas kalnų pievose taikant šienavimą ir sėjant pusiau parazitinių augalų žvaguji barškutį (*Rhinanthus alectorolophus*). Tyrimai parodė, kad šienavimas du kartus per metus reikšmingai sumažino *C. epigejos* biomasę ir padidino rūšių turtingumą. Papildoma *R. alectorolophus* sėja taip pat turėjo teigiamą poveikį – sparčiau mažėjo *C. epigejos* dominavimas ir gerėjo bendrijos struktūra, todėl šio augalo įterpimas į pažeistas buveines gali būti taikoma kaip papildoma tvarkymo priemonė (Galvánek ir kt., 2024). Čekijos nacionaliniame gamtiniame rezervate atliktame tyrime taip pat nustatyta, kad *C. epigejos* buvo laikytas pagrindine problema. Nors tyrimo vietos buvo parinktos rūšimis turtingose Baltųjų Karpatų pievose, kuriose buvo taikomas vienkartinis šienavimas be tręšimo, tokios priemonės nebuvo pakankamos *C. epigejos* kontroliavimui. Tyrime buvo lyginami keturi tvarkymo būdai: vienkartinis vasarinis šienavimas, vasarinis ir rudeninis šienavimas, vienkartinis šienavimas su didžiojo barškučio (*Rhinanthus major*) sėja ir šienavimas du kartus su *R. major* sėja. Nustatyta, kad efektyviausias būdas kontroliuoti *C. epigejos* dominavimą buvo taikant du šienavimus ir *R. major* sėją. Svarbu pažymėti, kad *R. major* sėja skatino buveinių rūšinės sudėties kaitą, pagausėjo *Brachypodio-Molinietum* asociacijai būdingų ir diagnostinių rūšių bei padidėjo jų padengimas. Tuo tarpu papildomas šienavimas du kartus per sezoną tokio teigiamo pokyčio nesukėlė (Těšitel ir kt., 2017).

Šie rezultatai leidžia manyti, kad veiksmingiausia *C. epigejos* dominavimo mažinimo priemonė yra ilgalaikis ir reguliarus pievų tvarkymas šienaujant. Kitų šalių tyrimai rodo, kad vienas šienavimo kartas per sezoną nėra pakankamas bendrijoje, kurioje stipriai įsigalėjęs *C. epigejos*, todėl labiau šios rūšies pažeistose buveinėse reikėtų taikyti dviejų kartų per sezoną šienavimo priemonę. Papildoma priemonė galėtų būti pusiau parazitinių *Rhinanthus* genties augalų sėja. Čekijoje ir Slovakijoje atlikti tyrimai parodė, kad šių augalų įterpimas į buveinę reikšmingai sumažino *C. epigejos* dominavimą ir paspartino pievų buveinių geros būklės atkūrimą. Vis dėlto, Lietuvoje tokių eksperimentinių tyrimų nėra atlikta, kur tikslingai *Rhinanthus* genties augalai būtų naudojami *C. epigejos* kontrolei. Lietuvoje šią priemonę galima būtų vertinti kaip potencialią praktiką. Būtų tikslinga atlikti bandomuosius

tyrimus, kuriuose būtų naudojamos vietinės *Rhinanthus* genties rūšys *C. epigejos* konkurencingumui mažinti ir įvertintas efektyvumas ir poveikis visai pievų bendrijai.



20 pav. 20 tiriamo laukelio augalų bendrijos struktūros dinamikos simuliacijos. Pakartotinių tyrimų metu išplito *Calamagrosti epigejos* ir *Anthriscus sylvestris* rūšių individai. (A) Pirmos apžvalgos simuliacija. (B) Antros apžvalgos simuliacija. Vizualizacija sudaryta JUICE.NET programa (Tichý, 2025).

Dar viena keliuose laukeliuose gausiai aptikta rūšis buvo *Athriscus sylvestris*, kuri 20-ame laukelyje dominavo kartu su *C. epigejos*. *A. sylvestris* nėra taip plačiai aprašoma, kaip pagrindinė pievų degradaciją lemianti rūšis, tačiau sudarydama tankius sąžalynus gali prisidėti prie pievų būklės blogėjimo. *A. sylvestris* yra salierinių šeimos (*Apiaceae*) rūšis, kuri efektyviai gali daugintis tiek sėklomis, tiek vegetatyviškai. Dėl vegetatyvinio dauginimosi ši rūšis gali sudaryti tankias populiacijas ir taip išstumti kitas rūšis. *A. sylvestris* dažniausiai aptinkama pažeistose, drėgnesnėse mezofitų pievose, kuriose randamas didelis kiekis maistinių medžiagų (Darbyshire ir kt., 1999). Pierik ir kt. (2017) tyrė pievų rūšinę sudėtį, biologinę įvairovę ir pašarinę vertę Italijos Alpėse. Autoriai nustatė, kad tokios aukštaūgės rūšys, kaip *A. sylvestris* ir *Heracleum sphondylium* gali išbalansuoti bendrijas ir sumažinti rūšinę įvairovę, ypač mažesniame aukštyje esančiose pievose. *A. sylvestris* rūšies plitimą skatina ne tik maisto medžiagų kiekio didėjimas bendrijose, bet ir vėlyvas šienavimas, dėl kurio augalai spėja subrandinti ir išbarstyti sėklas. Norvegijoje taip pat pastebėtas *A.*

sylvestris gausėjimas ir neigiama įtaka bendrijoms. Jørgensen ir kt., 2013 taip pat patvirtina, kad ši rūšis gausėja maisto medžiagomis turtingesnėse, mažiau intensyviai tvarkomose pievose, pakelėse ir pelkėse. *A. sylvestris* gali stelbti kitus augalus ir žydėjimo metu visiškai padengti užimamas teritorijas, o kontrolę apsunkina gebėjimas plisti keliais būdais. Mūsų tyrime *A. sylvestris* populiacijos buvo gausesnės tik pavieniauose laukeliuose, tačiau rūšies gausėjimas gali būti siejamas su pakitusia pievų bendrijos struktūra ir aplinkos sąlygomis.



21 pav. 21 tiriamo laukelio augalų bendrijos struktūros dinamikos simuliacijos. Pakartotinių tyrimų metu išplito *Elymus repens* rūšies individai. (A) Pirmos apžvalgos simuliacija. (B) Antros apžvalgos simuliacija. Vizualizacija sudaryta JUICE.NET programa (Tichý, 2025).

Ryškus bendrijos pokytis nustatytas 21-ame laukelyje, kuriame pirmos apžvalgos metu *Elymus repens* nebuvo fiksuotas, tačiau pakartotinių tyrimų metu jo padengimas siekė 70 %. Tai yra greitai šakniastiebiais besidauginanti rūšis, kuri geba gerai prisitaikyti prie aplinkos sąlygų ir pievų tvarkymo priemonių. Ši rūšis dažnai dominuoja šienaujamose pievose ar ganyklose. Čekijoje atliktame ilgalaikiame eksperimente 2003–2011 m. buvo tiriamas skirtingo šienavimo intensyvumo ir tręšimo poveikis *E. repens* padengimui *Arrhenatherion* sąjungos pievose. Nustatyta, kad padengimą reikšmingai didino tręšimas azotu, ypač ekstensyviai naudojamuose laukeliuose. Tuo tarpu mažiausias šios rūšies padengimas buvo fiksuotas intensyviai naudojamuose ir azotu netręšiamose pievose, kurios buvo šienaujamos keturis kartus per metus (Štýbnarová ir kt., 2013).

Vis dėlto *E. repens* įsitvirtinimas gali būti ir laikinas, nes kituose tyrimuose ši rūšis siejama su ankstyvos sukcesijos stadija, todėl vėliau ją gali pakeisti kitos augalų rūšys. Rumunijoje buvo tiriama apleistų dirbamų laukų sukcesija per 40 metų ir jų augalija buvo lyginama su netoliese esančiomis pusiau natūraliomis pievomis. Nustatyta, kad po apleidimo žolinė augalija įsitvirtino gana greitai. Pradžioje atsirado vienmetės rūšys, o po dviejų metų įsitvirtino daugiametė miglinių (*Poaceae*) šeimos rūšis *E. repens*. Ši rūšis dominavo 3–12 sukcesijos metais, o vėlesnėje stadijoje *E. repens* pakeitė *Festuca rupicola* rūšis, kuri įsitvirtina lėčiau, tačiau yra labiau atspari stresui ir trikdymui (Ruprecht, 2005).

Apibendrinant galima teigti, kad Šventosios upės slėnyje tirtos pievų buveinės per tiriamąjį laikotarpį išliko sąlyginai stabilios, tačiau kai kuriuose laukeliuose išryškėjo rūšinės sudėties ir padengimo pokyčiai. Šie pokyčiai gali būti siejami su konkurencingų ir ekspansyvių aukštaūgių rūšių, tokių kaip *Calamagrostis epigejos*, *Anthriscus sylvestris* ir *Elymus repens* įsigalėjimu. Tokius bendrųjų pokyčius dažniausiai lemia sumažėjęs pievų naudojimas arba visiškas jų apleidimas. Dėl to pradeda kauptis nuokritos, mažėja rūšinė įvairovė bei pasiskirstymo tolygumas ir pradeda ryškėti sukcesijos procesai (Uogintas & Rašomavičius 2020).

Išvados

1. Šventosios upės slėnio tirtose pievų bendrijose augalų rūšių skaičius tiriamuoju laikotarpiu reikšmingai nepakito, tačiau rūšių įvairovė sumažėjo; Šanon įvairovės indeksas sumažėjo nuo 2,65 iki 2,07, o tai rodo mažesnę rūšių pasiskirstymo tolygumą bendrijose.
2. Tirtos pievų bendrijos priskirtos šešioms sąjungoms: šluotsmilgynų (*Deschampsion cespitosae* Horvatić 1930), kietvarpynų (*Cynosurion cristati* Tx. 1947), avižuolynų (*Arrhenatherion elatioris* Koch 1926), dirsynų (*Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944), dobilynų (*Trifolion medii* T. Müller 1962) ir snaputynų (*Geranion sanguinei* Tx. in T. Müller 1962).
3. Kai kuriuose tirtuose laukuose nustatyti didesni pievų bendrijų pokyčiai – sumažėjo rūšių skaičius ir pasiskirstymo tolygumas bei atsirado konkurencingų pavienių rūšių, tokių kaip pelkinė vingiorykštė (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), smiltyninis lendrūnas (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth), krūminis builis (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.) ir paprastasis varputis (*Elymus repens* (L.) Gould.); ordinacinė analizė parodė, kad dalis bendrijų tiriamuoju laikotarpiu nutolo pagal rūšinę sudėtį, o tai rodo vykstančius tam tikrus augalijos sudėties pokyčius.
4. EUNIS klasifikacija parodė, kad pievų bendrijų priskyrimas buveinių tipams buvo susijęs su jų ekologinėmis sąlygomis ir rūšine sudėtimi; drėgnesni laukeliai dažniau buvo priskirti platesnei pievų ir aukštųjų žolynų (R) grupei, o sausesni – detalesniam stepinių pievų (R1A) tipui; dalyje laukelių rūšinės sudėties pokyčiai lėmė ir EUNIS buveinių tipų priskyrimo pasikeitimus.
5. Pievų bendrijų rūšinė sudėtis tirtuose laukuose statistiškai reikšmingai siejosi su visomis analizuotomis Elenbergo indikatorinėmis reikšmėmis – apšvietimu, drėgme, dirvožemio reakcija, temperatūra ir maisto medžiagomis, o palyginus šias reikšmes tarp tyrimų, statistiškai reikšmingų pokyčių nebuvo.

Literatūros sąrašas

- Balevičienė, J. (1991). *Sintaksono-fitogeografičeskaja struktura rastitelnosti Litvy*. Mokslas.
- Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'Connor, T., O'Farrell, P. J., Smith, H. G., & Lindborg, R. (2019). Grasslands – more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*, 10(2), e02582. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>
- Biondi, E., BLASI, C., Allegrezza, M., Anzellotti, I., Azzella, M. M., Carli, E., Casavecchia, S., Copiz, R., Del Vico, E., Facioni, L., Galdenzi, D., Gasparri, R., Lasen, C., Pesaresi, S., Poldini, L., Sburlino, G., Taffetani, F., Vagge, I., Zitti, S., & Zivkovic, L. (2014). Plant communities of Italy: The vegetation prodrome. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 148(4), 728–814. <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.948527>
- Catorci, A., Ottaviani, G., Ballelli, S., & Cesaretti, S. (2011). Functional differentiation of central Apennine grasslands under mowing and grazing disturbance regimes. *Polish Journal of Ecology*, 59, 115–128.
- Chytrý, M., & Otýpková, Z. (2003). Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 14(4), 563–570. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02183.x>
- Chytrý, M., Řezníčková, M., Novotný, P., Holubová, D., Preislerová, Z., Attorre, F., Biurrun, I., Blažek, P., Bonari, G., Borovyk, D., Čeplová, N., Danihelka, J., Davydov, D., Dřevojan, P., Fahs, N., Guarino, R., Güler, B., Hennekens, S. M., Hrivnák, R., . . . Axmanová, I. (2024). FloraVeg.EU – an online database of European vegetation, habitats and flora. *Applied Vegetation Science*, 27(3), Article e12798. <https://doi.org/10.1111/avsc.12798>
- Chytrý, M., Tichý, L., Hennekens, S. M., Knollová, I., Janssen, J. A. M., Rodwell, J. S., Peterka, T., Marcenò, C., Landucci, F., Danihelka, J., Hájek, M., Dengler, J., Novák, P., Zukal, D., Jiménez-Alfaro, B., Mucina, L., Abdulhak, S., Aćić, S., Agrillo, E., ... Schaminée, J. H. J. (2020). EUNIS habitat classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats. *Applied Vegetation Science*, 23(4), 648–675. <https://doi.org/10.1111/avsc.12519>
- Clarke, J. R., Hovick, T. J., Geaumont, B., Harmon, J. P., & Sedivec, K. (2026). Plant litter as a cornerstone of grassland ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 399, 110171. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.110171>
- Comita, L. S., & Engelbrecht, B. M. J. (2014). Drought as a driver of tropical tree species regeneration dynamics and distribution patterns. In D. A. Coomes, D. F. R. P. Burslem, & W. D.

Simonson (Sud.), *Forests and global change* (p. 261–308). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107323506.013>

Darbyshire, S. J., Hoeg, R., & Haverkort, J. (1999). The Biology of Canadian Weeds. 111. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. *Canadian Journal of Plant Science*, 79(4), 671–682.
<https://doi.org/10.4141/P98-128>

De Cáceres, M., Chytrý, M., Agrillo, E., Attorre, F., Botta-Dukát, Z., Capelo, J., Czúcz, B., Dengler, J., Ewald, J., Faber-Langendoen, D., Feoli, E., Franklin, S. B., Gavilán, R., Gillet, F., Jansen, F., Jiménez-Alfaro, B., Krestov, P., Landucci, F., Lengyel, A., ... Wiser, S. K. (2015). A comparative framework for broad-scale plot-based vegetation classification. *Applied Vegetation Science*, 18(4), 543–560. <https://doi.org/10.1111/avsc.12179>

Dengler, J., Becker, T., Ruprecht, E., Szabó, A., Becker, U., Beldean, M., Biță-Nicolae, C., Dolnik, C., Goia, I., Peyrat, J., Sutcliffe, L., Turtureanu, P., & Ugurlu, E. (2012). Festuco-Brometea communities of the Transylvanian Plateau (Romania) – A preliminary overview on syntaxonomy, ecology, and biodiversity. *Tuexenia*, 32, 319–359.

Dengler, J., Biurrun, I., Boch, S., Dembicz, I., & Török, P. (2020). Grasslands of the Palaearctic biogeographic realm: Introduction and synthesis. In *Encyclopedia of the World's Biomes* (p. 617–637). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12432-7>

Dengler, J., Jansen, F., Glöckler, F., Peet, R. K., De Cáceres, M., Chytrý, M., Ewald, J., Oldeland, J., Lopez-Gonzalez, G., Finckh, M., Mucina, L., Rodwell, J. S., Schaminée, J. H. J., & Spencer, N. (2011). The global index of vegetation-plot databases (GIVD): A new resource for vegetation science. *Journal of Vegetation Science*, 22(4), 582–597. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01265.x>

Dixon, A. P., Faber-Langendoen, D., Josse, C., Morrison, J., & Loucks, C. J. (2014). Distribution mapping of world grassland types. *Journal of Biogeography*, 41(11), 2003–2019. <https://doi.org/10.1111/jbi.12381>

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., & Paulißen, D. (1992). *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica*, 18, 1–258.

Galvánek, D., Uhliarová, E., Ujházy, K., Ujházyová, M., Janišová, M., & Těšitel, J. (2024). Reversing expansion of *Calamagrostis epigejos* in Carpathian Mountain grasslands by mowing and application of hemiparasitic *Rhinanthus alectorolophus*. *Applied Vegetation Science*, 27(2), e12782. <https://doi.org/10.1111/avsc.12782>

García-Mijangos, I., Berastegi, A., Biurrun, I., Dembicz, I., Janišová, M., Kuzemko, A., Löbel, S., Naqinezhad, A., Nowak, A., Pätsch, R., Pielech, R., Rašomavičius, V., Rūsiņa, S., Świerkosz, K., Vynokurova, D., Becker, T., Steinbauer, M. J., Arasumani, J., Marcenò, C., ... Dengler, J. (2021).

Grasslands of Navarre (Spain), focusing on the *Festuco-Brometea*: Classification, hierarchical expert system and characterisation. *Vegetation Classification and Survey*, 2, 195–231. <https://doi.org/10.3897/vcs/2021/69594>

Gerard, M., El Kahloun, M., Mertens, W., Verhagen, B., & Meire, P. (2008). Impact of flooding on potential and realised grassland species richness. *Plant Ecology*, 194(1), 85–98. <https://doi.org/10.1007/s11258-007-9276-y>

Gibson, D. J. (2009). *Grasses and Grassland Ecology*. Oxford University Press.

Gilhaus, K., Boch, S., Fischer, M., Hölzel, N., Kleinebecker, T., Prati, D., Rupprecht, D., Schmitt, B., & Klaus, V. H. (2017). Grassland management in Germany: Effects on plant diversity and vegetation composition. <https://doi.org/10.14471/2017.37.010>

Grootjans, A. P., Bakker, J. P., Jansen, A. J. M., & Kemmers, R. H. (2002). Restoration of brook valley meadows in the Netherlands. *Hydrobiologia*, 478(1), 149–170. <https://doi.org/10.1023/A:1021030731292>

Gudžinskas, Z. (1999). *Lietuvos induočiai augalai. Vascular plants of Lithuania*. Botanikos instituto leidykla.

Házi, J., Bartha, S., Szentes, S., Wichmann, B., & Penksza, K. (2011). Seminatural grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 145(3), 699–707. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.601339>

Herrera-Pantoja, M., Hiscock, K. M., & Boar, R. R. (2012). The potential impact of climate change on groundwater-fed wetlands in eastern England. *Ecohydrology*, 5(4), 401–413. <https://doi.org/10.1002/eco.231>

Hill, M. (1979). *TWINSPAN – A fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. Cornell's Ecology Program Series.

Hobohm, C., & Bruchmann, I. (2009). Endemische Gefäßpflanzen und ihre Habitate in Europa – Plädoyer für den Schutz der Grasland-Ökosysteme. *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft*, 21, 142–161.

Hoerling, M., Eischeid, J., Kumar, A., Leung, R., Mariotti, A., Mo, K., Schubert, S., & Seager, R. (2014). Causes and predictability of the 2012 great plains drought. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(2), 269–282. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00055.1>

Hoover, D. L., Knapp, A. K., & Smith, M. D. (2014). Resistance and resilience of a grassland ecosystem to climate extremes. *Ecology*, 95(9), 2646–2656. <https://doi.org/10.1890/13-2186.1>

Hopkins, A., & Holz, B. (2006). Grassland for agriculture and nature conservation: Production, quality and multi-functionality. *Agronomy Research*, 4(1), 3–20.

Ignatavičius, G., & Ložytė, A. (2010). Agrarinės veiklos įtaka pievų ekosistemų biologinės įvairovės pokyčiams Lietuvoje. *Žemės ūkio mokslai*, 17(1-2), 47–55.

Ilg, C., Dziock, F., Foeckler, F., Follner, K., Gerisch, M., Glaeser, J., Rink, A., Schanowski, A., Scholz, M., Deichner, O., & Henle, K. (2008). Long-term reactions of plants and macroinvertebrates to extreme floods in floodplain grasslands. *Ecology*, 89(9), 2392–2398. <https://doi.org/10.1890/08-0528.1>

Isselstein, J., Jeangros, B. & Pavlu, V. (2005). Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – a review. *Agronomy Research*, 3(2), 139–151.

Jandt, U., Bruelheide, H., Jansen, F., Bonn, A., Grescho, V., Klenke, R. A., Sabatini, F. M., Bernhardt-Römermann, M., Blüml, V., Dengler, J., Diekmann, M., Doerfler, I., Döring, U., Dullinger, S., Haider, S., Heinken, T., Horschler, P., Kuhn, G., Lindner, M., ... Wulf, M. (2022). More losses than gains during one century of plant biodiversity change in Germany. *Nature*, 611(7936), 512–518. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05320-w>

Jansen, F., Glöckler, F., Chytrý, M., De Cáceres, M., Ewald, J., Finckh, M., Lopez-Gonzalez, G., Oldeland, J., Peet, R., Schaminée, J., & Dengler, J. (2012). News from the global index of vegetation-plot databases (GIVD): The metadata platform, available data, and their properties. *Biodiversity & Ecology*, 4, 77–82. <https://doi.org/10.7809/b-e.00061>

Kavanová, M., & Gloser, V. (2005). The use of internal nitrogen stores in the rhizomatous grass *Calamagrostis epigejos* during regrowth after defoliation. *Annals of Botany*, 95(3), 457–463. <https://doi.org/10.1093/aob/mci054>

Klaus, V. H., Sintermann, J., Kleinebecker, T., & Hölzel, N. (2011). Sedimentation-induced eutrophication in large river floodplains – an obstacle to restoration? *Biological Conservation*, 144(1), 451–458. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.031>

Knollová, I., Chytrý, M., Bruelheide, H., Dullinger, S., Jandt, U., Bernhardt-Römermann, M., Biurrun, I., de Bello, F., Glaser, M., Hennekens, S., Jansen, F., Jiménez-Alfaro, B., Kadaš, D., Kaplan, E., Klinkovská, K., Lenzner, B., Pauli, H., Sperandii, M. G., Verheyen, K., ... Essl, F. (2024). ReSurveyEurope: A database of resurveyed vegetation plots in Europe. *Journal of Vegetation Science*, 35(2), e13235. <https://doi.org/10.1111/jvs.13235>

Koch, B., Edwards, P. J., Blanckenhorn, W. U., Walter, T., & Hofer, G. (2015). Shrub encroachment affects the diversity of plants, butterflies, and grasshoppers on two Swiss subalpine pastures. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 47(2), 345–357. <https://doi.org/10.1657/AAAR0013-093>

Kuemmerle, T., Levers, C., Erb, K., Estel, S., Jepsen, M. R., Müller, D., Plutzer, C., Stürck, J., Verkerk, P. J., Verburg, P. H., & Reenberg, A. (2016). Hotspots of land use change in Europe. *Environmental Research Letters*, 11(6), 064020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/6/064020>

- Lekavičius, A. (1989). *Vadovas augalams pažinti*. Mokslas.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2023). *Rengiami natūralių pievų ir ganyklų bei pelkių ir šaltinių žemėlapiai*. <https://am.lrv.lt/lt/naujienos/rengiami-naturaliu-pievu-ir-ganyklu-bei-pelkiu-ir-saltinynu-zemelapiai/> [žiūrėta 2025-05-07].
- Liu, X., Liu, X., Yu, M., & Zhu, Z. (2022). Characteristics and driving conditions of flash drought in different grassland ecosystems. *Science of the Total Environment*, 849, 157923. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157923>
- Loreti, E., van Veen, H., & Perata, P. (2016). Plant responses to flooding stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 33, 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.06.005>
- Ložytė, A. (2014). *Agrarinės aplinkosaugos priemonėmis paremtų tvarkymo metodų įtaka pievų augalų bendrijoms* [Daktaro disertacija, Vilniaus universitetas, Gamtos tyrimų centras].
- Mackie, K. A., Zeiter, M., Bloor, J. M. G., & Stampfli, A. (2019). Plant functional groups mediate drought resistance and recovery in a multisite grassland experiment. *Journal of Ecology*, 107(2), 937–949. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13102>
- McDowell, N., Pockman, W. T., Allen, C. D., Breshears, D. D., Cobb, N., Kolb, T., Plaut, J., Sperry, J., West, A., Williams, D. G., & Yezzer, E. A. (2008). Mechanisms of plant survival and mortality during drought: Why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytologist*, 178(4), 719–739. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02436.x>
- Mo, K. C., & Lettenmaier, D. P. (2020). Prediction of flash droughts over the United States. *Journal of Hydrometeorology*, 21(8), 1793–1810. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0221.1>
- Mudrák, O., Doležal, J., Hájek, M., Dančák, M., Klimeš, L., & Klimešová, J. (2013). Plant seedlings in a species-rich meadow: Effect of management, vegetation type and functional traits. *Applied Vegetation Science*, 16(2), 286–295. <https://doi.org/10.1111/avsc.12001>
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., Gavilán García, R., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F. J. A., Bergmeier, E., Santos Guerra, A., Ermakov, N., ... Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19(Suppl. 1), 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Mucina, L., Schaminée, J. H. J., & Rodwell, J. S. (2000). Common data standards for recording relevés in field survey for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 11(5), 769–772. <https://doi.org/10.2307/3236581>
- O'Brien, M. J., Engelbrecht, B. M. J., Joswig, J., Pereyra, G., Schuldt, B., Jansen, S., Kattge, J., Landhäusser, S. M., Levick, S. R., Preisler, Y., Väänänen, P., & Macinnis-Ng, C. (2017). A

synthesis of tree functional traits related to drought-induced mortality in forests across climatic zones. *Journal of Applied Ecology*, 54(6), 1669–1686. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12874>

Oksanen, J., Simpson, G. L., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H. B. A., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M. O., Lahti, L., McGlinn, D., Ouellette, M.-H., Ribeiro Cunha, E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C. J. F., & Weedon, J. (2026). *vegan: Community ecology package* (Version 2.7-3) [Computer software]. CRAN. <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.vegan>

Pärtel, M., Bruun, H., & Sammul, M. (2005). Biodiversity in temperate European grasslands: Origin and conservation. *Grassland Science in Europe*, 10, 1–14.

Petermann, J. S., & Buzhdygan, O. Y. (2021). Grassland biodiversity. *Current Biology*, 31(19), R1195–R1201. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.06.060>

Pierik, M. E., Gusmeroli, F., Marianna, G. D., Tamburini, A., & Bocchi, S. (2017). Meadow species composition, biodiversity and forage value in an Alpine district: Relationships with environmental and dairy farm management variables. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 244, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.04.012>

Posit team. (2024). *RStudio: Integrated development environment for R* (Version 2026.01.1, Build 403) [Computer software]. Posit Software, PBC. <https://posit.co/products/open-source/rstudio>

POWO. (2026). *Plants of the World Online*. Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/> [žiūrėta 2026-03-15].

Pruchniewicz, D. (2017). Abandonment of traditionally managed mesic mountain meadows affects plant species composition and diversity. *Basic and Applied Ecology*, 20, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.01.006>

Pruchniewicz, D., & Żołnierz, L. (2016). The influence of *Calamagrostis epigejos* expansion on the species composition and soil properties of mountain mesic meadows. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 86(1), Article 3516. <https://doi.org/10.5586/asbp.3516>

R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

Rašomavičius, V. (Red.). (1998). *Lietuvos augalija. Pievos*. Šviesa.

Reutimann, P., Billeter, R., & Dengler, J. (2023). Effects of grazing versus mowing on the vegetation of wet grasslands in the northern Pre-Alps, Switzerland. *Applied Vegetation Science*, 26, e12706. <https://doi.org/10.1111/avsc.12706>

Richner, N., Holderegger, R., Linder, H. P., & Walter, T. (2015). Reviewing change in the arable flora of Europe: A meta-analysis. *Weed Research*, 55(1), 1–13. <https://doi.org/10.1111/wre.12123>

Roleček, J., Tichý, L., Zelený, D., & Chytrý, M. (2009). Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20(4), 596–602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>

Rothmaler, W., & Jäger, E. J. (2007). *Exkursionsflora von Deutschland* (Band 3). Spektrum Akademischer Verlag.

Ruprecht, E. (2005). Secondary succession in old fields in the Transylvanian Lowland (Romania). *Preslia*, 77(2), 145–157.

Rūsiņa, S. (2006). Latvijas mezofīto un kserofīto zālāju daudzveidība un kontaktsabiedrības (Doctoral dissertation, University of Latvia).

Schaminée, J. H. J., Hennekens, S. M., Chytrý, M., & Rodwell, J. S. (2009). Vegetation-plot data and databases in Europe: an overview. *Preslia*, 81, 173–185.

Sendžikaitė, J., Pakalnis, R., & Avižienė, D. (2007). Pievų augalija istoriškai kintančiame Lietuvos kraštovaizdyje. *Liaudies kultūra*, 6(117), 16–24.

Shelyag-Sosonko, Yu. R., Sipaylova, L. M., Solomakha, V. A., & Mirkin, B. M. (1987). Meadow vegetation of the Desna flood plain, (Ukraine, USSR). *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 22(2), 113–169. <https://doi.org/10.1007/BF02853190>

Skuodiene, R., Katutis, K., Nekrosiene, R., Repsiene, R., & Karcauskiene, D. (2016). Effects of soil properties and humidity regimes on semi-natural meadow productivity. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 66(8), 653–663. <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1197966>

Smith, M. D., Knapp, A. K., & Collins, S. L. (2009). A framework for assessing ecosystem dynamics in response to chronic resource alterations induced by global change. *Ecology*, 90(12), 3279–3289. <https://doi.org/10.1890/08-1815.1>

Sun, S., Jung, E.-Y., Gaviria, J., & Engelbrecht, B. M. J. (2020). Drought survival is positively associated with high turgor loss points in temperate perennial grassland species. *Functional Ecology*, 34(4), 788–798. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13522>

Sutcliffe, L. M. E., Batáry, P., Kormann, U., Báldi, A., Dicks, L. V., Herzon, I., Kleijn, D., Tryjanowski, P., Apostolova, I., Arlettaz, R., Aunins, A., Aviron, S., Balezentienė, L., Fischer, C., Halada, L., Hartel, T., Helm, A., Hristov, I., Jelaska, S. D., ... Tschamntke, T. (2015). Harnessing the biodiversity value of Central and Eastern European farmland. *Diversity and Distributions*, 21(6), 722–730. <https://doi.org/10.1111/ddi.12288>

Swindles, G. T., Morris, P. J., Mullan, D. J., Payne, R. J., Roland, T. P., Amesbury, M. J., Lamentowicz, M., Turner, T. E., Gallego-Sala, A., Sim, T., Barr, I. D., Blaauw, M., Blundell, A., Chambers, F. M., Charman, D. J., Feurdean, A., Galloway, J. M., Gałka, M., Green, S. M., ... Warner, B. (2019). Widespread drying of European peatlands in recent centuries. *Nature Geoscience*, 12(11), 922–928. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0462-z>

Štýbnarová, M., Mičová, P., Karabcová, H., & Svozilová, M. (2013). Occurrence of couch grass [*Elytrigia repens* (L.) Desv. Ex Nevski] under different grassland management. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(5), 1399–1404. <https://doi.org/10.11118/actaun201361051399>

Tälle, M., Deák, B., Poschlod, P., Valkó, O., Westerberg, L., & Milberg, P. (2016). Grazing vs. mowing: A meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 222, 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.008>

Těšitel, J., Mládek, J., Horník, J., Těšitelová, T., Adamec, V., & Tichý, L. (2017). Suppressing competitive dominants and community restoration with native parasitic plants using the hemiparasitic *Rhinanthus alectorolophus* and the dominant grass *Calamagrostis epigejos*. *Journal of Applied Ecology*, 54(5), 1487–1495. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12889>

Tichý, L. (2002). JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13(3), 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>

Tichý, L. (2025). *JUICE.NET: Program for vegetation analysis and classification* [Computer software]. Masaryk University. <https://www.sci.muni.cz/botany/juice/NET/index.htm>

Timmermann, A., Damgaard, C., Strandberg, M., & Svenning, J.-C. (2014). Pervasive early 21st-century vegetation changes across Danish semi-natural ecosystems: More losers than winners and a shift towards competitive, tall-growing species. *Journal of Applied Ecology*, 52(1), 21–30. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12374>

Toulotte, J., Pantazopoulou, C., Sanclemente, M., Voeselek, L., & Sasidharan, R. (2022). Water stress resilient cereal crops: Lessons from wild relatives. *Journal of Integrative Plant Biology*, 64. <https://doi.org/10.1111/jipb.13222>

Uogintas, D. (2021). *Mezofitų ir stepinių pievų augalijos tarpusavio ryšiai: sintaksonominiai, ekologiniai ir fitogeografiniai aspektai* (Doctoral dissertation, Vilnius University). <https://doi.org/10.15388/vu.thesis.174>

Uogintas, D., & Rašomavičius, V. (2020). Impact of short-term abandonment on the structure and function of semi-natural dry grasslands. *Botanica*, 26(1), 20–48

Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos (n. d.). *Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastras* [Duomenų rinkinys]. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. <https://www.geoportal.lt/geoportal/duomenai>

[paieska#queryText=Lietuvos%20Respublikos%20saugom%C5%B3%20teritorij%C5%B3%20valstyb%C4%97s%20kadastras](#) [žiūrėta 2026-05-12].

Van den Berg, L. J. L., Vergeer, P., Rich, T. C. G., Smart, S. M., Guest, D., & Ashmore, M. R. (2011). Direct and indirect effects of nitrogen deposition on species composition change in calcareous grasslands. *Global Change Biology*, 17(5), 1871–1883. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02345.x>

Van der Molen, M. K., Dolman, A. J., Ciais, P., Eglin, T., Gobron, N., Law, B., Meir, P., Peters, W., Phillips, O. L., Reichstein, M., Chen, T., Dekker, S. C., Doubková, M., Friedl, M. A., Jung, M., Van der Hurk, B. J. J. M., de Jeu, R. A. M., Kruijt, B., Ohta, T., ... Wang, G. (2011). Drought and ecosystem carbon cycling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(7), 765–773. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.01.018>

Veldman, J., Overbeck, G., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G., Durigan, G., Buisson, E., Putz, F. E., & Bond, W. (2015). Tyranny of trees in grassy biomes. *Science*, 347(6221), 484–485. <https://doi.org/10.1126/science.347.6221.484-c>

Vrahnakis, M. S., Janišová, M., Rūsiņa, S., Török, P., Venn, S., & Dengler, J. (2013). The European Dry Grassland Group (EDGG): Offering a platform for networking and characterising European dry grasslands. *Hacquetia*, 12(2), 5–15. <https://doi.org/10.2478/hacq-2013-0005>

Wesche, K., Krause, B., Culmsee, H., & Leuschner, C. (2012). Fifty years of change in Central European grassland vegetation: Large losses in species richness and animal-pollinated plants. *Biological Conservation*, 150(1), 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.015>

White, R. P., Murray, S., Rohweder, M., & Prince, S. D. (2000). *Pilot analysis of global ecosystems: Grassland ecosystems*. World Resources Institute.

Widmer, S., Riedel, S., Babbi, M., Herzog, F., Wohlgemuth, T., Kessler, M., & Dengler, J. (2025). One century of change: Stronger diversity declines in lowland than in mountain grasslands in Central Europe. *Global Change Biology*, 31(10), e70529. <https://doi.org/10.1111/gcb.70529>

Willner, W., Kuzemko, A., Dengler, J., Chytrý, M., Bauer, N., Becker, T., Biță-Nicolae, C., Botta-Dukát, Z., Čarni, A., Csiky, J., Igić, R., Kački, Z., Korotchenko, I., Kropf, M., Krstivojević-Ćuk, M., Krstonošić, D., Rédei, T., Ruprecht, E., Schratt-Ehrendorfer, L., ... Janišová, M. (2017). A higher-level classification of the Pannonian and western Pontic steppe grasslands (Central and Eastern Europe). *Applied Vegetation Science*, 20(1), 143–158. <https://doi.org/10.1111/avsc.12265>

Wilsey, B. J. (2018). Grasslands of the World. In B. J. Wilsey (Sud.), *The biology of grasslands*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198744511.003.0001>

Wilson, J. B., Peet, R. K., Dengler, J., & Pärtel, M. (2012). Plant species richness: The world records. *Journal of Vegetation Science*, 23(4), 796–802. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01400.x>

Austėja Kalvaitytė

Magistro baigiamasis darbas

Pievų augalijos peržvalgos tyrimai Šventosios upės slėnyje

SANTRAUKA

Pusiau natūralios pievos biologiniu požiūriu yra vienos vertingiausių, tačiau kartu ir jautriausių ekosistemų. Jų būklė priklauso nuo tinkamo naudojimo ir tvarkymo būdų. Nutraukus šienavimą ar ganymą, pievų bendrijose ilgainiui įsitvirtina konkurencingos ir ekspansyvios rūšys, dėl kurių keičiasi bendrijų struktūra, mažėja rūšinė įvairovė ir augalų pasiskirstymo tolygumas. Tokiems pokyčiams įvertinti svarbūs peržvalgos tyrimai, nes toje pačioje vietoje atliekami tyrimai skirtingais laikotarpiais leidžia įvertinti augalijos dinamiką.

Šio magistro darbo tikslas – įvertinti Šventosios upės slėnio pievų bendrijų floristinę, sintaksonominę ir ekologinę kaitą per pastarąjį dešimtmetį. Darbo uždaviniai: įvertinti augalų rūšių įvairovės pokyčius tirtose pievų bendrijose; suklasifikuoti pievų bendrijas iki sąjungos lygmens sintaksonų; Įvertinti pievų bendrijų rūšinės sudėties ir rūšių padengimo pokyčius tirtuose laukeliuose; nustatyti tirtų bendrijų atitikimą Europos Sąjungos gamtinių buveinių tipams ir įvertinti jų pokyčius tarp tyrimo laikotarpių; įvertinti pievų bendrijų dinamikos priklausomybę nuo ekologinių sąlygų tyrimų laikotarpiu.

Tirtose Šventosios upės pievų bendrijose iš viso nustatytos 159 induočių augalų rūšys. Rūšių skaičius tarp tiriamojo laikotarpio reikšmingai nepakito, tačiau Shannon įvairovės indeksas reikšmingai sumažėjo nuo 2,65 iki 2,07. Labiausiai pakitusiuose laukeliuose nustatyti ryškūs rūšinės sudėties ir padengimo pokyčiai, dažniausiai susiję su pavienių konkurencingų rūšių, tokių kaip *Filipendula ulmaria*, *Calamagrostis epigejos*, *Anthriscus sylvestris*, ir *Elymus repens* dominavimu. Tirtos pievų bendrijos buvo priskirtos sintaksonominėms sąjungoms, kurios atspindi skirtingas augaviečių sąlygas ir bendrijų rūšinės sudėties ypatumus. EUNIS klasifikacijos rezultatai parodė, kad drėgnesnės pievų bendrijos buvo priskirtos platesniam pievų ir aukštųjų žolynų (R) tipui, tuo tarpu tirtos sausesnės bendrijos atitiko detalesnį stepinių pievų (R1A) tipą. Per tiriamą laikotarpį dalies bendrijų rūšinė sudėtis pakito, todėl pasikeitė ir jų priskyrimas EUNIS buveinių tipams. Tirtuose laukeliuose bendrijų pasiskirstymas statistiškai reikšmingai buvo susijęs su visomis analizuotomis Elenbergo indikatorinėmis reikšmėmis, tačiau palyginus šiuos veiksnius tarp tiriamo laikotarpio statistiškai reikšmingų pokyčių nebuvo.

Apibendrinant galima teigti, kad Šventosios upės slėnio pievų bendrijos išliko santykinai stabilios, tačiau dalyje laukelių išryškėjo bendrijų struktūros pokyčiai, susiję su sumažėjusiu rūšių pasiskirstymo tolygumu ir konkurencingų rūšių išplitimu.

Austėja Kalvaitytė

Master's thesis

Resurvey of Grassland Vegetation in Šventoji River Valley

SUMMARY

Semi-natural grasslands are among the most valuable ecosystems in terms of biodiversity, but they are also highly sensitive. Their condition depends on appropriate use and management. When mowing or grazing is discontinued, competitive and expansive species may gradually establish, altering community structure and reducing species diversity and evenness. Resurvey studies are important for assessing such changes, as repeated surveys at the same sites allow vegetation dynamics to be evaluated.

The aim of this master's thesis was to assess the floristic, syntaxonomic, and ecological changes in the meadow communities of the Šventoji River valley over the past decade. The objectives were to assess changes in plant species diversity in the studied meadow communities; to classify meadow communities to the alliance level syntaxa, to assess changes in the species composition and cover of meadow communities in the studied plots; to determine the correspondence of the studied communities to European Union natural habitat types and to assess their changes between the study periods; to assess the dependence of meadow community dynamics on ecological conditions during study period.

A total of 159 vascular plant species were recorded. Species richness did not change significantly during the study period; however, the Shannon diversity index decreased significantly from 2.65 to 2.07. The most altered plots showed clear changes in species composition and cover, often associated with the dominance of competitive species such as *Filipendula ulmaria*, *Calamagrostis epigejos*, *Anthriscus sylvestris* and *Elymus repens*. The studied communities were assigned to syntaxonomic alliances reflecting differences in habitat conditions and species composition. EUNIS classification showed that wetter grassland communities were generally assigned to the broader grassland and tall-forb habitat type (R), whereas drier communities corresponded to the more specific dry grassland type (R1A). In some plots, changes in species composition also changed their EUNIS habitat assignment. Community distribution was significantly associated with all analysed Ellenberg indicator values, although no significant changes in these ecological conditions were detected between the study periods.

Overall, the grassland communities of the Šventoji River valley remained relatively stable, but some plots showed structural changes linked to reduced species evenness and the spread of competitive species.

Padėka

Dėkoju Lietuvos mokslo tarybai už praktikos finansavimą pagal projektą „Studentų vasaros praktika” (Nr. P-SV3-25-670). Taip pat dėkoju Valstybiniam mokslinių tyrimų institutui Gamtos tyrimų centrui už suteiktas sąlygas atlikti tyrimus.

Priedai

Priedas A. Dviejų indikatorinių rūšių analizės (TWINSpan) sinoptinė lentelė

Rūšių sintaksonominis priskyrimas atliktas remiantis Rašomavičiaus (1998) ir Mucina ir kt. (2016) klasifikacijomis. Sutrumpinimai: pirmos dvi raidės nurodo sintaksonominių klasių sutrumpinimus: MA – *Molinio-Arrhenatheretea*, FB – *Festuco-Brometea*, TG – *Trifolio-Geranietea*. Raidės po ženklo „/“ nurodo sintaksonominių sąjungų sutrumpinimą, naudojant pirmąsias tris pavadinimų raides: Des – *Deschampsion cespitosae*, Cyn – *Cynosurion cristati*, Arr – *Arrhenatherion elatioris*, Cir – *Cirsio-Brachypodion pinnati*, Tri – *Trifolion Medii*, Ger – *Geranion sanguinei*. Paryškintos prieraišumo koeficiento reikšmės, didesnės nei 20.

Rūšis	Fitocenonas	Prieraišumo koeficientas (ϕ)							
		I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)	VI (6)	VII (7)	VIII (8)
	Aprašymų skaičius Sintaksonas	4	4	7	5	2	9	6	23
<i>Veronica longifolia</i>	MA/Des	58	7.9	11.4					
<i>Glechoma hederacea</i>		52.9		35.8					
<i>Thalictrum lucidum</i>	MA/Mol	52.5	12.6	6.9				12.6	
<i>Filipendula ulmaria</i>	MA	50.7	50.7	39.4					
<i>Rumex crispus</i>		47.5							
<i>Bromus inermis</i>	MA/Des	46.6	24.2						
<i>Cirsium arvense</i>	MA	46.6	16.6	3.8					
<i>Lamium maculatum</i>		39.1							8.4
<i>Carex spicata</i>	TG	32.1			2.3				25.6
<i>Potentilla reptans</i>	MA	30	10.4	4.8		10.4			
<i>Galium boreale</i>	MA/Mol	26.8	6.8	15.3		26.8			
<i>Heracleum sibiricum</i>	MA	24.7	24.7	5.3					7
<i>Geranium pratense</i>	MA/Arr	24.3	24.3	12.4				10.4	9.8
<i>Poa pratensis</i>	MA	23.1	0.9	67.3					
<i>Alopecurus pratensis</i>	MA/Des	21.1		44.6					
<i>Elymus repens</i>		20.9	20.9			20.9	1	20.9	9.2
<i>Rubus caesius</i>		20.5	20.5				2.4		4.9
<i>Vicia cracca</i>	MA	16.9	16.9	2.3		16.9			
<i>Festuca ovina</i>	FB	15.8	34.8	13.1	19.6				1.8
<i>Alchemilla species</i>		15.6	45	3					
<i>Geum rivale</i>	MA	12.1	12.1	47.2					
<i>Urtica dioica</i>		11.9	11.9	31.3					
<i>Lathyrus pratensis</i>	MA	11.4		76.8					
<i>Silene vulgaris</i>	MA	8.3				33.6	16.7		9.4
<i>Galium album</i>	TG/Tri	6.8		6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
<i>Tragopogon pratensis</i>	MA/Arr	2.1						54.8	7.1

<i>Deschampsia cespitosa</i>	MA	2	24.5	56.7					
<i>Anthriscus sylvestris</i>		0.8	0.8	17				38.6	22.1
<i>Lysimachia nummularia</i>	MA		65.3	40.4					
<i>Leucanthemum vulgare</i>			51	23.8					
<i>Trifolium medium</i>	TG/Tri		49					28.4	
<i>Prunella vulgaris</i>	MA		47.5						
<i>Silene flos-cuculi</i>	MA		45.3	36.9					
<i>Centaurea jacea</i>	MA		44.9				12.3		11.7
<i>Plantago lanceolata</i>	MA		43.3	18.7	8.8				
<i>Campanula glomerata</i>	MA		41	33					
<i>Taraxacum officinale</i>			36.5	21.9		16		2.3	
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	FB		7.9	2.5	40.4	15.1	2.5		
<i>Achillea millefolium</i>			33.1	11.3	2.6			20.4	
<i>Phleum pratense</i>	MA		30.8	19.8	15.4			5.1	20.8
<i>Medicago falcata</i>	FB		26.5		26.5	26.5	26.5		16
<i>Poa angustifolia</i>			26.4		26.4			26.4	22.9
<i>Populus tremula</i>			25.7					37.9	
<i>Equisetum arvense</i>			25	25	8.6		6.7		3.6
<i>Veronica chamaedrys</i>			23.4	11.4		23.4		23.4	8.8
<i>Dactylis glomerata</i>			18	18				18	9.6
<i>Myosotis arvensis</i>			18					48.8	
<i>Agrostis capillaris</i>	MA/Cyn		0.6		31.5			52	1.6
<i>Cerastium holosteoides</i>				73.4					
<i>Poa trivialis</i>	MA			73.4					
<i>Trifolium pratense</i>	MA			62.9					
<i>Medicago lupulina</i>				50.9					
<i>Ranunculus repens</i>	MA			50.9					
<i>Carduus crispus</i>				42.9					7.2
<i>Argentina anserina</i>	MA			35.7					
<i>Carex cespitosa</i>	MA/Cal			35.7					
<i>Carex disticha</i>				35.7					
<i>Cirsium vulgare</i>				35.7					
<i>Geranium palustre</i>	MA/Cal			35.7					
<i>Geum urbanum</i>				35.7					
<i>Malus domestica</i>				35.7					
<i>Scorzoneroideis autumnalis</i>	MA/Cyn			35.7					
<i>Scrophularia nodosa</i>				35.7					
<i>Thalictrum flavum</i>				35.7					
<i>Trifolium repens</i>				35.7					
<i>Veronica serpyllifolia</i>				35.7					
<i>Plagiomnium undulatum</i>				32.9				15	2.9
<i>Arenaria serpyllifolia</i>				30					5.1
<i>Pilosella officinarum</i>				20.4				25.1	
<i>Rumex acetosa</i>	MA			14.9	24.5				5.6
<i>Viola tricolor</i>	MA			3.1	9.9			45.3	
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	TG/Ger				75.3				

<i>Helianthemum nummularium</i>					63.9	33.6			
<i>Dianthus deltoides</i>					62.6	32.6			
<i>Briza media</i>					61.4	19.1			2.5
<i>Betonica officinalis</i>					60.7				
<i>Carex species</i>					60.7				
<i>Turritis glabra</i>					56.9				
<i>Thymus pulegioides</i>					55.9	15.2	10.6		
<i>Veronica spicata</i>	FB				44	44	10	18.5	
<i>Galium verum</i>					42.4				
<i>Oenothera biennis</i>					42.4				
<i>Primula veris</i>	FB				42.4				
<i>Trifolium arvense</i>					42.4				
<i>Verbascum nigrum</i>					42.4				
<i>Veronica arvensis</i>					42.4				
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	TG/Ger				42.4				
<i>Trifolium montanum</i>	FB				42		30.9	30.9	
<i>Equisetum pratense</i>					39.6		16.6		4.7
<i>Filipendula vulgaris</i>	FB				38.3	14.1	27.5	0.6	
<i>Veronica teucrium</i>	TG/Ger				36.5	36.5	36.5	11.2	
<i>Hypericum perforatum</i>	TG				33.4				10.4
<i>Luzula multiflora</i>					33.4				10.4
<i>Campanula patula</i>	MA/Arr				30.1				16.9
<i>Avenula pubescens</i>					29.6			3.7	22.8
<i>Fragaria viridis</i>	TG/Ger				28.7	28.7	28.7	15.6	8.2
<i>Knautia arvensis</i>					28	28	28	28	21.1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	MA/Cyn				27.9			21.8	
<i>Erigeron canadensis</i>					27.9			21.8	
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	MA/Arr				24.8	24.8	6.5	24.8	3.3
<i>Viscaria vulgaris</i>					20.2			40.4	
<i>Libanotis montana</i>	TG/Ger				19.4	29	44.8		
<i>Festuca rubra</i>	MA				17.5	17.5	17.5	17.5	4.6
<i>Carex hirta</i>	MA				15.9		5.6	31.3	14.5
<i>Artemisia vulgaris</i>					9.2		11.8	44	
<i>Hylotelephium maximum</i>					8	41.8		23	
<i>Silene pratensis</i>					7.9	57.3		16.2	0.1
<i>Polygala comosa</i>	FB				4.6	88.1			
<i>Saponaria officinalis</i>					0.6	77.2			14.8
<i>Tanacetum vulgare</i>						97.6			
<i>Artemisia campestris</i>						68.3			
<i>Thalictrum minus</i>	FB/Cir					60.3	51		
<i>Euonymus europaeus</i>						57.7	4		
<i>Carex caryophylllea</i>	FB					54.7		10.4	
<i>Agrimonia eupatoria</i>	TG/Tri					48.7		7.6	8.5
<i>Stellaria graminea</i>						48.4		22.5	4.4
<i>Phleum phleoides</i>	FB						79.8		
<i>Calamagrostis epigejos</i>							75.2	5	

<i>Allium oleraceum</i>	FB						69		
<i>Allium species</i>							31.4		
<i>Centaurea scabiosa</i>	FB						31.4		
<i>Fallopia convolvulus</i>							31.4		
<i>Prunus species</i>							31.4		
<i>Silene nutans</i>	TG						25.2		6.6
<i>Convolvulus arvensis</i>	MA/Cyn						21.6	40	13.7
<i>Rhamnus cathartica</i>							21		15.1
<i>Rumex acetosella</i>								79.8	
<i>Clinopodium vulgare</i>								38.6	
<i>Homalothecium lutescens</i>								38.6	
<i>Polygonum aviculare</i>								38.6	
<i>Viola arvensis</i>								33.2	4.1
<i>Plantago media</i>									34.1
<i>Aegopodium podagraria</i>									19.6
<i>Alchemilla vulgaris</i>									19.6
<i>Carex ericetorum</i>									19.6
<i>Carex vulpina</i>									19.6
<i>Carum carvi</i>	MA/Cyn								19.6
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>									19.6
<i>Convallaria majalis</i>									19.6
<i>Fragaria virginiana</i>									19.6
<i>Humulus lupulus</i>									19.6
<i>Quercus robur</i>									19.6
<i>Ranunculus trichophyllus</i>									19.6
<i>Veronica verna</i>									19.6
<i>Viola hirta</i>									19.6